

## UMA INVESTIGAÇÃO DO USO DO GEOGEBRA 3D NO ESTUDO DE PROPRIEDADES DE POLIEDROS

Esther Vanessa do Nascimento Santos<sup>1</sup>, William Vieira<sup>2</sup>, Roberto Seidi Imafuku<sup>3</sup> e  
Emanoel Fabiano Menezes Pereira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Licenciatura em Matemática, bolsista do PIBIFSP e membro do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática e Formação de Professores - GEPEMFOP  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP  
Guarulhos, SP, Brasil

<sup>2</sup>Professor do curso de Licenciatura em Matemática e membro do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática e Formação de Professores - GEPEMFOP  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP  
Guarulhos, SP, Brasil

<sup>3</sup>Professor do curso de Licenciatura em Matemática e membro do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática e Formação de Professores - GEPEMFOP  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP  
Guarulhos, SP, Brasil

<sup>4</sup>Professor do curso de Licenciatura em Matemática e membro do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática e Formação de Professores - GEPEMFOP  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP  
Guarulhos, SP, Brasil

*esther.vanessa@aluno.ifsp.edu.br, wvieira@ifsp.edu.br, roberto.imafuku@ifsp.edu.br,  
emanoel.pereira@ifsp.edu.br*

### Resumo

Neste artigo investigou-se as potencialidades e limitações do uso do GeoGebra 3D nos processos de ensino e de aprendizagem de Geometria Espacial, mais especificamente de poliedros. Para isto, foi aplicada uma oficina a 17 licenciandos em Matemática de uma instituição pública de ensino, que foi seguida de uma atividade de ensino voltada ao estudo de poliedros e suas propriedades. Ao final, foi aplicado um questionário avaliativo sobre a oficina e a atividade realizada. Os Três Mundos da Matemática são o referencial teórico que embasa as discussões. As análises da atividade indicam bons conhecimentos dos participantes com o uso do aplicativo e com os conceitos envolvidos. Além disso, a análise do questionário revela que os participantes identificam potencialidades para o ensino de poliedros com o uso do aplicativo.

**Palavras-chave:** Ensino e Aprendizagem; GeoGebra 3D; Geometria Espacial; TDICs; Três Mundos da Matemática.

## AN INVESTIGATION OF THE USE OF GEOGEBRA 3D IN THE STUDY OF POLYHEDRON PROPERTIES

### Abstract

In this article, we investigate the potential and limitations of using GeoGebra 3D in the teaching and learning processes of Spatial Geometry, specifically polyhedrons. For this, a workshop was applied to 17 Mathematics graduates from a public educational institution, which was followed by a teaching activity focused on the study of polyhedrons and their properties. At the end, an evaluative questionnaire about the workshop and the activity performed was applied. The Three Worlds of Mathematics is the theoretical reference that supports the discussions. Activity reviews indicate good knowledge of participants with the use of the application and the concepts involved. In addition, the analysis of the questionnaire reveals that the participants identify potentialities for teaching polyhedrons using the application.

**Keywords:** Teaching and Learning; GeoGebra 3D; Spatial Geometry; DICTs; Three Worlds of Mathematics.

### 1. INTRODUÇÃO

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), atualmente tão populares (VALENTE, 1999; 2005), começaram a ter um aumento de investigação a respeito de seu uso pedagógico a partir dos anos 80, segundo Borba e Lacerda (2015). Nesta década, em 1981, na Universidade de Brasília, foi realizado o I Seminário Nacional de Informática Educativa, uma ação que estimulava a inserção dos computadores nas práticas pedagógicas dos professores. Nos anos seguintes, cursos de preparação de professores voltados ao uso e à adaptação do ensino aos novos recursos foram criados e oferecidos. A partir de então, os alunos do ensino básico passaram a utilizar as salas de informática.

No entanto, de acordo com Borba e Lacerda (2015), houve problemas com a manutenção do bom funcionamento destas salas: o número limitado de computadores, a falta de infraestrutura das escolas para uso e manutenção dos equipamentos, dentre outros, inviabilizaram, em partes, o seu uso pelos educadores. Em contrapartida, nos últimos anos, outras TDICs têm se apresentado como alternativas mais viáveis ao uso em sala de aula. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), os dispositivos móveis (como *notebooks* e *tablets*) e os celulares inteligentes (*smartphones*) vêm progressivamente se popularizando e se tornando cada vez mais acessíveis aos diversos grupos sociais nos últimos anos. Para estes novos recursos tecnológicos, novas discussões

sobre o uso e o papel destas TDICs no ambiente de sala de aula têm se tornado cada vez mais frequentes.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017), o ensino de Matemática, e em particular o ensino de Geometria Espacial no Ensino Básico, deve instigar a curiosidade intelectual do aluno, de modo que este proponha métodos próprios de resolução (formulando e testando hipóteses e criando seus próprios problemas e soluções), desenvolver o pensamento geométrico e utilizar tecnologias objetivando estimular o pensamento computacional dos aprendizes, de modo a torná-los capazes de resolver diversas situações-problemas.

De acordo com Sousa, Alves e Fontenele (2020) o aluno somente constrói um conhecimento e o pensamento geométrico quando, em seu processo de aprendizagem, existe a possibilidade do uso de intuição e exploração dos objetos estudados. Este processo, no entanto, se torna prejudicado, segundo os autores, a partir do momento em que os entes tridimensionais são representados apenas por uma perspectiva bidimensional, ou seja, quando a abordagem do professor se limita às representações feitas em livros didáticos ou na lousa.

Este empecilho, porém, se mostra passível de contorno. Segundo Macedo (2013) o uso de *softwares* de geometria dinâmica, mais especificamente o GeoGebra 3D, permite a construção dos objetos pelo próprio aluno, fornecendo dinamicidade, interatividade e desenvolvendo diferentes habilidades, por meio da manipulação de elementos geométricos, e permitindo diferentes percepções, análises de propriedades e elaboração de conjecturas. Além disso, segundo Leme (2017) a utilização do aplicativo em sala de aula abre a possibilidade de um ensino de Geometria Espacial mais eficaz quanto à visualização de conceitos e ao desenvolvimento de conhecimentos, além de se configurar como uma alternativa do modelo de aula expositiva para um formato que a torne mais atrativa e provoque a curiosidade dos estudantes.

Neste trabalho, investigou-se o uso do *smartphone* e de outros dispositivos móveis nos processos de ensino e de aprendizagem de Geometria Espacial, mais especificamente, no estudo de poliedros e suas propriedades, por meio da exploração de uma atividade de ensino que aborda estes temas. Para isto, foi realizado uma oficina de explanação sobre algumas ferramentas do GeoGebra 3D para 17 licenciandos em Matemática de uma instituição pública de ensino da região metropolitana de São Paulo e, em seguida, foi aplicado uma atividade de ensino sobre poliedros e suas propriedades. Ao final da atividade, um questionário avaliativo sobre a oficina e a atividade realizada foi aplicado para os participantes, pois também estamos interessados em avaliar se, e como, os futuros professores avaliam o uso do aplicativo para o ensino de Geometria Espacial. O quadro teórico que suporta as análises são os Três Mundos

da Matemática de Tall (2013), que entende a atividade matemática por meio da inter-relação entre os mundos corporificado, simbólico e axiomático-formal.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos, realizou-se uma oficina com dois encontros de 2h30 cada, para 17 licenciandos em Matemática de uma instituição pública de ensino do estado de São Paulo, com objetivo de apresentar algumas ferramentas e funcionalidades básicas do *software* GeoGebra 3D. Na oficina, ferramentas foram expostas de forma que houvesse um nivelamento dos participantes sobre conhecimentos a respeito do *software* para a realização das atividades propostas. A atividade teve 1h30 de duração e os participantes puderam realizá-la nos dispositivos que desejassem, computador, *notebook*, *tablet* ou *smartphone*. Após a realização da oficina e da atividade, foi aplicado um questionário avaliativo, no qual perguntamos aos participantes sobre quais as suas perspectivas a respeito das potencialidades da oficina e da atividade com relação a um possível uso no Ensino Básico. Todas as etapas da pesquisa foram realizadas de forma remota.

A atividade de ensino aplicada possui 10 questões e explora construções que deveriam ser realizadas pelos estudantes no GeoGebra 3D e questões sobre propriedades básicas de poliedros. No presente artigo, são analisadas e discutidas as respostas de quatro estudantes para as questões 5 e 6, que tratam da construção de uma pirâmide de cinco vértices e a análise da relação entre os elementos fundamentais desta (Relação de Euler). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e são tratados por pseudônimos nas análises.

Na oficina, foi explanado algumas ferramentas básicas e essenciais para o desenvolvimento das questões presentes na atividade. De modo sequencial, foram apresentados os eixos coordenados do espaço (o eixo vermelho referente ao eixo x, o eixo verde referente ao eixo y e o eixo azul referente ao eixo z) e como deixá-los permanentemente identificados, por meio da ativação dos rótulos destes; logo após, as funções de exibir e esconder o plano xy (em cinza) e os eixos, assim como a possibilidade de exibir ou esconder objetos construídos. Também foi discutida a divisão entre a janela de álgebra, a janela de ferramentas e a janela gráfica, que permitem diferentes formas de construção dos objetos desejados. As ferramentas exploradas foram: ponto, segmento, ponto médio, interseção entre dois objetos, polígonos, poliedros, plano paralelo, plano por três pontos e um polígono e/ou poliedro cujo lado possui um valor definido. Dentre os polígonos, discutiu-se a definição de polígono côncavo e convexo, regular e irregular, seguidos de exemplos com o uso das

ferramentas disponíveis. Com os poliedros, discutimos a definição e seus elementos fundamentais (vértices, faces e arestas) e como efetuar a construção de pirâmides, prismas, cubos e tetraedros no GeoGebra 3D.

Os materiais utilizados foram a plataforma *online Google Meet*, para realização da oficina e acompanhamento das atividades, juntamente com o GeoGebra *Classroom 3D*, na qual a atividade foi elaborada e aplicada aos participantes. Os Três Mundos da Matemática de Tall (2013) é o referencial teórico adotado nas análises. Essa teoria prevê que o conhecimento matemático pode se manifestar de três formas diferentes: pelo mundo corporificado, pelo mundo simbólico e pelo mundo formal. O mundo corporificado é a forma do conhecimento matemático através da representação de objetos matemáticos, seja ela física ou não (como figuras, gráficos, entre outros), permitindo, portanto, a manipulação destes entes, que futuramente se tornam imagens conceituais. O mundo simbólico trabalha com o conhecimento em sua forma de manipulação e operações aritméticas ou simbólicas sobre os objetos, podendo o símbolo ser considerado como o próprio objeto matemático. O mundo formal é a forma do conhecimento matemático que se apresenta por meio da compreensão e do uso de axiomas, conceitos, definições e demonstrações, sendo mais utilizado de forma completa no Ensino Superior. No entanto, é possível explorar características do mundo formal na Educação Básica, de modo a que alguns elementos formais sejam acessíveis a estes estudantes. Durante a atividade matemática, é desejável que um sujeito transite e articule os mundos corporificado, simbólico e formal, ressignificando conceitos, ideias e procedimentos.

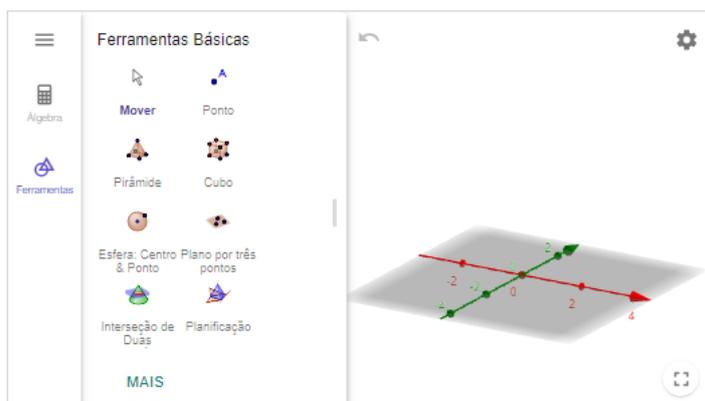
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item discutimos as respostas dos participantes para as questões 5 e 6, seguido da análise de alguns comentários feitos no questionário avaliativo destas atividades. Restringiu-se a discussão a essas duas questões pela limitação de espaço e pelo entendimento de que elas são representativas no processo realizado na investigação. No que segue, apresentamos a análise didática das questões 5 e 6 destacadas na Figura 1.

Figura 1. Enunciado das questões 5 e 6.

Questão 5

Construa, no espaço abaixo, uma pirâmide que possui 5 vértices.



Questão 6

Determine o número de vértices (V), arestas (A) e faces (F) da pirâmide que você acabou de construir. Calcule  $V - A + F$ . O que você observa?

Digite sua resposta aqui...

Essas questões se mostram complementares, quando as analisamos à luz dos Três Mundos da Matemática (TALL, 2013). De fato, na questão 5, era esperado que os participantes mobilizassem conhecimentos relacionados aos mundos corporificado e simbólico, sendo a utilização do mundo simbólico por meio da manipulação das informações presentes no enunciado, resultando na decisão de considerar uma pirâmide cuja base possua 4 vértices, e do mundo corporificado através da construção do objeto a partir da janela de ferramentas, e, de maneira implícita, trabalhassem características do mundo formal. O mundo formal se encaixa na mobilização das definições de pirâmide (um poliedro, cujos segmentos que partem do polígono considerado base se encontram em um único ponto externo ao plano que contém este polígono) e de vértices, faces e arestas (elementos fundamentais de um poliedro). Permite-se, então, o trabalho com o mundo corporificado, onde este validaria suas hipóteses advindas do mundo simbólico-formal. Na questão 6, a mobilização é voltada ao mundo corporificado-simbólico, com características do mundo formal, pois há a utilização do objeto anteriormente construído para a contagem de vértices, faces e arestas, juntamente com a manipulação aritmética destes dados com a expressão que verifica a Relação de Euler. As características vindas do mundo formal se relacionam com o conhecimento da relação e com os conceitos do que são vértices, faces e arestas.

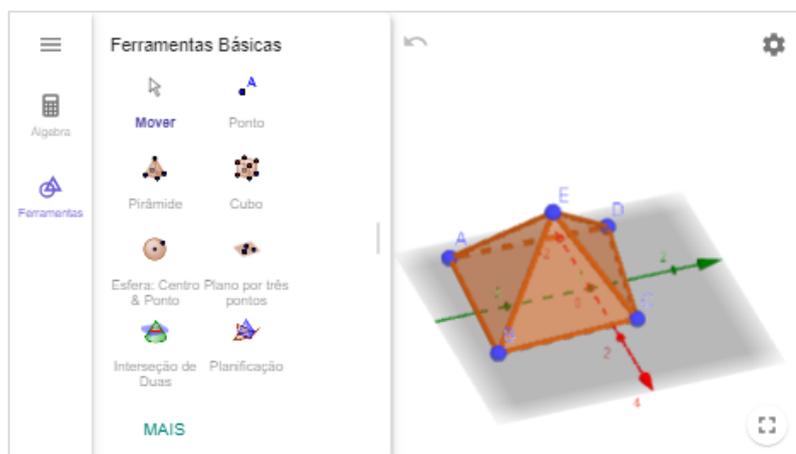
De maneira geral, a maioria dos participantes não apresentou dificuldades no desenvolvimento das questões propostas; três participantes demonstraram alguma dificuldade

com o uso da ferramenta, na questão 5, e dois não conseguiram atender ao pedido das questões 5 e 6. Na questão 6, um participante apresentou a resposta que atendia ao pedido no enunciado (verificação da Relação de Euler na pirâmide), porém apresentou uma construção que não atendeu ao enunciado na questão 5, outro apenas apresentou um erro de sinal, substituindo a adição pela subtração na Relação de Euler, e um terceiro participante não conseguiu realizar a construção proposta e encontrou valores absurdos para a construção realizada, que discutimos no que segue.

As respostas de Joana (Figura 2) indicam que houve uma compreensão do enunciado por parte desta participante, bem como um uso adequado do aplicativo.

Figura 2. Respostas de Joana para as questões 5 e 6, respectivamente.

#### Questão 5



#### Questão 6

##### Answer

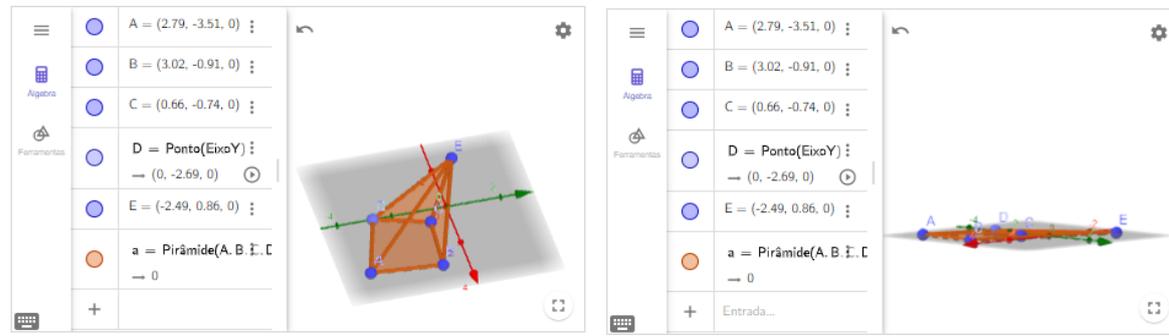
5 Vértices, 8 Arestas, 5 Faces, isso vai dar  $5-8+5=2$ , que chegamos novamente na Relação de Euler.

Em sua construção, Joana faz uso de características do mundo simbólico-formal para definir e manipular corretamente a quantidade de vértices da pirâmide, avaliando que esta deveria possuir uma base com 4 vértices e um vértice externo ao plano que contém esta base; características do mundo corporificado se manifestam ao haver uma utilização adequada da ferramenta, juntamente com a construção da pirâmide na janela gráfica. Em sua resposta dissertativa para a questão 6, características do mundo simbólico-formal são utilizadas no reconhecimento dos elementos fundamentais da pirâmide construída (vértices, arestas e faces), no conhecimento da Relação de Euler e na correta relação aritmética estabelecida entre os elementos.

As respostas de Pedro, destacadas na Figura 3, apontam um raciocínio correto para as questões, indicando que há uma compreensão dos conceitos exigidos em cada uma delas, e que este participante mobiliza conhecimentos dos mundos simbólico e formal de maneira adequada. Entretanto, sua construção aponta uma dificuldade na manipulação do mundo corporificado, com relação ao uso da ferramenta disponível, uma vez que a figura construída é plana e não uma pirâmide. Pedro não conseguiu realizar a construção correta por não ter determinado uma altura para a pirâmide, perspectiva que fica evidenciada na imagem à direita na Figura 3.

Figura 3. Respostas de Pedro para as questões 5 e 6, respectivamente.

Questão 5



Questão 6

Answer

$V = 5$   
 $A = 8$   
 $F = 5$   
 $5 - 8 + 5 = 2$ .

Observei que a relação  $V - A + F = 2$  se manteve.

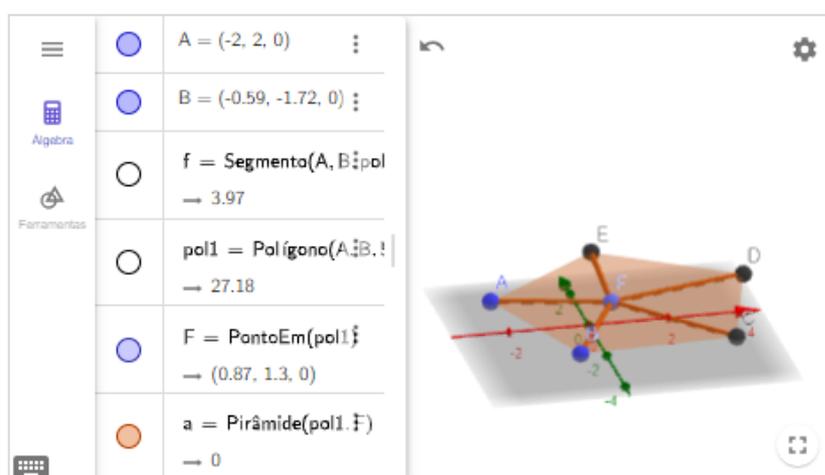
Apesar disso, Pedro consegue utilizar os elementos da figura plana construída e identifica os conceitos exigidos para a resolução da questão 6. Nesse sentido, a resolução apresentada indica o uso de características do mundo simbólico-formal por parte do estudante, apesar das dificuldades com o uso do aplicativo. Entendemos que estas dificuldades podem ser superadas com um uso mais frequente do aplicativo, podendo estes problemas ocorrerem num primeiro contato.

As respostas de Maria (Figura 4) indicam dificuldades com características do mundo simbólico-formal, uma vez que a participante não conclui que a pirâmide desejada deve ter 4 vértices na base. Ela apresenta compreensão da definição de uma pirâmide, bem como seus elementos fundamentais, porém, quando esta ideia do mundo formal não é inter-relacionada com características do mundo simbólico, existe a primeira dificuldade: associar que uma pirâmide que possua cinco vértices é diferente de uma pirâmide cuja base é um polígono de cinco lados. A transposição da necessidade de  $n-1$  vértices para a base mais um vértice para a

altura para uma pirâmide de  $n$  vértices indica que, apesar de haver uma correta interpretação dos elementos necessários à construção, este mesmo conhecimento não se mostrou efetivo para a utilização do mundo simbólico.

Figura 4. Respostas de Maria (a) para as questões 5 e 6, respectivamente.

#### Questão 5



#### Questão 6

##### Answer

$$6 - 10 + 6 = 2$$

Resposta igual a 2

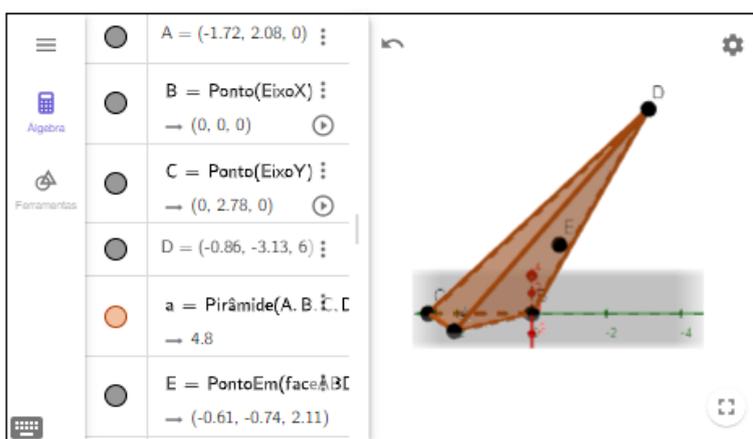
A segunda dificuldade apresentada por Maria se mostra na manipulação do mundo corporificado: a participante não deixa visível o polígono que delimita a base e não designa uma altura à sua construção, perspectiva que pode indicar uma dificuldade pontual com relação ao uso da ferramenta, que a impede de construir o poliedro desejado. A questão 6 reforça a mobilização dos conhecimentos da estudante com relação às características do mundo simbólico-formal, uma vez que, mesmo partindo de uma figura equivocada, ela soube utilizar os elementos necessários na Relação de Euler, os utilizando corretamente em sua manipulação.

Roberto (Figura 5) manifesta características dos mundos corporificado-simbólico e formal, há a compreensão da definição e dos elementos fundamentais de uma pirâmide, juntamente com uma manipulação adequada do aplicativo, porém este conhecimento não se apresenta de maneira efetiva para uma transposição do mundo formal ao simbólico; apesar de conhecer o que é uma pirâmide, ele apresenta dificuldades com características do mundo simbólico-formal, não reconhecendo que estes 4 vértices deveriam compor a base da pirâmide. Sua construção indica que existiu um raciocínio que chegou a possíveis quatro

vértices, mas o participante não conseguiu registrá-los de maneira correta; ao perceber que não atingiu o proposto no enunciado, é possível que o participante tenha tentado inserir um quinto vértice em seu poliedro, resultando, portanto, em uma pirâmide com um ponto pertencente à face ABD.

Figura 4. Resposta de Roberto para as questões 5 e 6, respectivamente.

#### Questão 5



#### Questão 6

##### Answer

$V=12$ ,  $A=6$ ,  $F=4$  ( $12-6+4=10$ ) A soma das faces com as arestas é menor que o número de vértices. O número de vértices é um múltiplo das arestas e das faces. O resultado sempre será par.

No entanto, na questão 6, Roberto apresenta incompreensões a respeito do mundo simbólico-formal, acarretando incongruências com características do mundo formal. O participante não apresenta clareza com relação aos elementos fundamentais da pirâmide construída, evidenciando isto ao registrar que seu poliedro possui 12 vértices (não condizente com o proposto na construção realizada por ele), 6 arestas e 4 faces (estes dois últimos concordantes com sua figura); ao relacionar os dados encontrados, ele não encontra a relação esperada (Relação de Euler) e chega a uma conjectura incorreta, pois todo poliedro deve atender à relação. Cumpre observar que, ao final destas atividades, houve uma discussão coletiva da atividade, esclarecendo dúvidas e formalizando/sintetizando os conceitos abordados.

Após a execução e discussão das atividades, foi aplicado um questionário avaliativo aos participantes, referentes à oficina e à atividade proposta. O objetivo deste questionário é saber quais as perspectivas dos participantes, enquanto futuros professores de Matemática,

quanto a aplicação destas estratégias na Educação Básica. A seguir, discutimos respostas de alguns participantes para duas das questões presentes no questionário.

1- Quais as dificuldades você identifica para a aplicação deste tipo de atividade no Ensino Médio?

Figura 6. Respostas de Cláudio, Julieta e Júlia.

A utilização de muitas ferramentas do geogebra demandam um tempo generoso apenas para explicar suas funcionalidades.

Aparentemente a principal dificuldade seria com respeito a disponibilidade de maquinas numa escola para que todos os alunos possam trabalhar. O geogebra também apresenta vários problemas de performance o que dificultaria a manipulação dos alunos. Outro problema seria que esse tipo de atividade é interessando enquanto o aluno está envolvido e conseguindo realizar as atividades, a partir do momento em que o software dê algum problema, ou o aluno se perca em algum momento, ele pode perder o interesse na atividade.

Para aplicar no ensino medio os alunos precisam ter conhecimento previo em geometria plana e espacial entao pra isso precisa preparar o aluno.

2- Acredita que este tipo de exploração e atividade pode contribuir ao ensino de Geometria Espacial?

Figura 7. Resposta de Cláudio, Pedro, Vanessa.

Com certeza esse tipo de exploração e atividade contribui não só no ensino de Geometria Espacial como também em Geometria Plana, pois para realizar as atividades acabamos resgatando alguns conceitos de geometria plana.

Sim, a representação visual e a exploração das propriedades contribuí muito nesse processo de ensino de Geometria Espacial.

Muito. Pois é muito interessante para o aluno apreender os conceitos e poder ver na pratica que ele funciona, assim terá significado a geometria espacial

As respostas selecionadas refletem, em linhas gerais, as posições dos demais participantes. Algumas das principais dificuldades visualizadas pelos futuros professores, com relação à uma possível utilização no Ensino Básico, evidenciam algo que se pretende

solucionar: o ensino de geometria e o interesse dos alunos com relação às aulas. O aluno poderá desenvolver as atividades com seus conhecimentos prévios, utilizando de conceitos de Geometria Plana e trabalhando com a ferramenta disponibilizada, de forma que, ao fim, seja possível uma discussão conjunta (como feita com os alunos), mas visando discutir erros e conceitos com relação à Geometria Espacial, formalizando-os ao final. A aula, por fugir do modelo expositivo, será mais atrativa e, portanto, poderá ter mais atenção e empenho dos aprendizes.

A explicação das ferramentas do *software* pode ser feita de maneira não direta ou em uma aula, de modo que o aluno explore seus recursos disponíveis por si mesmo ou haja uma explanação dos pontos principais, feita pelo professor. Entende-se que o empecilho relacionado às ferramentas de uso, como computadores disponíveis, pode ser contornado pelo uso de dispositivos móveis, mais especificamente *smartphones*.

Além disso, a contribuição de atividades deste tipo se dá justamente na possibilidade de revisão de conceitos estudados em Geometria Plana, bem como a exploração de novos conceitos voltados à Geometria Espacial e a visualização destes em ação, resultando em um conhecimento significativo.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De modo geral, a oficina e a atividade propostas apresentam potencial com relação ao ensino de Geometria Espacial, pois possibilitam o desenvolvimento dos mundos formal, simbólico e corporificado. As dificuldades observadas para alguns participantes, duas dizem respeito aos conceitos discutidos pela atividade e foram sanadas na discussão coletiva realizada ao final.

Acredita-se ainda que a atividade proposta possa ser uma alternativa aos problemas pontuados por Sousa, Alves e Fontenele (2020), com relação às representações dos livros didáticos, pois possibilitam um olhar diferenciado sobre os poliedros e valorizam a aprendizagem do estudante por meio da intuição e exploração dos objetos estudados. Além disso, a atividade corrobora as posições de Macedo (2013), sobre o desenvolvimento de habilidades distintas às de aula expositiva, por conta da dinamicidade do *software* e da interação do aluno com os objetos que o mesmo construiu. Nesse sentido, a utilização do GeoGebra 3D valoriza a construção de sólidos geométricos e abre possibilidades de estudo a respeito de novas abordagens em sala de aula, para além das aulas expositivas e colabora também com as posições de Leme (2017), uma vez que a torna instigante ao estudante e torna próximo o estudo de Geometria Espacial, solidificando conhecimentos adquiridos.

Entende-se, por fim, que as questões propostas na atividade são funcionais para a exploração e discussão de elementos fundamentais de poliedros e, mais especificamente, de pirâmides, juntamente com suas respectivas definições, mostrando que é possível o desenvolvimento do mundo corporificado-formal. Além disso, existe a discussão da relação entre os elementos, a Relação de Euler, que possibilita o desenvolvimento de características do mundo simbólico-formal. Cumpre ressaltar que, em cada uma das atividades, os Três Mundos foram explorados, em graus diferentes, mas de maneira significativa para os participantes.

### **Agradecimentos**

Aos participantes da pesquisa, ao avaliador pelas contribuições ao texto e ao IFSP Guarulhos pela bolsa PIBIFSP concedida.

### **Referências**

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR. **Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2017.

BORBA, M. de C.; LACERDA, H. D. G. **Políticas Públicas e Tecnologias Digitais: Um Celular Por Aluno**. EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PESQUISA São Paulo, v.17, n. 3, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Acesso à Internet e à Televisão e Posse de Telefone Móvel Celular para uso Pessoal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

LEME, C. B. **O Uso do GeoGebra no Ensino da Geometria Espacial para Alunos do 2º Ano do Ensino Médio**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2017.

MACEDO, I. S. **Facilitando o Estudo da Geometria Espacial com o GeoGebra 3D**. Salvador: UFBA, 2013.

SOUSA, R. C. de; ALVES, F. R. V.; FONTENELE, Francisca Cláudia F. Aspectos da Teoria das Situações Didáticas (TSD) Aplicada ao Ensino de Geometria Espacial Referente às Questões do ENEM com Amparo do *Software GeoGebra*. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 13, n. 2, p. 123-142, nov. 2020.

TALL, D. O. **How Humans Learn to Think Mathematically: Exploring the Three Worlds Of Mathematics**. 1. ed. New York: Cambridge University Press, 2013.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. São Paulo: UNICAMP/NIED, 1999.

VALENTE, J. A. **A espiral da espiral de aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2005.