
O ensino de geometria espacial utilizando o software GeoGebra: uma revisão da literatura

The teaching of spatial geometry using GeoGebra software: a literature review

Carlos Alberto Regis¹, Elisabete Marcon Mello^{1*}

RESUMO

Foi desenvolvido um trabalho que tem como tema as potencialidades didáticas do ensino de geometria sob a ótica da Teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard, e possui como objetivo verificar se o uso de aplicativos de geometria dinâmica podem contribuir para uma transposição didática de conteúdos relacionados a geometria espacial. Este trabalho possui uma abordagem qualitativa e a revisão bibliográfica consiste em um levantamento de trabalhos acadêmicos relacionados à utilização de softwares de geometria dinâmica para o ensino de geometria. Neste artigo são apresentados a teoria e o levantamento bibliográfico que embasaram o estudo.

Palavras-chave: Transposição Didática; Geometria Dinâmica; GeoGebra.

ABSTRACT

A work was developed that has as its theme the didactic potential of teaching geometry from the perspective of Yves Chevallard's Theory of Didactic Transposition, and aims to verify whether the use of dynamic geometry applications can contribute to a didactic transposition of contents related to spatial geometry. This work has a qualitative approach and the bibliographic review consists of a survey of academic works related to the use of dynamic geometry software for teaching geometry. In this article, the theory and the bibliographic survey that supported the study are presented.

Keywords: Didactic Transposition; Dynamic Geometry; GeoGebra.

¹ Universidade Federal do ABC

*E-mail: marcon.elisabete@gmail.com

INTRODUÇÃO

Ao se pensar em formas de ensinar em sala de aula, independentemente do assunto, podemos nos deparar com dificuldades ao abordar o conteúdo de forma que os alunos possam de fato entender, seja pela maneira a ser explicada ou pela complexidade desses conteúdos.

Dentro do contexto educacional, o conhecimento precisa sofrer uma transformação para que os estudantes possam compreender o que se fala, sem que haja dúvidas no que é ensinado. Para alguns assuntos, a dificuldade de entendimento dos estudantes pode ser maior. Essa dificuldade pode partir das questões que envolvem um aprofundamento maior e uma interpretação do que é necessário para resolver alguns problemas, o que muitas vezes ocorre no ensino de geometria.

A geometria envolve conceitos abstratos e requer habilidades de visualização espacial, ou seja, a capacidade de visualizar e manipular mentalmente formas e objetos em diferentes posições e perspectivas. Além disso, possui um vocabulário técnico e específico, o que pode dificultar a comunicação e compreensão dos conceitos e envolve o desenvolvimento de habilidades de raciocínio lógico e dedutivo. Os alunos precisam ser capazes de formular argumentos lógicos, justificar suas respostas e seguir sequências de raciocínio, o que pode gerar dificuldades em desenvolver essas habilidades e aplicá-las na resolução de problemas geométricos.

De acordo com Lorenzato (1995), pesquisas assinalam a necessidade da aprendizagem geométrica para o desenvolvimento da criança, devido à existência de inúmeras situações que requerem a percepção espacial. Para o autor, a geometria pode ser uma excelente forma para indicar o nível de compreensão e de raciocínio de uma criança.

Para Pavanello (1993), a carência do ensino de geometria pode causar prejuízos à formação dos alunos por privá-los da oportunidade de desenvolverem de forma integral os processos de pensamento necessários à resolução de problemas matemáticos. De acordo com a autora, a geometria pode ajudar na análise de fatos e de relações e na dedução de novos fatos e de novas relações, proporcionando o desenvolvimento de um pensamento crítico e autônomo. É possível observar que, apesar de sua importância, o ensino de geometria é muitas vezes negligenciado no ensino básico.

Segundo Duval (2005), a geometria, dentre os campos de conhecimentos que os alunos devem adquirir, é o que exige a atividade cognitiva mais completa, pois mobiliza o gesto, a linguagem e o olhar, sendo necessário construir, ver e raciocinar. Sendo, também, uma área difícil de ensinar, pois, mesmo quando as metas são modestas, os resultados alcançados têm sido decepcionantes.

De acordo com a Base Nacional Curricular Comum – BNCC (BRASIL, 2018) a Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Sendo o pensamento geométrico necessário para investigar propriedades, fazer conjecturas e produzir argumentos geométricos convincentes. Segundo esse documento, no Ensino Médio o foco é a construção do pensamento geométrico aplicado à realidade do aluno. Nesse contexto, a área de Matemática e suas Tecnologias têm a responsabilidade de aproveitar todo o potencial desses estudantes e promover ações que provoquem seus processos de reflexão e de abstração, dando sustentação a formas de pensar, de criar e aprimorar ações criativas que favoreçam a tomada de decisões orientadas pela ética e o bem comum. O documento aponta para uma necessidade do desenvolvimento de um novo olhar para os objetos geométricos, destacando a importância da visualização geométrica.

Com esse enfoque, foi desenvolvido um estudo abordando as potencialidades didáticas no ensino de geometria espacial, sob a ótica da Teoria da Transposição Didática dos Saberes proposta por Chevallard (1991), utilizando o software de geometria dinâmica GeoGebra como ferramenta para exploração e desenvolvimento do pensamento geométrico. O GeoGebra é um software gratuito que reúne geometria, álgebra, planilhas, gráficos, estatísticas e cálculo. É de fácil utilização, porém requer uma análise de suas ferramentas para atender as necessidades da construção geométrica no ambiente bidimensional ou tridimensional. Considera-se que o software possa ser um incentivo para a investigação matemática.

Neste artigo serão apresentados a teoria e o levantamento bibliográfico que embasaram o estudo.

TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

De acordo com Chevallard (1991), a Transposição Didática aborda a transformação do saber científico em saber ensinado, por meio de uma mediação desses conhecimentos com o objetivo de facilitar sua compreensão pelos alunos na sala de aula. Para Chevallard (2013) os objetos que estão presentes no processo de se ensinar um conteúdo não são apenas as relações aluno-professor (relação binária), mas são observados como relação ternária que ele chama de Relação Didática, e essa relação pode ser definida como a relação professor, ensino e conhecimento ensinado. As relações didáticas não ficam somente restritas aos campos educacionais, mas também abertas para diversas áreas em que possa haver um conhecimento (a ser ensinado ou não) e alguém que o ensine. Chevallard (2013) ainda diz que a relação didática vai muito além do conceito básico de uma relação entre os três objetos, pois o que a distingue é a intenção didática, que é a intenção de ensinar, mas que não se restringe apenas a essa vontade.

Essa intenção de ensinar parte da iniciativa de se ensinar algo, por um dos dois protagonistas, para que o outro aprenda (essência da intenção didática) e de acordo com Chevallard (2013, p. 8), “o ensino não pode ser efetivamente separado da aprendizagem, mas se a aprendizagem ocorre ou não, continua a ser um problema, ao passo que o ensino depende fundamentalmente da existência de alguma intenção de ensinar - ainda que ‘mau ensino’”.

O ato de ensinar não é algo fácil e não está pronto. A intenção didática

[...] não pode ser reduzida à intenção do indivíduo de ensinar. É realmente uma questão de sociedade. A sociedade como um todo, ou seja, a sociedade que se expressa através de sua cultura, deve primeiro reconhecer o suposto corpo de conhecimento como conhecimento ensinável. Alguns corpos de conhecimento são, em uma dada sociedade, em um dado momento, tacitamente considerados “não ensináveis”; ou, para colocar de uma outra forma, em algum lugar na sociedade há sempre alguém se esforçando para garantir o ensino de alguns corpos de conhecimento anteriormente não ensináveis, com vista ao estabelecimento de um contrato didático socialmente legítimo em relação a eles (Chevallard, 2013, p. 8).

Essa explicação nos mostra, ainda segundo o autor, que os corpos de conhecimento eram considerados ensináveis ou não ensináveis, e isso dá a ideia de que os corpos de conhecimentos não ensináveis são conhecimentos para serem usados. Então, a partir dessa concepção, a Transposição Didática, segundo Chevallard (2013), é “a

transição do conhecimento considerado como uma ferramenta a ser posta em prática, para o conhecimento como algo a ser ensinado e aprendido”.

Chevallard (1991) nos diz que o saber não é algo inerte e o separa em grupos sociais de saberes, e o primeiro a ser classificado é o saber sábio. Para Chevallard (1991, p. 24, tradução própria) “o saber sábio nos interessa porque certas exigências que intervêm na preparação didática do saber já estão influenciando a partir da constituição do saber sábio, ou ao menos a partir da formulação discursiva desse saber”.

Um conteúdo de saber que foi designado como saber a ensinar, sofre a partir de então um conjunto de transformações adaptativas que vão fazê-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que transforma um objeto de saber em um objeto de ensino, é denominado Transposição Didática. (CHEVALLARD, 1991, p. 45. Tradução própria).

Esses objetos de saber (conhecimentos a serem colocados em prática), em sua essência, só chegam a essa definição “quando sua inserção no sistema de ‘objetos de ensino’ se apresenta como útil para a economia do sistema didático” (CHEVALLARD, 1991, p. 57). São separados em três grupos: saber sábio, saber a ser ensinado, tido através da primeira transposição didática para os sistemas de ensino, e saber ensinado, obtido após a segunda transposição didática feita para a comunidade escolar.

A Transposição Didática é dividida em alguns processos: noções matemáticas (que incluem os objetos de saber), como por exemplo noção de números, conjuntos, etc.; dentro do campo de noções matemáticas se localizam também as noções paramatemáticas (noções de equação, demonstração, etc.) e que segundo Chevallard (1991, p.58, tradução própria) “são noções-ferramenta da atividade matemática: ‘normalmente’ não são objetos de estudo para o matemático”.

[...] em geral, as noções matemáticas são construídas. Sua construção adota a forma [...] seja de definição, em sentido estrito: “o círculo de centro O e raio R é o conjunto de pontos M do plano tais que $OM = R$; [...] seja de construção, seguida de operações do gênero: tome Q, tome as séries de Cauchy de Q, mostre que formam um anel comutativo e unitário, tome as séries de Cauchy tendentes a 0, [...]. (CHEVALLARD, 1991, p. 59, tradução própria).

Ainda de acordo com Chevallard (1991) e sobre os objetos de saber (que são as noções matemáticas), o docente espera que o estudante saiba fornecer definição, propriedades e reconhecer ocasiões para uso.

Somente esses objetos de saber são em sentido estrito (candidatos para ser) objetos de ensino. As noções paramatemáticas, por exemplo, não constituem

objeto de ensino: são objetos de saber “auxiliares”, necessários para o ensino (e aprendizagem) dos objetos matemáticos propriamente ditos. Devem ser aprendidos (ou melhor, conhecidos), mas não são ensinados. (CHEVALLARD, 1991, p. 59, tradução própria).

Outros processos vinculados à Transposição Didática são a dessincretização, despersonalização, programabilidade e publicidade que, de acordo com Freitas (et al, 2018)

são processos da transposição didática associados à construção textual de um determinado conteúdo ou teoria matemática. A dessincretização diz respeito à separação e organização da teoria em áreas. A despersonalização é o processo que torna um determinado saber desvinculado do seu autor, assim como a descontextualização desvincula o saber do contexto histórico o qual foi desenvolvido (Freitas et al, 2018).

Ainda segundo os autores, a programabilidade ocorre quando um objeto de saber já se encontra descontextualizado, despersonalizado e dessincretizado. Esse processo é o estabelecimento de uma programação com uma sequência didática progressiva e racional (Freitas et al, 2018, p. 46).

Assim, com essas características, a transposição didática funciona como uma ferramenta que, segundo Chevallard (1991, p. 16) “[...] é uma ferramenta que permite reconsiderar, tomar distância, interrogar as evidências, desafiar as ideias simples, desprender-se das familiaridades enganosas de seu objeto de estudo. Em uma palavra, o que lhe permite exercer sua vigilância epistemológica.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foi realizado um levantamento de trabalhos acadêmicos relacionados à utilização de softwares de geometria dinâmica para o ensino de geometria.

Souza (2014) utilizou o software GeoGebra 5.0 para que pudesse verificar a minimização de dificuldades para visualizar algumas figuras geométricas em 3D, como um cubo, uma pirâmide, etc. A autora trabalhou em uma escola com duas turmas de alunos do segundo ano do ensino médio. O trabalho traz como objetivo geral a utilização do software GeoGebra como facilitador para o estudo da geometria espacial e como objetivos específicos a apresentação de conceitos dos sólidos geométricos, a utilização do software para o estudo da geometria, a organização de tutoriais para a construção desses sólidos e a demonstração através de projeções no GeoGebra. A autora utilizou os

conceitos de geometria que são contemplados na Base Comum Curricular de Pernambuco - 2018 em relação à matemática, e nele a geometria aparece como um campo privilegiado para exercitar as inter-relações entre método lógico dedutivo e raciocínio intuitivo.

A autora faz um breve relato histórico da geometria espacial, trazendo curiosidades sobre os registros primários de geometria que datam aproximadamente 2000 a.C., até os dias atuais, com os recursos computacionais. Inicia com algumas definições de sólidos geométricos e propõe algumas demonstrações de área e volume, incluindo área da superfície de poliedros. Após essas demonstrações e definições, Souza (2014) informa sobre a capacidade que o GeoGebra tem em quantidade de ferramentas, como lidar com variáveis, vetores, funções, construções, etc., e logo em seguida, inicia a construção dos sólidos mostrando o passo a passo por completo. A autora traz inúmeras imagens para que seja visualizado todo esse processo de construção, e efetua isso com quatro sólidos: cubo, pirâmide, cilindro e esfera.

Sobre a aplicabilidade das atividades, a autora fez a separação do conteúdo: em uma turma foi aplicado o conteúdo sem uso do software, apenas usando o livro didático, sob acompanhamento da professora, e na outra turma o conteúdo foi trabalhado com o uso do livro e também com auxílio do GeoGebra, e a pesquisadora auxiliou a professora durante esta aplicação. Foram utilizadas 12 aulas para confeccionar os sólidos em uma das turmas em que não foi utilizado o aplicativo, e na turma em que o GeoGebra foi utilizado, foram utilizadas apenas três aulas. A pesquisadora diz que para o ensino da matemática, por ser cheio de pontos e contrapontos, não existem recursos prontos e acabados, mas sim o aprimoramento de práticas e recursos educativos e que cabe ao professor ter consciência e refletir sobre a importância do seu papel na formação dos educandos. A autora espera que diante dos resultados apresentados no trabalho, os conteúdos de geometria espacial possam ser expostos de uma forma que facilite o processo de ensino e aprendizagem e, sempre que possível, fazendo uso de recursos tecnológicos.

Vier (2019) aborda o estudo de cônicas e quádras, objetivando auxiliar professores e estudantes a terem uma visão mais concreta desses objetos geométricos utilizando softwares de geometria dinâmica. Os softwares utilizados para o trabalho são o GeoGebra e o R. O objetivo geral do trabalho é propor uma sequência de atividades envolvendo construções geométricas das cônicas, usando os softwares, que possam ser

aplicadas em turmas do ensino médio, e os objetivos específicos são a apresentação da fundamentação teórica referente às origens históricas das cônicas e quádricas, proposição de atividades envolvendo construções das cônicas, apresentação do software R, não só como uma ferramenta estatística, mas como ferramenta de construção das quádricas, e mostrar a possibilidade da utilização dos softwares como recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem das cônicas e quádricas.

O autor inicia o trabalho contando um pouco da história de alguns matemáticos que estudaram as cônicas, que datam aproximadamente no século IV a. C. e faz uma análise trazendo informações a partir desta data sobre matemáticos que deduziram fórmulas e equações até o que nós temos hoje dentro da geometria analítica. O autor relata o contexto histórico do software GeoGebra, suas formas de uso (geometria, gráficos, álgebra, probabilidade, planilhas de cálculos, estatística, etc.) e traz algumas áreas onde pode ser utilizado: ensino e aprendizagem de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Vier (2019) faz a mesma análise com o aplicativo R, informando como efetuar o download e instalação, mostra a interface gráfica, e como efetuar a utilização do software. O trabalho segue com as definições de elipse, hipérbole, parábola, e a classificação das cônicas, para então iniciar as construções no GeoGebra. Para isso o autor coloca no trabalho todo o passo a passo para que sejam efetuadas as construções, trazendo também as imagens para que haja a visualização dos objetos construídos.

Seguindo, Vier (2019) inicia com a definição de quádricas, começando com a elipsóide e a equação que a define, hiperbolóide de uma folha, hiperbolóide de duas folhas, cone elíptico, cilindro elíptico, cilindro hiperbólico, parabolóide elíptico, parabolóide hiperbólico e todo passo a passo dessas construções dentro do aplicativo R. Como considerações finais, o autor informa que ao utilizar o software para a representação, gera uma aula mais dinâmica e menos usual, ficando ao aluno não somente as formas gráficas das cônicas, mas também todos os seus elementos, e que eles esperam que a utilização de novas tecnologias pelo professor, no sentido de apresentar conteúdos com computadores, tablets ou smartphones, só venha a abrilhantar a aula desse professor, desde que dirigida de forma a não se perder o foco do aluno. O autor também trabalhou com a parte algébrica (além da geométrica) para que pudesse fazer a complementação das demonstrações com as equações.

Oliveira (2018) apresenta uma abordagem de polígonos inscritíveis e circunscritíveis, especificamente quadriláteros e triângulos, como sugestões de atividades envolvendo esses conteúdos utilizando o aplicativo de geometria dinâmica GeoGebra, mostrando os recursos disponíveis utilizados como auxílio didático. O autor apresenta um passo a passo da construção desses elementos para que, através da manipulação e investigação dos polígonos, pontos notáveis e círculos, faça com que o aluno deduza as principais propriedades que envolvem a inscrição e circunscrição de polígonos. Como objetivo geral, o autor deseja apresentar uma proposta didática através de atividades com os polígonos inscritíveis e circunscritíveis, para explorar geometricamente, por meio do software GeoGebra, as propriedades destes polígonos, e como objetivos específicos, deseja apresentar a fundamentação teórica referente aos conteúdos de triângulos e quadriláteros, a elaboração de atividades envolvendo esses mesmos conteúdos (triângulos e quadriláteros inscritíveis e circunscritíveis), para que os alunos consigam reduzir e apresentar as propriedades, mostrar a importância das novas tecnologias como ferramenta nas práticas pedagógicas, e a possibilidade de utilização do GeoGebra como recurso didático nos processos de ensino e aprendizagem de polígonos inscritíveis e circunscritíveis.

O autor traz algumas notações que serão utilizadas no decorrer do trabalho, para que se entenda a escrita matemática e também a definição de polígonos, as nomenclaturas e seus elementos. Traz também no trabalho os lugares geométricos básicos, como círculo, mediatriz e bissetriz e apresenta uma proposta de atividades como sugestão para o ensino e aprendizagem de polígonos inscritos e circunscritos. Em seguida inicia com o passo a passo para construção do circuncentro de um triângulo no aplicativo GeoGebra, e faz a construção de um círculo circunscrito a ele, localiza o incentro de um triângulo e constrói o círculo inscrito nele, trazendo também as imagens para que se faça a visualização do passo a passo. Como próximo passo o autor inicia as atividades relacionadas aos círculos inscritos e circunscritos a um quadrilátero, apresentando o passo a passo e as imagens para facilitar a visualização.

Oliveira (2018) também traz os círculos inscritos e circunscritos a polígonos com mais lados, efetuando demonstrações das construções e apresentando imagens do passo a passo. Nas considerações finais, o autor relata que buscou compreender a relevância do uso das tecnologias para ensino de matemática com a utilização de softwares de geometria dinâmica e conclui que o GeoGebra pode contribuir significativamente para melhoria no

processo de ensino e aprendizagem da educação básica, com foco principal no ensino de matemática. Informa também que neste trabalho não foram desenvolvidas as atividades em sala de aula propostas para os alunos, mas o estudo realizado permite vislumbrar a importância do uso do GeoGebra no ensino de geometria e que espera que o trabalho possa contribuir para o desenvolvimento de aulas de geometria.

Valereto (2018) desenvolveu um trabalho que buscou investigar se a utilização de softwares pode colaborar com a aprendizagem da simetria de translação. Essa investigação tem abordagem qualitativa, utilizando como sujeitos sete alunos (três alunos do oitavo ano e quatro alunos do 9º ano do ensino fundamental). Essa investigação foi efetuada em uma escola particular de Maringá, interior do Paraná, com aplicação de uma sequência didática de 19 tarefas utilizando softwares SIMIS e o GeoGebra, em seis encontros, e um questionário final com 12 questões, seis delas sobre translação. A autora inicia o trabalho informando sobre o destaque que a geometria voltou a ganhar no currículo das escolas brasileiras com os PCNs, pois, segundo ela, a influência do Movimento da Matemática Moderna durante as décadas de 1980/1990 fez com que sua ausência fosse quase total, então os estudantes ficaram carentes de noções geométricas, e os professores inseguros para ensinar. Os objetivos específicos do trabalho são a investigação de resolução de tarefas e aprendizagem de simetria de translação utilizando o software SIMIS, a investigação e resolução de tarefas e aprendizagem de simetria de translação utilizando o software GeoGebra e a análise de resolução de tarefas de aprendizagem dos conceitos de simetria. A autora traz uma abordagem de tecnologias no ensino, com a definição dos softwares educacionais e a apresentação dos aplicativos de geometria dinâmica utilizados em seu trabalho, e traz também a discussão que trata da presença do ensino por meio de tarefas matemáticas com os conceitos de simetria em documentos oficiais que norteiam a educação básica no Brasil. Apresenta a metodologia de pesquisa, a teoria da engenharia didática, as atividades aplicadas e as análises dos resultados. A autora faz uma análise a priori e posteriori das atividades, a priori com o que se deseja obter e a posteriori com o que se obteve a partir da análise das respostas dos alunos, incluindo as atividades com o GeoGebra. Os resultados apontaram que cada software teve sua função e potencialidade: o primeiro (SIMIS) mostrou-se como uma boa ferramenta para introduzir os conceitos, e o GeoGebra foi mais eficaz na apresentação de ferramentas e, por ser totalmente interativo, possibilitou que os alunos aprofundassem a compreensão de propriedades, já que permitiu o trabalho com deslocamento de pontos de

figuras, e com isso, facilitou a percepção de que há uma dependência de elementos na translação. A autora ainda diz que, embora os softwares tenham tido um papel importante, é essencial considerar as dificuldades que os alunos apresentam no decorrer das atividades, e como essas tarefas podem ser adaptadas para aplicação nas salas de aula. Informa que a pesquisa colaborou para confirmar a ideia de que a geometria pode ser ensinada significativamente para os alunos e não deve estar apenas baseada na memorização de fórmulas e teoremas.

Santos (2016) faz uma pesquisa qualitativa do tipo documental que utiliza a teoria da Transposição Didática proposta por Yves Chevallard e a teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval. Com isso, Santos (2016) analisa a possibilidade de utilizar o aplicativo Cabri 3D como auxílio para transposição didática interna do livro XIII de Euclides, transformando as orientações do livro para uma linguagem atual, e verificando se apresenta as relações para desenvolver as fórmulas de volume. O autor separa a pesquisa em três partes: a primeira parte é a exploração e descrição em linguagem atual das construções realizadas por Euclides no software Cabri 3D; a segunda parte é a exploração da construção dos sólidos para encontrar relações matemáticas; e na terceira parte, sobre essas relações encontradas, busca um caminho inverso para verificação e para confirmação dessas relações matemáticas.

Alves (2019) objetiva solidificar tópicos de geometria que são abordados no ensino fundamental e no ensino médio através das construções geométricas utilizando os aplicativos de geometria dinâmica GeoGebra. As construções geométricas que são usadas neste trabalho possuem como objetivo gerar um recurso tecnológico que possibilite ao aluno o aprimoramento dos conhecimentos através da compreensão e visualização de cada uma das construções. A autora introduz a importância do ensino de construções geométricas na educação básica e reforça a importância do professor utilizar recursos tecnológicos em suas aulas para complementação de conteúdos (ensino).

A pesquisadora faz uma análise sobre a geometria que é abordada no currículo do Estado de São Paulo e mostra que a geometria é apresentada de forma espiral, que é quando está presente em todos os anos e séries e sempre é aprofundada de acordo com a passagem dos anos. Alves (2019) segue mostrando os conteúdos que são abordados em cada um dos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio. O trabalho segue com uma lista de pré-requisitos sobre geometria que os alunos precisam ter antes de realizar

as construções geométricas propostas e um passo a passo para que os alunos conheçam o aplicativo GeoGebra e suas funcionalidades. Ela mostra as construções elementares que são a base para algumas construções, como alguns lugares geométricos, por exemplo, e abrange os seguintes tópicos: conhecimentos prévios, preparação, construção, verificação com o GeoGebra e justificativa, e utiliza esses tópicos na resolução de alguns problemas.

A autora informa que este trabalho pretende servir como uma ferramenta para que alunos e professores possam trabalhar geometria a partir das construções geométricas, então efetua uma capacitação com professores da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e essa capacitação foi realizada em uma sala de informática com acesso ao software GeoGebra ao longo de duas semanas. A atividade foi aplicada na própria escola para alunos de 3º ano do ensino médio, mas outros alunos da escola tiveram oportunidade de participar da atividade durante a Semana de Ciência e Tecnologia da USP, em 2017, em uma oficina feita pela própria autora. A atividade objetiva verificar a aplicabilidade do software na resolução de alguns problemas propostos, e os alunos que participaram da oficina realizaram apenas as construções utilizando o software e trabalharam de maneira colaborativa. Os professores das turmas que participaram da oficina informaram que a tecnologia se tornou uma facilitadora para uma aprendizagem significativa, pois proporcionou discussões referentes ao conteúdo, estimulou a curiosidade, possibilitou a generalização de resultados e a interação aluno-aluno e aluno-professor.

Pereira (2012) fala sobre a interação entre professor e aluno e a importância de um ambiente colaborativo para ensinar geometria no ensino fundamental e médio a partir dos softwares de geometria dinâmica. O autor informa que a presença das tecnologias da informação e comunicação no cotidiano na sala de aula não é vista como simples, pois as tecnologias invadem e compõem o cotidiano de diferentes formas em praticamente todas as áreas de conhecimento. O autor faz algumas considerações em relação à informática na educação no Brasil, e informa que os debates sobre o uso da informática na educação e na Educação Matemática é decorrente de discussões ocorridas dentro das pesquisas atuais. O autor enfatiza alguns pesquisadores que são referência em uso de tecnologias na Educação Matemática, como Borba e Penteado, mostrando como a informática educativa foi inserida dentro das escolas brasileiras de forma tardia.

Pereira (2012), com sua pesquisa, criou um ambiente colaborativo para o uso do software de geometria dinâmica GeoGebra, para contribuição no ensino e aprendizagem dos conceitos ligados à geometria como circunferência, bissetriz de um ângulo, mediatriz de um segmento de reta, retas paralelas e triângulo. De acordo com o autor, as atividades utilizando o GeoGebra promoveram a interação entre os alunos e possibilitaram aos estudantes experimentar e verificar as características dos objetos geométricos através das ferramentas que o software disponibiliza. O autor chama a atenção para as atividades investigativas, pois estas modificaram a postura dos alunos através das interações entre eles durante as tarefas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica permite situar o trabalho dentro de um contexto mais amplo de pesquisas anteriores e conhecimentos existentes sobre o assunto, fornecendo informações sobre o estado da arte do campo em questão. Esperamos que este levantamento possa contribuir para o desenvolvimento de uma perspectiva crítica e informada sobre o ensino de geometria espacial utilizando softwares de geometria dinâmica.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. A. **Geogebra como suporte para o ensino de Geometria por meio de construções geométricas abordadas no Programa de Iniciação Científica da OBMEP**. 2019. 137 p. Dissertação (Mestrado em Ciências - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos - SP, 2019.
- CHEVALLARD, Yves. **La tranposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado**. Traduzida por Claudia Gilman. Editora Aique: Buenos Aires. 1991.
- CHEVALLARD, Yves. *Sobre a teoria da Transposição Didática: algumas considerações introdutórias*. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v.3, n.2. 2013.
- CRESWELL, J.W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DUVAL R. **Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie: Développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements**. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, vol. 10, p. 5–53, 2005.
- FREITAS, R. C. O; PAIVA, M. A. V; PEREIRA, R. C. **A transposição didática na perspectiva do saber e da formação do professor de matemática**. *Educ. Matem. Pesq.* São Paulo, v.20, n.1, pp. 041-060, 2018.

LIBÂNEO, J. C. **Didática** (livro eletrônico) / José Carlos Libâneo. Ed. São Paulo: Cortez, 2017.

LORENZATO, S. Por que não ensinar geometria? **A Educação Matemática em Revista**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática. n. 4, p. 3-13, 1995.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **Pesquisa em Educação; abordagens qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986.

MURARI, C. Experienciando materiais manipulativos para o ensino e a aprendizagem da matemática. **Bolema**, v. 25, n. 41, p. 187-211, dez. 2011, Rio Claro.

OLIVEIRA, O. C. **A utilização do GeoGebra como auxílio didático no ensino dos polígonos inscritíveis e circunscritíveis**. Dissertação (mestrado profissional em matemática em rede nacional) - Universidade Federal da Paraíba. PB, 2018.

PAVANELLO, R. M. O Abandono do ensino de Geometria no Brasil: causas e consequências. In: **Revista Zetetiké**. Campinas, n°.1, 1993.

PEREIRA, Thales de Lelis Martins. **O uso do software GeoGebra em uma escola pública: interações entre alunos e professor em atividades e tarefas de geometria para o ensino fundamental e médio**. Dissertação (mestrado em educação matemática) - Universidade Federal de Juiz de Fora. MG, 2012.

SANTOS, A. A. **Construção e medida de volume dos poliedros regulares convexos com o Cabri 3D: uma possível transposição didática**. Tese (doutorado em educação matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. SP, 2016.

SOUZA, L. A. **Uma proposta para o ensino de geometria usando o GeoGebra 3D**. Dissertação (mestrado profissional em matemática em rede nacional) - Universidade Estadual da Paraíba. PB, 2014.

VALERETO, G. B. D. **Simetria de Translação: identificando possíveis aprendizagens de alunos do 8º e 9º anos ao utilizar softwares e tarefas**. Dissertação (mestrado profissional em matemática em rede nacional) - Universidade Estadual de Maringá. PR, 2018.

VIER, M. R. **O estudo das cônicas e quádricas com o auxílio dos softwares GeoGebra e R**. Dissertação (mestrado profissional em matemática em rede nacional) - Universidade Estadual da Paraíba. PB, 2019.