



Poly e GeoGebra 3D: um experimento de ensino na educação básica

Andressa Trainotti, UFRGS (PPG – Ensino de Matemática),

andressatrainotti@hotmail.com

Rodrigo Sychocki da Silva, UFRGS (PPG – Ensino de Matemática),

sychocki.rodrigo@gmail.com

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar e refletir sobre um experimento de ensino envolvendo Geometria Espacial ocorrido na educação básica fazendo-se uso dos *softwares* Poly e GeoGebra 3D. A pesquisa de caráter qualitativo ocorreu com uma turma de 2º ano de Ensino Médio de uma instituição da rede estadual de educação de Santa Catarina. Ao fim da pesquisa pôde-se concluir que as tecnologias digitais usadas no experimento contribuíram para o aprendizado dos tópicos de Geometria Espacial estudados, desenvolveram a curiosidade e motivação dos estudantes, assim como tornaram a sala de aula um ambiente de exploração, criação de conjecturas e validação de hipóteses pelos estudantes, os quais são elementos de uma profícua aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino, Geometria Espacial, Tecnologias Digitais. Visualização Geométrica.

Poly and GeoGebra 3D: a teaching experiment in basic education

Abstract: This article aims to present and reflect on a teaching experiment involving spatial geometry that occurred in basic education using Poly and GeoGebra 3D software. The qualitative research was carried out with a 2nd grade high school class from an institution of the Santa Catarina state education network. At the end of the research it was concluded that the digital technologies used in the experiment contributed to the learning of the topics of spatial geometry studied, developed the curiosity and motivation of the students, as well as made the classroom an environment of exploration, creation of conjectures and validation of hypotheses by students, which are elements of profitable learning.

Keywords: *Teaching, Space Geometry, Digital Technologies. Geometric View.*

1. INTRODUÇÃO

A Geometria Espacial faz parte dos componentes curriculares para a educação básica conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs). Entretanto, por vezes tal conteúdo é abordado em sala de aula de forma superficial pelos professores, focando apenas na apresentação de fórmulas e resolução exaustiva de exercícios. Segundo os PCNs (2002) é relevante que, por meio dos conteúdos de Geometria Espacial, se permita uma articulação lógica entre diferentes ideias e conceitos para garantir maior significação para a aprendizagem e, para isso, é importante evitar detalhamentos ou nomenclaturas excessivas. Assim como também apresenta as Orientações Curriculares Nacionais, “quanto ao trabalho com comprimentos, áreas e volumes, considera-se importante que o aluno consiga perceber os processos que levam ao estabelecimento das fórmulas, evitando-se a sua simples apresentação” (BRASIL, 2006, p.76).

Deste modo, torna-se relevante que o estudante conheça os conceitos matemáticos que oportunizam a dedução de fórmulas, que haja uma compreensão da



relação entre fórmulas e conceitos, e não para que estas sejam compreendidas como algo pronto e inexplicável. A Geometria Espacial envolve o estudo de poliedros, sua classificação e representação; estudos dos sólidos redondos, propriedades relativas à posição e inscrição e circunscrição de sólidos. De acordo com os PCNs (2002), o estudo desses conceitos deve acontecer por meio de:

- Interpretação e associação de objetos sólidos à suas diferentes representações bidimensionais, como projeções, planificações, cortes e desenhos.
- Utilização do conhecimento geométrico para a leitura, compreensão e ação sobre a realidade.
- Compreensão do significado de postulados ou axiomas e teoremas e reconhecer o valor de demonstrações para perceber a Matemática como ciência com forma específica para validar resultados.

Ainda, segundo os PCNs,

o ensino de Geometria na escola média deve contemplar também o estudo de propriedades de posições relativas de objetos geométricos; relações entre figuras espaciais e planas em sólidos geométricos; propriedades de congruência e semelhança de figuras planas e espaciais; análise de diferentes representações das figuras planas e espaciais, tais como desenho, planificações e construções com instrumentos (BRASIL, 2002, p. 120).

Como orientação para o ensino da Geometria Espacial, os Parâmetros Curriculares Nacionais propõem que, “no trabalho com as áreas das superfícies de sólidos, é importante recuperar os procedimentos para determinar a medida da área de alguns polígonos, facilitando a compreensão das áreas das superfícies de prismas e pirâmides” (BRASIL, 2006, p. 76). Contudo, é possível perceber que a Geometria Espacial deve ser abordada de modo que permita ao aluno explorar o sólido, manipulá-lo, reconhecer suas propriedades e dar sentido às fórmulas das relações existentes entre estes, os cálculos de áreas, volumes entre outras.

A partir de inquietações e reflexões sobre o ensino e aprendizagem da Geometria Espacial, origina-se a experiência de ensino aqui apresentada no artigo. Como alternativa para abordar tópicos da Geometria Espacial conforme é orientado pelos parâmetros nacionais optou-se por trabalhar com recursos digitais, mais especificamente, *softwares*. Utilizaram-se referenciais teóricos sobre o uso das tecnologias digitais nos espaços escolares para fundamentar a experiência. O presente artigo está organizado em três partes: na primeira é apresentada a fundamentação teórica que sustenta a proposta de experimentação; a segunda caracteriza o aporte metodológico, materiais e métodos utilizados; a terceira parte consiste nas análises e reflexões sobre o experimento ocorrido. Por fim, a título de conclusões reflete-se sobre o experimento ocorrido por meio das lições aprendidas, projeções e perspectivas de continuidade da proposta.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Segundo Gravina *et al* (2012, p.12), as diferentes tecnologias em nossa volta mudam o nosso ritmo de vida e, sendo assim, a sala de aula também deveria incorporar cada vez mais as tecnologias, pois, elas “influem nas nossas formas de pensar, de aprender, de produzir”. Torna-se necessário, portanto, acompanhar o desenvolvimento tecnológico em sala de aula já que a tecnologia já faz parte da vida do estudante.

De acordo com as ideias de Aguiar (2008, p.63),



o uso das novas tecnologias propicia trabalhar em sala de aula com investigação e experimentação na Matemática, considerando que permite ao aprendiz vivenciar experiências, interferir, fomentar e construir o próprio conhecimento. O aluno participa dinamicamente da ação educativa através da interação com os métodos e meios para organizar a própria experiência.

Ainda segundo a autora, “a utilização e a exploração de *softwares* para o ensino de Matemática pode desafiar o aluno a pensar sobre o que está sendo feito e, ao mesmo tempo, levá-lo a articular os significados e as conjecturas sobre os meios utilizados e os resultados obtidos” (AGUIAR, 2008, p.64). Assim, as propriedades matemáticas, as técnicas e as ideias passam a ser o seu próprio objeto de estudo.

Utilizar-se da tecnologia em sala de aula oportuniza a interatividade entre o aprendiz e o objeto de estudo, propiciando uma participação ativa do aluno e uma reflexão acerca dos recursos tecnológicos computacionais (AGUIAR, 2008). E, com a participação ativa do aluno, o mesmo pode desenvolver maior interesse pela disciplina, estimulando assim, motivação e curiosidade pelo estudo da Matemática.

O ensino de geometria aliado ao uso de tecnologias, de acordo com Notare e Basso (2016), pode possibilitar a “concretização” dos objetos matemáticos na tela do computador e proporcionar a sensação de realismo e existência material do objeto pela possibilidade de manipular e alterar as suas propriedades. Assim, os ambientes oferecidos por estes recursos de geometria em 3D contribuem para o desenvolvimento do raciocínio espacial dos estudantes.

Com base no exposto, neste trabalho almeja-se promover o ensino de tópicos da Geometria Espacial fazendo-se uso de *softwares*. Para tal foram escolhidos os *softwares* Poly Pro e GeoGebra, ambos de livre acesso. O *software* Poly Pro permite a exploração de poliedros convexos, dentre eles os platônicos, através dos recursos de visualização em três dimensões em que é possível movimentá-los em todas as direções, transformar o poliedro em sua planificação e uma representação do poliedro em que destaca suas arestas.

As pesquisas de Tenório, Aguiar e Tenório (2017) e Saraiva (2015) relatam a potencialidade do *software* Poly Pro durante o processo de ensino de Geometria Espacial, concluindo que este contribuiu para o processo de aprendizagem dos conceitos de poliedros, apresentando também a motivação e a participação ativa por parte dos estudantes como elementos essenciais para o desenvolvimento das atividades.

O GeoGebra é um *software* de geometria dinâmica e permite a visualização simultaneamente do conceito algébrico e o geométrico. Este permite a construção das diferentes figuras espaciais, proporcionando também a visualização do sólido em três dimensões, sendo possível criar poliedros de diferentes tamanhos e altura; também tem ferramentas que permitem determinar a medida do comprimento de segmentos de retas, a área de superfícies e o volume de poliedros.

As pesquisas de Souza (2014), Zotto *et al* (2013) e Sampaio (2015) apontam a relevância da utilização de recursos tecnológicos para o ensino de Matemática, mais especificamente a contribuição do *software* GeoGebra 3D para o ensino de tópicos da Geometria Espacial, pois este oportuniza que os conteúdos desta disciplina sejam expostos de forma que catalise o processo de aprendizagem, estimule o interesse e a curiosidade do estudante pela disciplina com o intuito de desenvolver habilidades que poderiam ficar omitidas no processo de ensino que ocorra sem a abordagem deste recurso. As pesquisas refletem também que o uso das tecnologias estimulam a participação e contribuição com ideias e argumentos por parte dos estudantes durante as aulas.



3. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS: MATERIAIS E MÉTODOS

Uma pesquisa se caracteriza como uma busca de “compreensões e interpretações significativas do ponto de vista de uma interrogação formulada” (BICUDO, 1993, p.18). Para obter compreensões e interpretações significativas, optou-se por caracterizar o estudo realizado como uma pesquisa qualitativa. Segundo Goldenberg (1997), a pesquisa qualitativa enfatiza as particularidades de um fenômeno em termos de seu significado, pois consistem em descrições detalhadas de situações com o objetivo de compreender os indivíduos em seus próprios termos.

Entende-se que o cunho qualitativo dado ao estudo oportunizou refletir com qualidade sobre os resultados obtidos com o experimento de ensino. Com a não utilização de uma métrica quantitativa para análise dos resultados do experimento observou-se que a análise predominante ocorreu sobre a produção dos estudantes participantes ao longo de um processo, ao invés de considerar somente situações e fatos ocorridos pontualmente.

Esta pesquisa, entendida aqui como um experimento de ensino, se desenvolveu com uma turma de 2º série do Ensino Médio da Escola de Educação Básica Adolfo Böving, no município de Braço do Trombudo, no estado de Santa Catarina. A turma tinha 24 estudantes dos quais, apenas um não possuía telefone celular e nem *smartphone*. As atividades da pesquisa foram desenvolvidas em oito aulas de 45 minutos cada. Para a realização destas, foram utilizados projetor multimídia e *smartphones*. A escola possuía um Laboratório de Informática com 10 computadores, entretanto, todos apresentavam problemas técnicos os quais poderiam comprometer o cronograma de exequibilidade da pesquisa.

A pesquisa foi dividida em duas etapas, as quais serão denominadas de atividades. A primeira atividade consistiu em explorar o *software* Poly Pro para o reconhecimento e estudos de poliedros. O objetivo era reconhecer e determinar a quantidade de faces, arestas e vértices de poliedros previamente determinados para, em seguida, com a análise destes dados coletados: deduzir a fórmula da relação de Euler, identificar os sólidos platônicos e deduzir as fórmulas da área da superfície dos poliedros estudados. Esta atividade foi desenvolvida em quatro aulas.

A segunda atividade consistiu em investigar problemas de Geometria Espacial utilizando o *software* GeoGebra. Os estudantes resolveram os problemas inicialmente no *software* para em seguida construir uma solução algébrica. Pretendeu-se com esta atividade que a visualização do problema construído com o aplicativo aumentasse a compreensão e colaborasse na resolução do problema algebricamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira atividade aplicada teve por objetivo o estudo de alguns poliedros específicos. Devido ao fato de o laboratório de informática da escola não estar disponível para uso até o momento da atividade, utilizou-se o projetor multimídia na sala de aula conectado ao computador da pesquisadora para projetar o *software* Poly Pro. Após a apresentação da interface do *software*, os alunos foram orientados a explorar o mesmo para preencher a seguinte tabela:

Tabela 1: Atividade 1: tabela preenchida pelos estudantes. Fonte: autores.

Sólido	Nº faces	Nº vértices	Nº arestas	Nº arestas convergem cada vértice	Forma das faces
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)



Com o *software* Poly Pro os estudantes puderam visualizar, rotacionar e explorar cada poliedro em três dimensões, bem como relacionar estes sólidos com objetos bidimensionais (figuras planas) por meio da sua projeção e planificação, conforme o proposto pelos PCNs.

A tabela foi construída para os seguintes poliedros: cubo, prisma de base triangular, prisma de base pentagonal, prisma de base hexagonal, tetraedro, pirâmide de base quadrada, pirâmide de base pentagonal, octaedro, dodecaedro e icosaedro.

Para isso, um dos alunos da turma se ofereceu para ficar movimentado os poliedros enquanto os demais auxiliavam a observar a figura. Ao longo da atividade perceberam que ao planificar o sólido se tornavam mais fácil de contar o número de faces e identificar as formas das faces. Já para contar os vértices e arestas era melhor com a visualização em 3D. Vale ressaltar que antes desta atividade os alunos já haviam trabalhado com o conceito de poliedro, conseqüentemente de vértices, arestas e faces. Eles haviam realizado anteriormente uma atividade sobre a construção de poliedros com massa de modelar e palitos de churrasco, o que na ocasião oportunizou compreender os conceitos de vértice e arestas.

O segundo poliedro explorado foi o prisma de base triangular. Neste não houve dúvidas quanto ao perceber a quantidade dos elementos pedidos na tabela. Nos dois poliedros seguintes, o prisma de base pentagonal e de base hexagonal, rapidamente os alunos relacionaram que a quantidade de faces era determinada pelo número de lados do polígono da base mais 2 (que representam a base inferior e superior do prisma).

O próximo sólido foi o tetraedro. Inicialmente houve certa dificuldade de alguns alunos em perceber que era uma pirâmide de base triangular, mas após planificar a figura e partindo da planificação montar o sólido todos conseguiram compreender. A exploração das pirâmides de base quadrada e de base pentagonal também não gerou dúvidas. Todos conseguiram perceber rapidamente, semelhante ao caso dos prismas, que a quantidade de faces era o número de lados do polígono da base mais 1 (sendo que o 1 era a face da própria base).

Ao analisar o octaedro houve certa dificuldade em notar alguns elementos. A quantidade de faces e forma da mesma foi de fácil percepção com a planificação do sólido. Contudo, ao contar o número de arestas alguns alunos tiveram maior dificuldade e a turma levou alguns minutos discutindo e contando até conseguirem chegar ao número de 12 arestas. Ao explorar o dodecaedro as dificuldades se apresentaram em contar o número de vértices e arestas. Para isso foi necessária a intervenção da pesquisadora em orientar com aspectos que poderiam auxiliar na percepção da quantidade de cada elemento. O mesmo aconteceu durante a exploração do icosaedro, sendo que levou um tempo um pouco maior para que os alunos conseguissem contar todas as 30 arestas do sólido.

Após a análise de todos estes poliedros e com as tabelas preenchidas, os estudantes foram orientados a observar os valores que haviam encontrados e tentar perceber alguma relação existente entre alguns elementos destes poliedros. O objetivo era que pudessem deduzir a Relação de Euler entre o número de faces, vértices e arestas. Uma aluna percebeu a relação em que o número de faces mais o número de vértices é igual ao número de arestas acrescido de duas unidades, mas ela não se sentia confiante em falar pois pensava que talvez não era isto o que havia sido pedido. Depois de mais alguns minutos outros alunos também perceberam a relação e começaram a debater uns com os outros. Após isso, foi pedido para que eles mesmos criassem uma fórmula que representava esta relação, que foi a seguinte: $F+V=A+2$, em que F é o número de faces, V o número de vértices e A o número de arestas.



Após isto, foram apresentadas aos estudantes as definições dos sólidos de Platão e com o uso da tabela eles deveriam identificar quais daqueles poliedros eram platônicos e conjecturar se existiria mais algum que não estivesse ali. Como conclusão, os estudantes identificaram como sólidos de Platão o cubo, o tetraedro, o octaedro, o dodecaedro e o icosaedro, sendo que são apenas estes cinco os sólidos platônicos.

Ainda como parte da primeira atividade, utilizando os conhecimentos de geometria plana que havia sido retomado em aulas anteriores, os estudantes deveriam criar uma fórmula que representasse a área da superfície total de cada poliedro da tabela preenchida. Inicialmente houve algumas dificuldades por não se lembrarem da fórmula da área de um pentágono, mas como solução, alguns alunos pesquisaram na internet fazendo uso de seus *smartphones* e compartilharam a resposta da busca com todos.

Ao final, todos conseguiram representar as fórmulas das áreas da superfície dos poliedros solicitados. Vale ressaltar que esta atividade está em consonância com os PCNs, pois possibilitou aos estudantes “perceber os processos que levam ao estabelecimento das fórmulas, evitando-se a sua simples apresentação” (BRASIL, 2006, p.76). Assim como também afirma Aguiar (2008), notou-se que através da dedução das próprias fórmulas de área os estudantes puderam refletir sobre o conceito já estudado de geometria plana e articular os significados e conjecturas com a visualização tecnológica destas figuras nas faces dos poliedros, conseguindo criar relações entre os conteúdos e resultados obtidos.

Esta primeira atividade permitiu aos estudantes a construção do próprio conhecimento pela participação e interação com as tecnologias a partir da investigação Matemática proporcionada, conforme defende Aguiar (2008).

A segunda atividade consistiu na resolução de problemas de Geometria Espacial utilizando o *software* GeoGebra 3D. O objetivo desta atividade era que os estudantes conseguissem interpretar o problema, resolvê-lo inicialmente no aplicativo GeoGebra para em seguida, construir uma solução algébrica do problema. De acordo com Onuchic e Allevato (2011), a resolução de problemas aplicada nas aulas de Matemática desenvolve a capacidade do estudante de pensar matematicamente e permite criar diferentes estratégias de resolução de um mesmo problema.

Os estudantes se dividiram em grupos oito grupos de três alunos, sendo que, pelos menos um dos estudantes do grupo haviam instalado o aplicativo do GeoGebra 3D em seu *smartphone*. Os problemas propostos foram retirados da pesquisa de Silva, Fanti e Barbaresco (2015) e serão apresentados a seguir.

Cabe ressaltar que, antes de os estudantes resolverem os problemas, foi apresentada a interface do GeoGebra 3D, apresentando algumas de suas ferramentas e como fazer a construção de sólidos geométricos através das ferramentas de construção, *Cubo*, *Prisma* e *Pirâmide*. Os estudantes já haviam utilizado o *software* GeoGebra anteriormente para trabalhar com funções trigonométricas, logo já tinham alguma familiaridade com o mesmo no momento dessa pesquisa.

Problema 1 - Sabendo que a aresta de um cubo é 1 cm, calcule a área do hexágono regular formado pelos pontos médios das arestas, conforme mostra a figura abaixo:

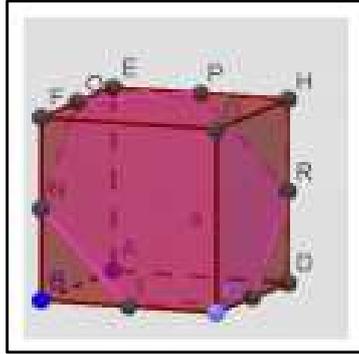


Figura 1: Cubo proposto pelo Problema 1. Fonte: Silva, Fanti e Barbaresco (2015)

Neste primeiro problema inicialmente houve certa dificuldade de interpretação do desenho por parte de alguns alunos. Portanto, a pesquisadora necessitou intervir em todos os grupos para auxiliar na construção da figura proposta. A principal dificuldade era como formar o hexágono pedido, pois necessitava das ferramentas de *Ponto Médio* ou *Centro* e *Polígono*. Após a construção, utilizaram a ferramenta *Área* para calcular a área do hexágono e concluíram que esta era 1,3 unidades de área, assim como é possível perceber na figura abaixo que mostra a construção da figura feita pelo grupo 3.

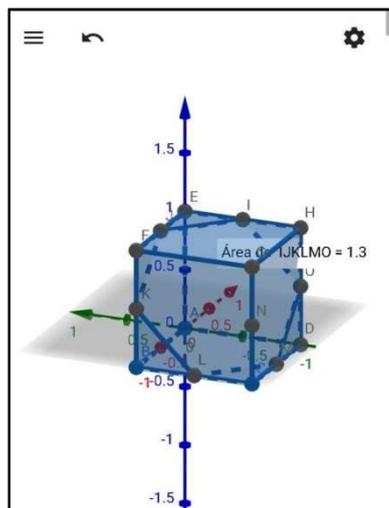


Figura 2: Cubo construído pelo grupo 3. Fonte: Arquivo pessoal.

Após a construção, a dúvida era como resolver de forma algébrica este problema. O problema estava inicialmente em como obter a medida do lado do hexágono. Alguns dos estudantes conjecturaram que, como a aresta é ligada pelos pontos médios então ela deveria ter a metade da medida do lado do cubo. Contudo, na hora de calcular a área do hexágono viram que o resultado estava diferente do que o apontado pelo *software*. Foi necessária a intervenção da pesquisadora em todos os grupos para orientar como calcular este lado do hexágono. No grupo 2, a pesquisadora iniciou questionando que figura este lado do hexágono formava com as arestas do cubo e os estudantes responderam que era um triângulo, primeiro disseram que era equilátero e depois isósceles. Confirmado que se tratava de um triângulo isósceles, foi lhes dito que este era um triângulo que tinha uma particularidade especial, e perguntou-se qual era o ângulo formado por dois lados deste triângulo. Uma das alunas respondeu que era um ângulo de 90 graus, logo este triângulo era retângulo. Questionou-se então de que modo seria possível obter a medida de um dos lados desse triângulo. De momento, este grupo não sabia responder. O grupo 7 que estava próximo e ouviu os questionamentos



feitos para o grupo 2, questionou se era possível então utilizar o Teorema de Pitágoras. Foi pedido para que tentassem calcular e verificassem se chegariam ao resultado pretendido. Logo, concluíram que o lado do hexágono era aproximadamente 0,71 e a área, portanto, aproximadamente 1,3. Os demais grupos também conseguiram identificar que deveria utilizar o Teorema de Pitágoras para encontrar a medida do lado do hexágono.

Problema 2 - Construa no GeoGebra um paralelepípedo retângulo de altura 5 e que tem como base um retângulo ABCD de lados 2 e 6. Considere os pontos médios M, N, P e Q de cada um dos lados do retângulo ABCD e construa um prisma reto cuja altura é 5 e que tem o polígono MNPQ como uma de suas bases. Utilizando ferramentas do GeoGebra, conclua que o volume do último prisma construído é metade do volume do prisma inicial. Justifique sua resposta.

A construção dos prismas gerou dificuldade para os estudantes. Primeiro, pelo fato de que quando se utiliza a ferramenta *Prisma* devem ser selecionados os pontos da base e em seguida a altura, e assim alguns prismas não ficavam retos. Os alunos foram orientados então de modo a construir inicialmente o polígono da base, e em seguida utilizar a ferramenta *Extrusão para Prisma ou Cilindro*, o que facilitou para definir a altura do prisma. Ao utilizar a ferramenta *Volume*, era possível identificar que o volume do último prisma construído é a metade do volume do prisma inicial, conforme mostra a construção de um grupo:

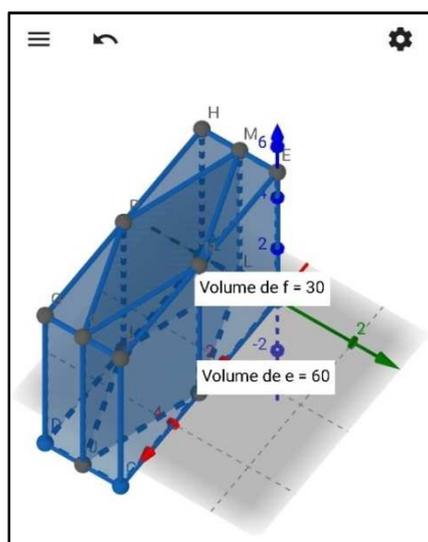


Figura 3: Prismas construídos pelo grupo 5. Fonte: Arquivo pessoal.

Para justificar de forma algébrica que o volume de um dos prismas correspondia à metade do volume de outro prisma, a solução proposta pelos estudantes foi calcular o volume de cada prisma. Para o cálculo do volume do primeiro prisma construído não houve dificuldade. Já para o cálculo do volume do segundo prisma construído, os alunos não conseguiam identificar como calcular a área da base. As primeiras conjecturas eram de que esta base construída era um retângulo, e que para calcular o lado era necessário utilizar o Teorema de Pitágoras como no problema anterior. Contudo, o volume encontrado não era igual ao volume indicado pelo *software*. Houve muitas perguntas à pesquisadora sobre como resolver, e foi pedido para que eles pensassem em outro polígono que tem forma semelhante. Uma aluna perguntou se poderia ser um losango, e então foi necessário retomar as propriedades das diagonais de um losango. Logo, com o losango foi encontrado o volume de 30 unidades de volume assim como indicava o *software*.



Problema 3 - Construa no GeoGebra um prisma cuja base seja um quadrado de lado 3cm e que tenha volume 63cm^3 .

Neste problema os grupos apresentaram dois tipos de resoluções diferentes. O grupo 7 construiu um prisma de base quadrada de lado 3cm com uma altura qualquer e foi modificando a altura deste até atingir o volume de 63cm^3 , como é possível ver na resposta da atividade.

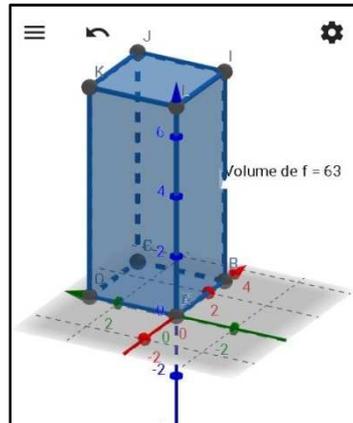


Figura 4: Prisma construído pelo grupo 7. Fonte: Arquivo pessoal.

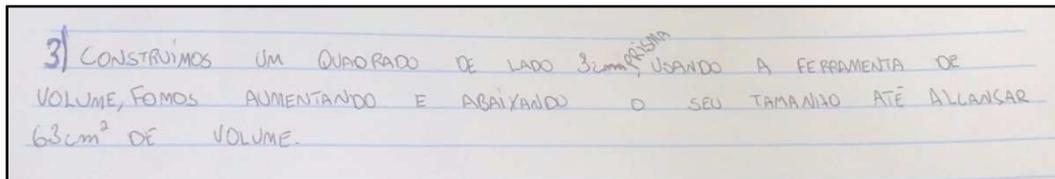


Figura 5: Resposta do problema 3 elaborada pelo grupo 7. Fonte: Arquivo pessoal.

Com este problema pretendia-se que os alunos percebessem que poderiam construir o prisma e encontrar a altura depois, assim como fez o grupo 7. Contudo, alguns grupos optaram por primeiramente encontrar a altura do prisma e construí-lo depois.

Ao final desta atividade, todos os grupos conseguiram responder os problemas corretamente. A visualização das figuras espaciais de forma dinâmica por meio do GeoGebra 3D contribuiu para melhor interpretação dos problemas propostos, oportunizando aos estudantes a construção da resolução algébrica destes problemas. Com base em Aguiar (2008), também foi possível perceber que esta atividade desafiou os estudantes a fazerem conjecturas através da atividade de investigação proporcionada e refletir acerca do recurso tecnológico, pois quando não chegavam à resposta pretendida com seus cálculos poderiam indagar que o *software* estivesse omitindo alguma informação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desta pesquisa, com a experimentação de ensino, foi possível observar que os *softwares* contribuíram para o aprendizado de tópicos de Geometria Espacial pelos estudantes. Os recursos de visualização 3D possibilitam melhor compreensão sobre dimensões das figuras, tornando-as mais “reais” do que apenas a representação em forma de desenho, sendo possível melhor relacioná-las com objetos do cotidiano. Utilizar os *smartphones* em sala de aula na segunda atividade possibilitou que mais



alunos tivessem o seu próprio contato com o *software* do que se tivesse sido usado um laboratório onde deveriam dividir o uso dos computadores em duplas ou trios.

Constatou-se que o uso de tecnologias transformou o ambiente de sala de aula com participação ativa dos alunos, sendo possível notar a curiosidade na construção de soluções para os problemas propostos. Inclusive, um dos alunos ao final das atividades disse à professora-pesquisadora que todas as aulas dali em diante poderiam ser assim, com uso de *softwares*. Ou seja, uma “aula diferente” é capaz de motivar o aluno e modificar a sua visão por vezes negativa da disciplina de Matemática.

Portanto, as tecnologias, em especial os *softwares* utilizados no experimento aqui exposto e analisado, contribuíram para que a abordagem de tópicos da Geometria Espacial pudesse ser feita forma dinâmica com os estudantes. As reflexões apresentadas no texto têm a intenção de fazer um convite aos professores e demais interessados sobre o seguinte tema: que o uso das tecnologias digitais seja uma forma de aperfeiçoar e qualificar o exercício docente. A partir do cenário emergente cada vez mais tecnológico torna-se necessário ao professor inserir e refletir sobre metodologias de ensino, as quais valorizam o fazer ativo e reflexivo dos alunos em detrimento da repetição exaustiva de algoritmos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E. V. B. **As novas tecnologias e o ensino-aprendizagem**. Vértices, Campos dos Goytacazes (RJ), v.10, n.1, p. 63-72, jan./dez. 2008.
- BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. vol.02. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.
- BRASIL. **PCN Ensino Médio+: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2002.
- ONUCHIC, L. de la R.; ALLEVATO, N. S. G. **Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas**. Bolema, Rio Claro (SP), v. 25, n. 41, p.73-98, dez. 2011.
- SAMPAIO, R. S. **A visualização no ensino de geometria com o Geogebra 3D**. Trabalho de Graduação. (Licenciatura em Matemática). Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.
- SOUZA, L. A. **Uma proposta para o ensino da Geometria Espacial usando o GeoGebra 3D**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Mestrado em Matemática). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.
- SARAIVA, A. M. **O uso dos softwares matemáticos no processo de ensino e aprendizagem no estudo dos sólidos de Platão no 3º ano do Ensino Médio**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Especialização em Metodologia do Ensino de Matemática do Ensino Médio). Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2015.
- SILVA, F. S. M.; FANTI, E. L. C.; BARBARESCO, E. M. **Explorando alguns conteúdos de Geometria Espacial com o GeoGebra 3D**. In: Semana da matemática, 27, 2015. Unesp: São José do Rio Preto. Disponível em: <http://www.ibilce.unesp.br/Home/Departamentos/Matematica/mc2c_flaviaerminiaevelin.pdf>. Acesso em 08 nov. 2017.
- ZOTTO, N.D. et al. **GeoGebra 3D e quadro interativo: uma possibilidade para o ensino de Geometria Espacial no ensino médio**. In: Congresso Internacional de Ensino da Matemática, 6., 2013, Canoas. Anais. Canoas: Universidade Luterana do Brasil, 2013.
- TENÓRIO, A.; AGUIAR, D. V.; TENÓRIO, T. **O uso de construções manuais e do software Poly Pro no estudo de poliedros**. Revista de Educação, Ciências e Matemática, Rio de Janeiro, v. 7, n.2, p. 141-160, mai./ago. 2017.