

DISCURSOS DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA SOBRE O ENSINAR GEOMETRIA COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS

MATHEMATICS TEACHERS' DISCOURSES ON TEACHING GEOMETRY WITH THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES

Thiago Avila Pouzada¹

Tanise Paula Novello²

Fabrine Diniz Pereira³

Luana Maria Santos da Silva Ayres⁴

Resumo: A geometria é um dos campos da Matemática, e o processo de ensiná-la tem sido amplamente discutido e problematizado. Nesse contexto, essa pesquisa tem como objetivo compreender o discurso de professores de Matemática, de um curso de Especialização em Matemática, sobre o ensinar geometria com a utilização de tecnologias digitais, a partir da análise de atividades propostas ao longo da disciplina de Geometria Analítica e Dinâmica. A análise aconteceu pela leitura das interações dos professores em três atividades propostas na disciplina, resultando em dois eixos: primeiro tratando das tecnologias digitais no ensino de geometria, e segundo, que será focado nesse artigo, abordando os conceitos, construções e abstrações no ensino de geometria com o uso de tecnologias digitais. O estudo suscitou que é fundamental contemplar no processo de formação inicial e continuada discussões e vivências para que os professores possam apropriação para trabalhar pedagogicamente com as tecnologias digitais atreladas a Matemática.

Palavras-chave: Docência em Matemática; Geometria; Tecnologias Digitais.

Abstract: Geometry is one of the fields of mathematics, and the process of teaching it has been widely discussed and problematized. In this context, this research aims to understand the discourse of mathematics teachers, from a course of Specialization in Mathematics, about teaching geometry with the use of digital technologies, from the analysis of activities proposed during the course Analytic and Dynamic Geometry. The analysis happened by reading the teachers' interactions in three activities proposed in the course, resulting in two axes: first, dealing with digital technologies in geometry teaching, and second, which will be focused on this article, dealing with concepts, constructions, and abstractions in geometry teaching with the use of digital technologies. The study raised that it is essential to contemplate in the process of initial and continuing education discussions and experiences so that teachers have the appropriation to work pedagogically with digital technologies linked to mathematics.

Keywords: Mathematics teaching; Geometry; Digital Technologies.

¹Mestre em Engenharia Oceânica pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Doutorando em Matemática Aplicada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: thiago.pouzada@gmail.com

²Doutora em Educação Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Docente pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: tanisenovello@furg.br

³Mestre em Educação Matemática pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Doutoranda em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: fabrinediniz@hotmail.com

⁴Mestre em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Doutoranda em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: luana_ayres@furg.br

1 Introdução

A Matemática é uma ciência que tem aplicações em muitas áreas e está presente no cotidiano das pessoas, de diferentes formas. Por mais que seja um ramo do conhecimento pouco apreciado, muito pelo mito criado de que a Matemática é essencialmente difícil e parece não fazer sentido; não há como ignorar a sua importância na evolução da humanidade.

Nesse sentido, pensar o ensino de Matemática em consonância às necessidades sociais contemporâneas em que vivemos é fundamental. Assim, primar por um processo de ensinar que busque a contextualização e problematização de situações reais que aproxime o estudante da sua realidade e o permita elaborar hipóteses e estratégias para solucioná-las, é uma forma de atribuir sentido a Matemática.

Nesse contexto, um dos conteúdos que mais tem aplicações diretas e relações com outros conteúdos na própria disciplina é a Geometria. As construções geométricas estão presentes desde os primórdios da humanidade, sendo fundamentais os conhecimentos construídos pelos povos antigos para a base Matemática que temos nos dias de hoje.

Sabe-se que apesar da importância da geometria, porém, é possível perceber, nas últimas décadas, o abandono gradual que essa tem sofrido. A pesquisa realizada por Kusma (2004) atribui que o descaso com o ensino de geometria é mais evidente nas escolas públicas, pois com a promulgação da lei 5692/71, as escolas passaram a ter mais autonomia para escolher o conteúdo do programa escolar, portanto com essa oportunidade de decisão, muitos professores despreparados e inseguros para trabalhar com Geometria, acabaram por deixá-la de lado ou ainda por abordá-la no fim do ano letivo. Em contrapartida, Pavanello (2004) destaca que se tem observado uma grande preocupação por parte de muitos professores de Matemática em relação ao descaso que vem ocorrendo com a geometria, em que as dúvidas, questionamentos e opiniões sobre este fato são as mais variadas, mas, assim mesmo, felizmente, esses professores permanecem ensinando geometria, ressaltando a sua relevância.

Existem diversas metodologias que podem ser utilizadas para o desenvolvimento dos conceitos geométricos. O ensino e aprendizagem da geometria pode ocorrer de maneiras bem variadas “alguns professores trabalham antes a teoria e depois a construção. Outros dependendo da situação começam pela construção e depois formalizam os conceitos (teoria). E, ainda, tem aqueles que fazem uma mescla, iniciando ora pela teoria, ora pela construção” (KUSMA, 2004, p. 33).

Contudo, estudos como Silva e Scherer (2014), Borba e Penteado (2005), Santos (2008) tem mostrado que o trabalho de professores usando as tecnologias digitais nas aulas de geometria, fazem refletir que, além das práticas manuais, pode-se utilizar, também, a tecnologia para enriquecer o processo.

Quando falamos métodos de ensino, é comum discursos de estudantes relatando que as aulas são monótonas, em que o professor fala e o estudante ouve e não passa disso, não há uma relação entre matemática escolar e a realidade vivenciada, dificultando assim, a aprendizagem de alguns conceitos que poderiam ser melhor compreendidos, se relacionados a atividades do dia-a-dia. Uma das formas de tornar as aulas de Matemática mais envolventes e dinâmicas é a utilização de recursos tecnológicos, pois através deles pode-se desenvolver inúmeras atividades que possibilitem ao estudante assumir a autoria pelo pesquisar, observar, raciocinar e desenvolver estratégias de trabalhar com situações envolvendo a Matemática.

Ademais, destaca-se que aprender com as tecnologias digitais tem sido uma das preocupações nos últimos anos no contexto educacional, uma vez que está cada vez mais presente no dia a dia das pessoas, demandando uma atualização da forma de conceber o ensinar e o aprender. A necessidade de aproximar professores e estudantes é latente, superando linguagens abstratas e pouco interativas, buscando introduzir as potencialidades de intercomunicação com o mundo potencializada pelas tecnologias.

Em específico no contexto da matemática, a utilização das tecnologias digitais no ensinar geometria pode possibilitar ao estudante acompanhar o processo de construção, visualizar em três dimensões, explorar parâmetros matemáticos, desenvolver a criatividade, aprimorar raciocínio lógico, refletir criticamente e vivenciar a interação. Nesse sentido, as tecnologias abrem horizontes para a curiosidade e criação humana da realidade e requerem a adoção de diferentes posturas e entendimentos no campo da formação educativa, como forma de superar os reducionismos e automatismos técnicos de ensino prescritivo para uma aprendizagem narrativa do mundo (CONTE; MARTINI, 2015).

Com esse entendimento, este estudo se situa no contexto do ensino de geometria com o foco na problematização metodológica, práticas pedagógicas e o uso de tecnologias digitais, a partir da visão de professores de Matemática. Assim, o objetivo é compreender o discurso de professores de Matemática, pós-graduandos de um curso de Especialização em Matemática, sobre o ensinar geometria com a utilização de tecnologias digitais, a

partir da análise de atividades propostas ao longo de uma disciplina que é parte de sua grade curricular, a disciplina de Geometria Analítica e Dinâmica.

2 Tecnologias digitais como uma possibilidade para o ensino de geometria

O ato de ensinar geometria, assim como o de ensinar de forma geral, é bastante complexo, uma vez que envolve diversos fatores. Entre eles, podemos citar, por exemplo: formação inicial qualificada dos professores no contexto da geometria, apropriação metodológica para problematizar os conceitos, disponibilidade de recursos materiais, possibilidade de trabalho coletivo; entre outros. Estudo feito por Lorenzato (1995) apresentado no artigo “Por que não ensinar Geometria” aponta que somente 8% dos professores admitiram que tentavam ensinar geometria aos alunos. Desde a década de 90 a autor já aponta que os professores têm deixado de lado as construções geométricas em prol de outros conteúdos matemáticos, ora pela dificuldade de ministrá-los ora por julgar outros conceitos mais importantes como mais importantes.

A justificativa da importância de aprender geometria poderia ser o simples fato de ser um conteúdo do currículo, contudo a sua relevância vai para muito além, uma vez que desenvolver o pensamento geométrico é essencial para resolver situações do cotidiano, sem conhecer geometria a leitura interpretativa do mundo torna-se incompleta, a comunicação das ideias fica reduzida e a visão da Matemática torna-se distorcida (LORENZATO, 1995).

Nesse sentido, as tecnologias digitais surgem como uma importante aliada no ensinar geometria, pois permitem aos alunos manipular as construções geométricas e podem propiciar a visualização e experimentação de conceitos matemáticos. Assim, o aprender se torna móvel, dinâmico, exigindo novas práticas e relações com os objetos do conhecimento, porém os recursos tecnológicos ainda são timidamente explorados no âmbito pedagógico. Há um “descompasso entre a integração das tecnologias digitais no ambiente escolar e a prática das aulas de Matemática para estudantes” (JAVARONI; ZAMPIERI; OLIVEIRA, 2014, p. 970). Integrar as tecnologias digitais ao contexto da sala de aula e relacioná-las ao conteúdo a ser estudado, pode aproximar os alunos da escola, tornar o aprendizado dinâmico e desafiador, ampliando possibilidades de construção do conhecimento.

Lorenzato (1995) sugere que nas aulas de geometria o professor pode propor questionamentos, como:

Por que você pensa assim? Como você chegou a essa conclusão? Isso vale para outros casos? Como isso pode ser dito de outro modo? É possível representar esta situação? O que isto quer dizer? Por que você concorda? Existem outras possibilidades? O que mudou? Como isto é possível? (LORENZATO, 1995, p.11).

As questões elencadas pelo autor nos remetem a pensar que desdobramentos uma situação de aprendizagem pode ter. Percebe-se que os questionamentos permitem que os estudantes reflitam sobre o que está sendo problematizado e desenvolvam a capacidade argumentativa.

As tecnologias digitais potencializam realizar de forma dinâmica essas variações de questionamentos elencadas por Lorenzato (2015) permitindo aos estudantes perceberem como as alterações algébricas e geométricas estão relacionadas. Contudo, para que seja possível vivenciar as experiências é fundamental que o professor faça o processo de mediação para os estudantes elaborem as conclusões e para tanto é fundamental estar apropriado das tecnologias.

Para Penteadó (2012) a cada tecnologia que surge, o professor entra em uma “zona de risco” e se vê necessitando de novos conhecimentos para enfrentar essa situação de imprevisibilidade e incerteza. Para a autora não há como pensar a inserção de tecnologias digitais nas escolas se o professor não estiver mobilizado, e por consequência essa mobilização não acontece sem apropriação. Corroborando, Conte e Martini (2015) destacam que a repercussão das tecnologias na educação (independentemente da modalidade) podem auxiliar na constituição de aprendizagens formativas, colaborativas, participativas, diferentes, criativas e curiosas pelo conhecimento, desde que os professores estejam mobilizados para motivar as novas gerações, no sentido de explorar a educação pela pesquisa. Tal fato, nos remete a problematizar a necessidade de investir em processos formativos que permitam ao professor pensar pedagogicamente as tecnologias digitais de forma crítica e criteriosa.

Na seção a seguir, será descrita a metodologia adotada para este trabalho, evidenciando o campo empírico desse estudo, que é o Curso de Especialização para Professores de Matemática, e detalhando as três atividades escolhidas para serem analisadas ao longo do mesmo.

3 Metodologia

Para esse estudo, a metodologia consistiu na análise de três atividades propostas durante a disciplina de Geometria Analítica e Dinâmica, em que os professores, são pós-graduandos do Curso de Especialização para Professores de Matemática, ofertado por uma Universidade Federal, no âmbito da Universidade Aberta do Brasil (UAB), na modalidade a distância. Nesta seção, primeiramente, será apresentada a proposta do curso e a seguir será mostrado o perfil dos estudantes do curso, que são os sujeitos dessa pesquisa.

A seguir, serão descritas as três atividades propostas na disciplina que foram analisadas. A primeira propôs a discussão sobre o potencial da tecnologia no ensino da geometria, abordando questões como a formação inicial e continuada e condições físicas; a segunda trouxe um erro na construção geométrica de um triângulo retângulo e a partir dessa construção problematizou como tratar o erro pedagogicamente, propiciando a discussão sobre o conceito de triângulo retângulo e a construção geométrica utilizando um recurso tecnológico digital; e a terceira atividade propôs uma reflexão sobre o descaso com o ensino de geometria, tendo como ponto de partida uma afirmação de Lorenzato (1995) nesse mesmo sentido. Estas três atividades foram denominadas, respectivamente, de atividade 1, 2 e 3, para fins de detalhamento e análise que seguem nesse trabalho.

Foram escolhidas seis alunas e cinco alunos do curso para terem os seus relatos analisados, sendo os 11 alunos denominados por pós-graduandos, independentemente de gênero e acompanhados de um número, a fim de garantir o anonimato nesta pesquisa. As partes mais significativas de cada relato foram sublinhadas nas caixas de texto, a fim de evidenciar os pontos mais relevantes que serão suscitados na análise.

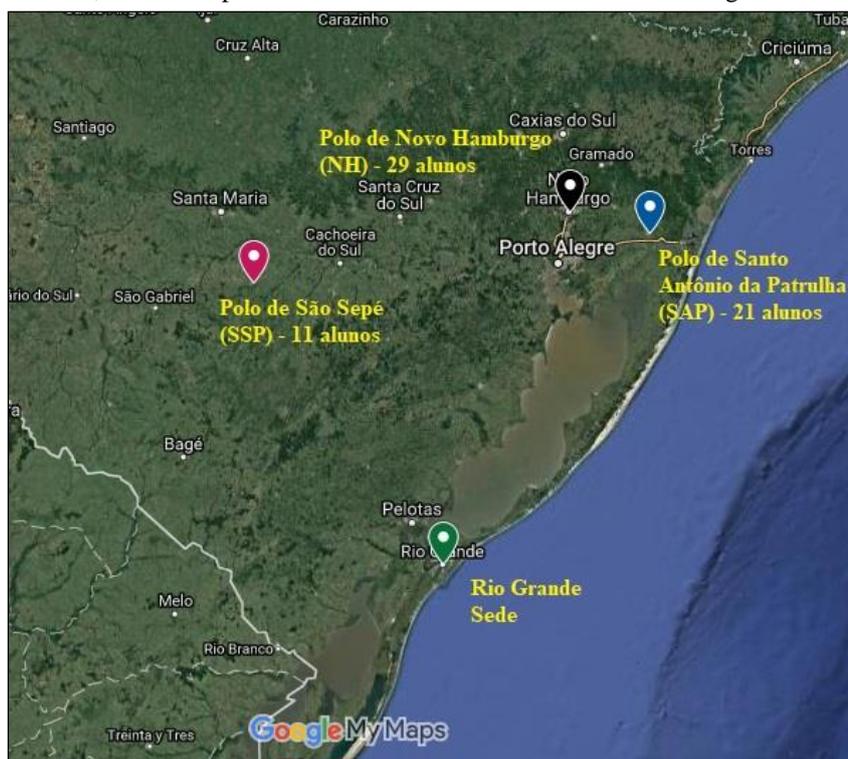
3.1 O Curso de Especialização para Professores de Matemática: apresentação da proposta

De acordo o Projeto Pedagógico do Curso de Especialização para Professores de Matemática, no âmbito da Universidade Aberta do Brasil (UAB), tem como objetivo oportunizar a formação continuada de docentes matemáticos que estão em exercício, assim como aos recém graduados em cursos de Licenciatura em Matemática, uma atualização de seus conhecimentos, utilizando tecnologias da informação e comunicação, considerando as tendências de pesquisa e ensino na área da Matemática. Além disso, visa:

Fornecer embasamento teórico em tópicos de Matemática; identificar e aplicar novas tecnologias de ensino e pesquisa na área da Matemática; utilizar a informática como um instrumento para melhorar a qualidade do ensino básico (fundamental e médio); usar a internet para o ensino à distância, bem como para a comunicação e divulgação de pesquisa e estudos; discutir conteúdos matemáticos dos ensinos fundamental e médio, bem como alternativas metodológicas de ensino; produzir material científico e didático no âmbito da proposta curricular do curso, com vista à difusão e ampliação do conhecimento na área da educação e matemática; estimular o raciocínio matemático, pela habilidade de resolver problemas contextualizados; buscar soluções para problemas reais, recorrendo a conceitos matemáticos; entre outros (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE, 2008, p.09).

As interações acontecem no ambiente virtual (Plataforma *Moodle*), utilizando videoconferências, fóruns de debate, atividades, entre outros meios. Também são previstos encontros presenciais com estudantes, professores e tutores nos polos presenciais. O curso tem 61 alunos regularmente matriculados, lotados em três polos de apoio presencial, conforme mostra a Figura 1 a seguir.

Figura 1: Mapa da sede do Curso de Especialização para Professores de Matemática da FURG e seus polos à distância, com os respectivos números de alunos matriculados no segundo semestre de 2017



Fonte: Google Maps

A estrutura das disciplinas do curso é implementada da seguinte forma: no primeiro módulo, são previstas as ofertas das disciplinas de Tecnologias Digitais para o Ensino de Matemática e Metodologia de Pesquisa em Matemática; no segundo módulo, as disciplinas de Fundamentos de Álgebra e Geometria Analítica e Dinâmica; no terceiro

módulo, as disciplinas de Números Reais e Complexos, Métodos de Contagem e Estatística e Projeto de Ação Matemática; no quarto e último módulo, somente há previsão de oferta para a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE, 2008).

Neste contexto, a disciplina de Geometria Analítica e Dinâmica foi ofertada no primeiro semestre do ano de 2017 e é objeto de estudo desse trabalho. Essa, conforme a proposta do curso de especialização do qual ela faz parte, busca fomentar discussões e reflexões acerca do papel do professor de Matemática enquanto educador, abordando questões conceituais de geometria e entrelaçando-as com tecnologias educacionais e aspectos que envolvem a educação. Esta disciplina foi ofertada sob responsabilidade de dois professores e acompanhada por dois tutores à distância⁵. Em conformidade com a proposta do curso, foram propostas diversas atividades reflexivas, a serem problematizadas e discutidas em fóruns e tarefas avaliativas que compuseram a nota da disciplina.

3.2 Proposta Pedagógica: descrição dos objetos de análise

No primeiro semestre de 2017, no qual a disciplina de Geometria Analítica e Dinâmica foi ofertada e o presente trabalho objetivou compreender o discurso dos professores de Matemática que são pós-graduandos do curso, o mesmo contou com um total de 75 pós-graduandos regularmente matriculados. A defasagem atual de alunos do curso se deve à desistência ou reprovação de alguns pós-graduandos. A disciplina contou com o seguinte número de alunos por polo: 33 alunos do Polo de Novo Hamburgo, 25 alunos do Polo de Santo Antônio da Patrulha e 17 alunos do Polo de São Sepé (POUZADA *et al.*, 2020).

Do total de 61 pós-graduandos regularmente matriculados, 23 são professores da rede estadual de ensino, 13 são professores das suas respectivas redes municipais, uma professora atua no Instituto Federal de Educação em sua cidade, dois professores trabalham em escolas para alunos portadores de necessidades especiais (escolas para surdos) e cinco professores atuam em escolas particulares. Em geral, eles mostram-se bastante interessados nos potenciais que as tecnologias digitais proporcionam ao ensinar,

⁵ Um dos autores dessa pesquisa atuou como tutor à distância na disciplina de Geometria Analítica e Dinâmica.

participando ativamente das discussões e problematizações propostas e trazendo várias das suas experiências profissionais e pessoais vivenciadas em seus meios escolares.

Os pós-graduandos são heterogêneos, no que diz respeito aos seus tempos de formação e atuação profissional na docência: 36 são formados há menos de dez anos em suas licenciaturas; nove são formados há mais de dez anos, dos quais três exercem há 20 anos ou mais a profissão; também há dez pós-graduandos que não exercem a profissão, buscando no curso uma continuidade em suas formações, nutrindo interesse em atuar profissionalmente na docência. Os demais pós-graduandos não informaram os seus tempos de formação e atuação profissional na docência (POUZADA *et al.*, 2020).

O presente trabalho analisou as considerações, percepções, experiências e vivências dos pós-graduandos matriculados na disciplina, a partir dos registros em três atividades propostas ao longo da mesma, descritas a seguir.

Atividade 1 O Potencial da Tecnologia no Ensino da Geometria: esta atividade abordou os potenciais das tecnologias no ensino da geometria, apresentando como objeto de partida para a discussão o artigo “O uso do *software* GeoGebra no ensino de Geometria Analítica: experiências vivenciadas no contexto escolar”⁶, de Nascimento⁷ *et al.*, (2015). Em um fórum de discussões no ambiente virtual *Moodle*, os pós-graduandos foram instigados a responder os seguintes questionamentos:

1) Qual a sua concepção em relação ao uso de tecnologias (dispositivos móveis, *softwares*, simuladores, entre outros...) no ensino da geometria?

2) Construir o triângulo retângulo e suas medidas utilizando o *software* GeoGebra é diferente do que usando o papel, régua e compasso? Por quê?

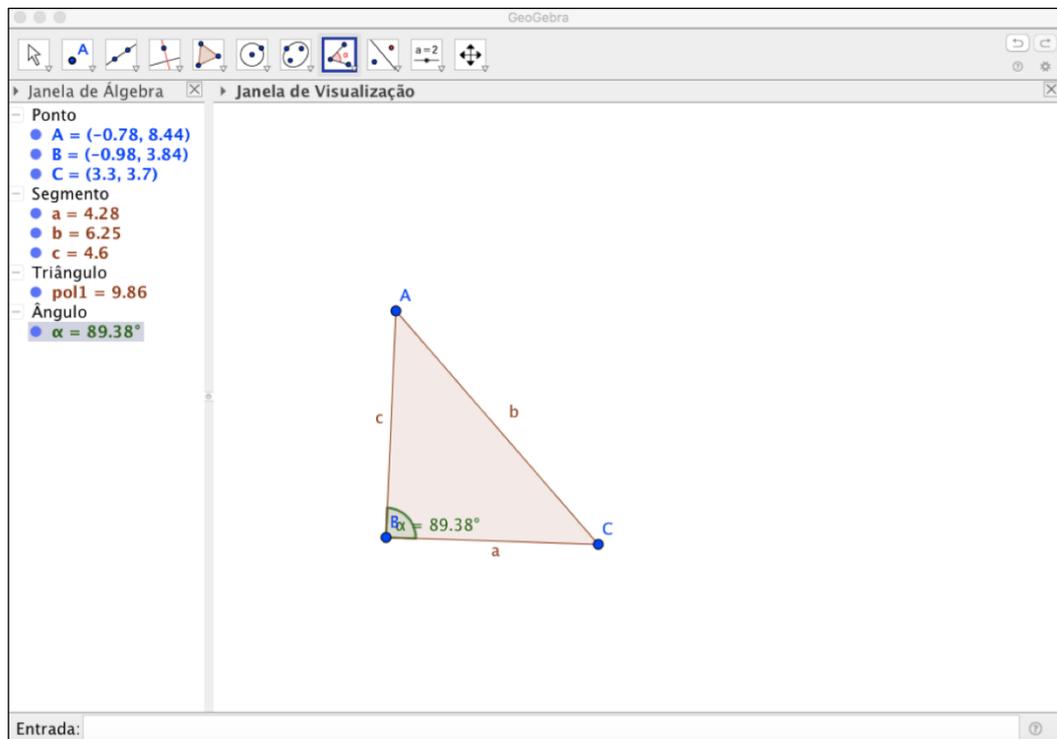
Atividade 2 Erro no Ensino da Geometria: esta atividade tratou do erro no ensino da geometria, apresentando como objeto de partida para a discussão uma situação para ser analisada e respondida no fórum criado para a tarefa. Esta, por sua vez, foi a seguinte: uma aluna diz que construiu um triângulo retângulo. O professor, ao observar no *software* o triângulo construído pela aluna, perguntou se de fato era um triângulo retângulo, porém ela não soube responder. Utilizando uma ferramenta do *software*

⁶ O artigo esboça experiências vividas no contexto escolar a partir da utilização do *software* GeoGebra no estudo introdutório de Geometria Analítica. Os resultados obtidos atestam em favor da importância e presença dos recursos tecnológicos no exercício docente, pois a utilização do *software* em questão proporcionou a exemplificação e demonstração do conteúdo matemático, viabilizando uma compreensão conceitual mais aguçada a partir do estímulo à curiosidade e ao interesse dos estudantes.

⁷ Disponível em: <http://www.sbem.com.br/revista/index.php/emr/article/view/458/pdf>

GeoGebra e medindo o ângulo que estava afirmando ser reto, verificou-se que o mesmo média $89,38^\circ$ e não 90° , conforme pode ser visualizado na Figura 2 a seguir.

Figura 2: Construção do triângulo retângulo feita de forma incorreta, a partir do *software* GeoGebra, para a atividade 2



Fonte: Plataforma Moodle

Os pós-graduandos responderam, em um fórum de discussões no ambiente Moodle, os seguintes questionamentos:

- 1) O que fazer a partir desta situação? Que tipo de mediação pedagógica assumir?
- 2) De que forma você, como professor, pode explorar o erro da estudante para construir o conceito com ela?

Atividade 3 Problematizando o Ensino de Geometria: esta atividade apresentou como ponto de partida as reflexões de Lorenzato (1995), afirmando que ensino da geometria, quando comparado com o ensino de outras áreas da Matemática, tem sido deixado de lado, até mesmo antes do Movimento da Matemática Moderna (MMM). Os pós-graduandos responderam, em um fórum de discussões no ambiente Moodle, o seguinte questionamento: “Qual a sua percepção sobre a afirmação de Lorenzato? Que fatores podem ter contribuído para Lorenzato apontar isso?”

A partir destas três atividades, os discursos dos pós-graduandos foram analisados, buscando refletir sobre o ensino de geometria. Tais discursos apontam em várias direções,

fomentando a troca de experiências docentes e diversas reflexões sobre o papel dos professores de Matemática nesse sentido. Na seção seguinte, são apresentados alguns destes discursos, com a finalidade de refletir sobre a prática docente no contexto do ensinar de geometria.

4 Reflexões sobre o ensinar geometria com o uso de tecnologias digitais

A partir dos discursos dos pós-graduandos analisados, foi possível refletir sobre o ensinar geometria, sob vários aspectos. Podem ser citados como exemplos: o papel do professor, potencialidade das tecnologias digitais e os desafios e dificuldades que surgem no processo de ensinar geometria.

Destaca-se que, nas três atividades houve discursos complementares, muitas vezes ressaltando alguns pontos recorrentes em comum nas situações estudadas. Nesse sentido, o eixo que será discutido nesse artigo abrange conceitos, construções e abstrações no ensino de geometria com o uso de tecnologias digitais.

O ensino de geometria, como o de qualquer conteúdo matemático ou, de um modo mais generalizado, qualquer ciência, é importante que considere a maneira com a qual os alunos estabelecem conexões com o conhecimento previamente apropriado por eles. Desta forma, faz-se necessária uma constante reflexão por parte do professor sobre o entendimento que os seus alunos vão construindo acerca dos tópicos trabalhados em sala de aula.

A falta de apropriação do conhecimento geométrico por parte dos alunos foi um ponto discutido por vários pós-graduandos. Nesse contexto, a solução apontada por muitos seria a retomada do conteúdo, conceituando uma vez mais alguns tópicos fundamentais, buscando a aprendizagem.

Quando o aluno não consegue apropriar-se do conteúdo, seja por uma lacuna conceitual ou um problema na metodologia educacional adotada, frequentemente são detectados erros. Fusiger *et al.*, (2016, p. 2) coloca a questão do erro da seguinte maneira:

Alguns professores não gostam de usar a palavra erro ou consideram que ela pode causar algum problema na relação aluno-professor. No entanto, acredita-se que o estudo dos erros deveria fluir naturalmente no sistema educacional, uma vez que o professor só conhece de fato as dificuldades dos seus alunos quando se preocupa com os erros que eles cometeram. Sendo assim, acertar os exercícios nem sempre significa ter o conhecimento do conteúdo (FUSIGER *et al.*, 2016, p. 2).

O entendimento do erro por parte do professor, portanto, é fundamental para que a estratégia de ensino seja repensada uma vez que, ao corrigir um exercício ou problema, o professor deve usar os erros cometidos pelos estudantes para um replanejamento das estratégias de ensino, usando a análise do erro como uma metodologia de investigação (SILVA *et al.*, 2016).

Em geometria, que é o objeto de estudo deste trabalho, os erros nas construções geométricas são relativamente frequentes quando analisamos a dificuldade que os alunos têm na visualização das figuras geométricas. A reflexão acerca das estratégias de ensino, perante a análise do erro, também é abordada por Fuck (2013):

Considera-se que um dos entraves para o avanço dos alunos nesse ramo está na ausência de compreensão de seus erros por parte do professor. Frequentemente, o docente corrige suas avaliações, procurando somente identificar as questões certas e erradas, sem analisar o tipo de erro cometido. Tal atitude reduz as possibilidades de modificar o ensino de geometria e, por conseguinte, de orientar os alunos para o desenvolvimento de capacidades cognitivas que o estudo desse ramo proporciona (FUCK, 2013, p. 16).

Os pós-graduandos, em geral, entenderam que o erro em geometria pode ser considerado pelo professor com uma conotação positiva, buscando estratégias de ensino em prol de uma apropriação adequada dos conhecimentos geométricos por parte dos alunos. Nesse sentido, o pós-graduando 5 compartilhou o seguinte relato:

Inicialmente, é necessário destacar que não devemos levar o erro como algo que sirva para contar mais um acerto ou não, mas como uma estratégia de perceber as dificuldades da aluna e tentar mediar o estudo para que este se dê de forma significativa para o estudante. Tendo isso em mente, é importante destacar o fato de a aluna não saber se o triângulo é retângulo. Nesse sentido, seria necessário relembrar com a aluna as características que fazem de um triângulo, retângulo, ressaltando as questões conceituais e trabalhando as imagens conceituais que ela tem sobre o triângulo retângulo. Creio que o erro pode possibilitar o estudo de ângulos, o estudo de retas perpendiculares, e assim o estudo das características do triângulo retângulo. Além disso, essa construção apresentada pela aluna não parece ser com os pontos fixos. Logo, ao mexer com o vértice B, o triângulo deixa de ser retângulo (se em algum momento foi). Assim, podemos buscar estratégias para como a construção desse triângulo seria um triângulo retângulo fixo, ou seja, que não se alterassem as características ao mexermos com os vértices A e C (PÓS-GRADUANDO 5, grifo nosso).

Além de utilizar o erro de uma maneira construtiva, é necessário entender os fatores que levam os alunos a cometer erros nas construções geométricas. A partir da causa, o professor pode tratar adequadamente a consequência de acordo com a identificação destes fatores, o professor pode traçar novas estratégias de ensino, visando uma melhor apropriação do conhecimento por parte dos seus alunos. As considerações do pós-graduando 6 corroboram isso:

Nessa situação, devemos parar e analisar todas as situações e o que de fato a aluna não compreendeu, para então decidirmos o melhor ou possível caminho para ampliar essas construções. Em várias situações escolares durante os nossos planejamentos nos deparamos com inúmeros problemas relacionados com a aprendizagem matemática. Nesses momentos devemos fazer uma análise crítica de como funcionaram ou não nossas mediações e então o que é necessário modificarmos. Por exemplo, nesse caso, será preciso uma retomada nos conteúdos sobre: ângulos retos, triângulos retângulos, catetos, hipotenusa e o Teorema de Pitágoras. Após todas as análises e retomadas nos conteúdos teóricos, teremos condições de aplicar novamente no GeoGebra essa nova construção da aluna e então analisar a sua evolução. Penso que não se deve continuar o estudo de novos métodos e os já trabalhados ou discutidos pelos alunos e professores sem antes todos obterem uma aprendizagem sobre, por exemplo, a trigonometria ou os demais conteúdos matemáticos (PÓS-GRADUANDO 6, grifo nosso).

A identificação de tais fatores que originam o erro nas construções geométricas deve ser feita com bastante cautela por parte dos professores. A própria palavra “erro” possui, a princípio, uma conotação negativa; se o professor não mediar de forma adequada os erros que os seus alunos apresentam, pode causar um constrangimento, desalento e desmotivação nos mesmos.

Nesse contexto de mediar o erro, é importante que seja mantida uma boa relação pessoal entre o professor e os seus alunos, facilitando o diálogo e uma abordagem construtiva das lacunas conceituais detectadas nas construções geométricas. O pós-graduando 7 colocou as seguintes considerações:

Nessa situação, provavelmente a aluna não compreendeu a principal característica do triângulo retângulo, que é a de possuir um ângulo de, exatamente, 90°. Antes de definir quais estratégias devem ser tomadas, o professor deve dialogar com sua aluna, problematizando seu erro, afim de obter um diagnóstico de sua aprendizagem acerca desse tema. Caso perceba que a aluna realmente não compreendeu, deve retomar o conceito de ângulo, contextualizando-o com situações práticas. O uso de softwares de Geometria Analítica pode auxiliá-lo no ensino dessa temática. Além disso, discutir o porquê de, por exemplo, a altura de um prédio em relação ao solo, dever ser de 90°. O erro pode ser concebido como ponto de partida para explorar problemas e realizar experimentações, o que é potencialmente interessante com o uso do GeoGebra, por exemplo. A partir desse recurso, pode-se simular, fazer experimentos, afim de comparar resultados. Nesse sentido, o erro é concebido como uma ferramenta construtiva (PÓS-GRADUANDO 7, grifo nosso).

Além disso, o diálogo construído entre o professor e os seus alunos permite, na identificação dos fatores de erro, detectar qual foi o tipo de erro na construção geométrica feita pelos alunos. Em se tratando do uso de um *software* educacional voltado ao ensino de geometria, o erro pode ser conceitual ou procedimental, evidenciando a dificuldade apresentada pelo aluno na manipulação do recurso tecnológico.

Caso o erro apresentado seja de caráter conceitual, cabe ao professor buscar outras estratégias de ensino que permitam a retomada do conteúdo e dos tópicos abordados, tentando dentro do possível aproximar mais o conceito do aluno, pois a primeira mediação resultou em uma lacuna conceitual.

Do contrário, se o erro apresentado for procedimental com o *software* educacional, o professor pode buscar uma metodologia que propicie uma mediação do uso do recurso tecnológico, para que o aluno tenha apropriação sobre a manipulação do mesmo. O pós-graduando 8 aponta que:

Questionando sobre os passos de sua construção, o professor pode perceber em qual dos casos a aluna se enquadra. Se o problema foi com relação às características de um triângulo retângulo, podemos esclarecer a partir daí as dúvidas da aluna. Mas, se for um problema de construção e de uso correto das ferramentas do software, é preciso mostrar a importância do uso de algumas ferramentas que nos darão certeza de uma construção correta e que mesmo com movimentação esta construção não sofrerá deformações. Existe mais de uma forma de fazer estas construções no GeoGebra, podemos explorar formas diferentes para que o aluno compreenda melhor. Respondendo à pergunta sobre de que forma eu, como professor, posso explorar o erro da estudante para construir o conceito com ela, eu pediria que ela fizesse outros triângulos na mesma tela, sem apagar o que estava errado e pediria que a aluna movimentasse cada um deles, aumentando, diminuindo, deslocando eles de lugar e observasse em cada um deles o ângulo reto. Dessa forma, a aluna poderia perceber que o triângulo que foi construído corretamente não perderia sua principal característica ao ser movimentado e o que foi construído de forma errada sofreria várias transformações, em que não teria o ângulo de 90° (PÓS-GRADUANDO 8, grifo nosso).

No entanto, fica a seguinte reflexão: teria o objetivo da atividade falhado, ou mesmo a preparação para a sua realização? Alguns professores refletiram sobre a metodologia de ensino ter falhado e propuseram uma alternativa, visando uma melhor aprendizagem, independentemente de ser conceitual ou sobre o recurso tecnológico em si, por parte da aluna, ao final evidentemente reconstruindo o triângulo e novamente avaliando se o objetivo foi atingido, com a mudança proposta.

As formas propostas de mediar o conteúdo a partir da retomada conceitual foram diversificadas nos discursos dos professores. Alguns colocaram a necessidade de revisar os conceitos sobre o triângulo retângulo e as suas propriedades, entre elas o ângulo reto oposto ao maior lado, a hipotenusa; outros atestaram em favor da necessidade de revisão de outros conceitos geométricos, como as condições de perpendicularidade entre retas, a fim de entender o conceito de um ângulo reto, que define o triângulo retângulo. Nesse sentido, o pós-graduando 10 afirma que:

O erro é algo importante no olhar que o professor deve ter do aprendizado do aluno. É através dele, que podemos verificar em qual estágio de conhecimento o aluno se encontra e tomar como base para elaborar a estratégia, para que o mesmo corrija o erro e totalize seu aprendizado. Analisando o erro proposto, a estudante construiu uma figura que não possui um ângulo de 90° , com a qual demonstra desconhecer as propriedades do triângulo retângulo. Verificando também a janela de álgebra, vemos que ela não utilizou todas as ferramentas necessárias e disponíveis no software para elaborar o triângulo corretamente. Vemos dois problemas aqui, o desconhecimento das propriedades do triângulo retângulo e o pouco conhecimento do software. Para uma estratégia de mediação, retomaria com a estudante as propriedades de um triângulo retângulo, a construção de retas perpendiculares, o eixo cartesiano e marcação dos pontos. Utilizaria lápis, régua e o caderno. Com base nisso, elaboraria um roteiro para ela retomar a atividade, incluiria um tutorial do software, a construção de retas s e r perpendiculares, uso dos eixos cartesianos e malha quadriculada, a escolha correta dos pontos A, B e C, sendo um deles a interseção das retas e por fim, a inserção dos segmentos entre os pontos para finalizar o triângulo. Acredito que desta forma, a estudante poderá ter segurança e autonomia para pensar e aplicar corretamente o conteúdo usando o software. A melhor forma que vejo para construção definitiva do conceito é propondo à estudante que escreva no caderno uma reflexão sobre as duas construções que ela realizou, a do primeiro triângulo e a do segundo triângulo. Desta forma, refletindo e comparando os dois resultados alcançados, o erro e o acerto podem fazer com que ela se aproprie verdadeiramente do conteúdo (PÓS-GRADUANDO 10, grifo nosso).

Sendo assim, de um modo geral, os pós-graduandos concordam que o conceito de triângulo retângulo e as suas características deveriam ser revistas, de uma forma ou de outra, concordando com a afirmação feita por Lorenzato (1995), que colocou o abandono da geometria nas escolas em prol de diferentes áreas da Matemática. O que variou ao longo dos relatos foi o motivo pelo qual isto ocorre. Muitos apontaram a falta de interesse por parte dos professores para ensinar geometria, colocando-a como um tópico complicado de ser trabalhado por diversos fatores: dificuldade na visualização das figuras geométricas, dificuldade em trabalhar conceitos abstratos como planificações, áreas e perímetros, falta de afinidade de parte dos professores, entre outros. Por isso, acaba havendo um descaso com esta importante área da Matemática.

Um problema recorrente apontado por vários dos pós-graduandos seria originado pelas falhas conceituais presentes nos professores, desde as suas formações iniciais. Se os cursos formadores de professores não se preocupam adequadamente com as questões geométricas, o professor carrega uma lacuna conceitual desde a sua graduação, culminando na preparação deficitária e conseqüentemente no ensino inadequado aos alunos. O pós-graduando 3 coloca as suas impressões nesse mesmo sentido: “O ensino da geometria é deixado de lado pelo fato dos educadores não terem o domínio necessário no

conteúdo, pois é um assunto que requer muita abstração para poder enxergar” (PÓS-GRADUANDO 3, grifo nosso).

O pós-graduando 7 também atesta a favor destas reflexões:

Muitos professores não foram preparados para o ensino dessa área, o que torna o processo de ensino e aprendizagem ainda mais difícil de ocorrer. E quando não se domina bem um conteúdo, deixa-se ou evita-se de ensiná-lo. Ainda, o ensino de geometria pode ter sido deixado de lado por ser considerado de pouca importância para a formação dos alunos e devido à dificuldade de perceber sua real importância na formação desses sujeitos (PÓS-GRADUANDO 7, grifo nosso).

Torna-se ainda mais grave o problema no descaso com a geometria se for analisada a sua importância no cotidiano e o nível de exigência que os seus conteúdos demandam, tanto dos alunos quanto dos professores que a ensinam. A dedicação aos estudos conceituais dentro da geometria requer uma atenção especial, conforme coloca Resende e Mesquita (2013):

Sabe-se que a geometria exige dos professores e dos próprios alunos uma dedicação maior, pois a sua essência extrapola o plano bidimensional e vai até o tridimensional, requerendo, assim, além do entendimento, a capacidade de visualização e construção do raciocínio (RESENDE; MESQUITA, 2013, p. 26).

Lorenzato (1995) afirma que somente 8% dos professores entrevistados admitiram que tentavam ensinar geometria aos seus alunos. O dilema é tentar ensinar geometria sem conhecê-la ou então não ensiná-la. Para haver o seu ensino, é preciso que o professor estude e tente concretizar cada assunto abordado, buscando tornar o abstrato em visual, tátil e manipulável, a fim de dar sentido ao conceito. Outro fator relevante são as altas jornadas de trabalho dos professores que afetam o bom rendimento dele sobre o estudo necessário que necessita ser realizado para o entendimento desta área.

Outros pós-graduandos colocaram um ponto importante pelo qual a geometria é abandonada, fazendo uma conexão com as discussões anteriores. Pela dificuldade de visualização espacial, apontada anteriormente, o ensino de geometria acaba sendo uma das áreas mais beneficiadas com a utilização de recursos tecnológicos, como o GeoGebra, por exemplo. Tal fato nos remete ao que foi tratado anteriormente, em que muitas vezes a ausência desses recursos nas escolas interfere consideravelmente a forma como a geometria é trabalhada – quando, inclusive, é trabalhada, de fato.

Alguns pós-graduandos apontaram a importância da geometria na Matemática, não gostando da ideia de deixá-la de lado. Para tanto, colocaram como básica a necessidade de estabelecer conexões entre a geometria e as diferentes áreas da

Matemática, trabalhando de forma integrada e não reduzindo a importância de nenhuma delas.

Muitos pós-graduandos citaram a necessidade de preparação dos professores para tal, uma vez que muitos deles não sabem estabelecer as devidas conexões ou não sabem trabalhar com a geometria, pois entendem que o descaso com a área no ensino básico é puro reflexo do que ocorre no ensino superior. No âmbito acadêmico, a geometria também é vista de maneira superficial, segundo eles – ao menos no que diz respeito ao seu ensino (ensino de geometria). O pós-graduando 11 apresentou o seguinte relato: “Se a formação fosse com mais ênfase na aplicabilidade, com certeza muita coisa seria diferente. Para muitos de nós de fato é, mas reitero que é por vontade e dedicação do professor que pesquisa e vai atrás de melhores aulas” (PÓS-GRADUANDO 11, grifo nosso).

No entanto, Lorenzato problematizou há mais de 20 anos o descaso com a geometria nas escolas. Surge então, naturalmente, o questionamento: não estariam tais percepções desatualizadas, equivocadas pela diferença social existente entre duas épocas em plena era tecnológica? Alguns pós-graduandos entenderam que talvez sim, haveria a necessidade de uma análise acerca da veracidade desta afirmação nos dias atuais. O pós-graduando 7, por exemplo, aponta que:

Levando em conta a época em que Lorenzato fez tal afirmação, em 1995, há mais de 20 anos, acredito que seja necessário realizar novas pesquisas para verificar se tal afirmação ainda faz sentido, se já houve alguma mudança no ensino de geometria na Educação Básica (PÓS-GRADUANDO 7, grifo nosso).

Em sua maioria, os pós-graduandos concordaram que a afirmação fazia todo sentido, principalmente na época em que ela foi feita. Ainda hoje ela parece bastante atualizada, evidenciando a necessidade de melhorar a formação continuada dos professores, no sentido de prepará-los adequadamente na área do ensino de geometria, no que diz respeito ao campo conceitual e também ao campo do interesse, contextualizando e dando a devida importância à geometria.

Portanto, concluímos que é fundamental que haja uma formação inicial adequada aos professores, atribuindo a devida importância ao ensinar geometria e atrelando-a ao uso das tecnologias digitais. Nesse sentido para Conti e Martini (2015) não existem professores capazes ou incapazes de trabalhar com as tecnologias, mas apenas educadores bem ou mal formados para as interlocuções cotidianas dependentes das conexões com o mundo.

Além disso, o erro nas construções geométricas precisa ser tratado com cautela, em uma conotação positiva e construtiva, permitindo o desenvolvimento de novas estratégias de ensino a partir da compreensão de sua real natureza. Desta forma, os professores de Matemática se sentirão mais seguros ao ensinar geometria, não tratando-a com descaso, permitindo que os seus alunos tenham contato com conceitos geométricos e possam se apropriar devidamente do conhecimento nestas áreas.

5 Percepções e encaminhamentos

As discussões originadas na disciplina de Geometria Analítica e Dinâmica do Curso de Especialização para Professores de Matemática transcenderam os conceitos geométricos, de uma forma mais pura; elas consistiram também nas reflexões acerca das práticas docentes com relação à geometria, uma vez que os pós-graduandos são, em sua grande maioria, professores de Matemática atuantes na área.

É inegável que as tecnologias estão presentes em nossas vidas e se tornaram indispensáveis para nos comunicarmos, para ensinarmos e aprendermos, enfim, para vivermos. Assim, o uso de tecnologias em sala de aula é uma alternativa na busca de qualificar o processo de ensinar Matemática e preparar os estudantes para viverem nesta sociedade em constante evolução. Nesse sentido, o estudo apontou para a necessidade de contemplar as tecnologias digitais no ensinar geometria, pois o seu potencial pedagógico, quando operado metodologicamente pelo professor, permite que o ensinar extrapole os conteúdos conceituais, contemplando a criação, autoria, raciocínio lógico, socialização entre outros. Assim, (re)pensar os processos formativos, tanto inicial quanto continuado, de professores é fundamental, uma vez que só é possível a inserção pedagógica das tecnologias digitais quando esses professores se sentirem apropriados e sensibilizados.

Para uma formação inicial de professores que dê conta das demandas é importante que os cursos de licenciaturas tenham disciplinas que os graduandos além de aprenderem conceitualmente os pressupostos da geometria, que esses espaços se configurem em momentos de experienciamento do próprio ato de ensinar, que é o âmago de um curso de licenciatura. A partir dessa concepção de formação inicial, é possível pensar em futuros professores aptos a mediar os conhecimentos geométricos com significado e sentido aos estudantes.

Desta forma, entendemos que o objetivo geral do presente trabalho, compreender o discurso de professores de Matemática, pós-graduandos de um curso de Especialização

em Matemática, sobre o ensinar geometria com a utilização de tecnologias digitais, a partir da análise de atividades propostas ao longo de uma disciplina que é parte de sua grade curricular, a disciplina de Geometria Analítica e Dinâmica, foi alcançado. As reflexões e considerações dos professores de Matemática (pós-graduandos) evidenciaram os potenciais das tecnologias digitais tornando para o ensinar geometria, pelo caráter dinâmico e interativo.

Por fim, que os discursos proferidos pelos professores, assim como os processos reflexivos-teóricos desencadeados dessas, evidenciem a importância de ensinar geometria, contudo primar por espaços formativos é essencial para sanar lacunas conceituais e na elaboração de propostas pedagógicas que tornem esse processo mais dinâmico, e nesse sentido as tecnologias digitais têm sido uma aposta. Reconhece-se, que ainda há muito para avançar e nesse prisma, esperamos que o estudo tenha contribuído para a problematização e o processo reflexivo da temática.

Referências

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

CONTE, E.; MARTINI, R. M. F. As Tecnologias na Educação: uma questão somente técnica? **Educ. Real.**, Porto Alegre, v. 40, n. 4, p. 1191-1207, dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-623646599>. Acesso em: 10 mar. 2021.

FUCK, R. S. Análise de Erros em Geometria: Uma Investigação com Alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA). **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 16-36, jul/dez. 2013.

FUSIGER, J. M. *et al.* Análise de Erros em Geometria Plana. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EDUCERE, 2016. p.1-11.

KUSMA, C. **Inclusão e exclusão na geometria no Ensino Fundamental**. 2004. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Matemática) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

JAVARONI, S. L.; ZAMPIERI, M. T.; OLIVEIRA, F. T. Tecnologias digitais: É possível integrá-las às aulas de Matemática? *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS TIC NA EDUCAÇÃO, 3., 2014, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2014. p. 970-974.

LORENZATO, S. Por que não Ensinar Geometria? **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, v. 4, p. 3-13, jan/jun.1995.

LORENZATO, S. (Org.). Aprender e ensinar geometria. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2015. – (Série Educação Matemática)

NASCIMENTO, F. J. *et al.* O uso do *Software* GeoGebra no Ensino de Geometria Analítica: Experiências Vivenciadas no Contexto Escolar. **Educação Matemática em Revista**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 40-47, maio. 2015.

PAVANELLO, R. M. A geometria nas séries iniciais do ensino fundamental: contribuições da pesquisa para o trabalho escolar. *In*: PAVANELLO, R. M. (org.). **Matemática nas séries iniciais do ensino fundamental**: a pesquisa e a sala de aula. São Paulo: SBEM, 2004. p.129 - 143.

PENTEADO, M. G. Redes de trabalho: expansão das possibilidades da informação na educação matemática da escola básica. *In*: Bicudo, M. A. V.; Borba, M. C. **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Editora Cortez, 2012. p. 308-320.

POUZADA, T. A. *et al.* Potencialidades, desafios e dificuldade de ensinar Geometria por meio das tecnologias digitais. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, [S.I.], v. 5, n. 2, p. 112-127, set. 2020.

RESENDE, G.; MESQUITA, M. G. B. F. Principais Dificuldades Percebidas no Processo Ensino-Aprendizagem de Matemática em Escolas do Município de Divinópolis, MG. **Educação Matemática em Pesquisa**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 199-222. 2013.

SANTOS, R. S. **Tecnologias Digitais na Sala de Aula para Aprendizagem de Conceitos de Geometria Analítica: Manipulações no Software GrafEq**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SILVA, A. L. G. A. *et al.* Aprender com os Erros: Uma Estratégia Didática no Ensino da Matemática em Geometria na Segunda Série do Ensino Médio. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3., 2016, Salvador. **Anais...** Salvador: CONEDU, 2016. p. 1 - 12.

SILVA, L. Q.; SCHERER, S. Formação continuada de professores que ensinam matemática nos anos iniciais e o uso de laptops: reflexões sobre práticas com o klogo. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v.3, n 4, p. 181-202, jan./jun. 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG. **Projeto Pedagógico do Curso de Especialização de Professores de Matemática**. Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em: <https://espprofmatuab.furg.br/>. Acesso em: 5 nov. 2018.

Recebido em: 13 de dezembro de 2020.

Aceito em: 04 de março de 2021.