

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA

Jaqueline Maria Götz Mentz

**VISUALIZAÇÃO E COMPREENSÃO DE CONCEITOS DE GEOMETRIA
ESPACIAL COM O USO DO SOFTWARE GEOGEBRA 3D**

Porto Alegre

2015

Jaqueline Maria Götz Mentz

**VISUALIZAÇÃO E COMPREENSÃO DE CONCEITOS DE GEOMETRIA
ESPACIAL COM O USO DO SOFTWARE GEOGEBRA 3D**

Trabalho de conclusão de curso de Graduação apresentado ao Departamento de Matemática Pura e Aplicada do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciada em Matemática.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Débora da Silva Soares

Porto Alegre

2015

Jaqueline Maria Götz Mentz

**VISUALIZAÇÃO E COMPREENSÃO DE CONCEITOS DE GEOMETRIA
ESPACIAL COM O USO DO SOFTWARE GEOGEBRA 3D**

Trabalho de conclusão de curso de Graduação apresentado ao Departamento de Matemática Pura e Aplicada do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciada em Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Débora da Silva Soares

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Débora da Silva Soares – Orientadora
Instituto de Matemática e Estatística – UFRGS

Prof.^a Dr.^a Maria Alice Gravina
Instituto de Matemática e Estatística – UFRGS

Prof.^a Dr.^a Márcia Rodrigues Notare Meneghetti
Instituto de Matemática e Estatística – UFRGS

*Dedico ao meu irmão José Henrique, pelo amor incondicional
e por ser o principal motivo da minha felicidade.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família por sempre torcerem pela minha felicidade e por me cuidarem tão bem.

Agradeço principalmente a minha mãe por todo apoio durante o curso. Apesar de ser contra a minha escolha, ela foi o meu pilar nesses quatro anos. Obrigada por ter me ajudado, por ter me cuidado, por levantar 5h20 para preparar o meu café, por ter me animado nas vezes que estava cansada de tudo, por ser minha melhor amiga. Foi para os braços dela que eu sempre voltei e sempre vou voltar.

Agradeço ao meu irmão, que mesmo sem saber teve e tem papel fundamental na minha vida. Por inúmeras vezes cuidei dele um dia antes de ter uma prova difícil e ele parecia saber, pois ficava acordado querendo brincar até tarde e não me deixava estudar. Foi complicado, mas fazia tudo de novo do mesmo jeito. Não abriria mão de estar com ele para morar longe e poder ter mais tempo para estudar. Ele me ensinou o que é ser mãe, madrinha e irmã. Também me ensinou o valor da família e o quanto eu preciso dela para ser feliz.

Agradeço ao meu pai pela ajuda, por sempre me incentivar a estudar e a me formar. Obrigada pela preocupação que tem comigo.

Agradeço aos meus avós Armindo e Thalia pelas conversas e por estarem cuidando de mim mesmo longe. E a minha avó por sempre rezar para que nada de ruim acontecesse comigo.

Agradeço a minha amiga Franciele, que me ajudou muito no curso. Por ser minha companheira em todas as horas, por estudar comigo e por me fazer mais feliz durante esses anos. Obrigada pelos incontáveis momentos juntas, pelas risadas, pelas comilanças, pelos choros, pelas dancinhas, pela nossa amizade.

Agradeço à Débora pela orientação no trabalho, pela paciência e sua dedicação à profissão. Obrigada pela alegria e leveza que levava aos encontros e que me contagiava. Pelas conversas que tivemos e por eu poder desabafar contigo sobre assuntos que não envolviam o Trabalho de Conclusão.

Agradeço à Maria Alice pelas ideias tão inspiradoras que sempre compartilhava. Por ser tão apaixonada pela profissão e por ser uma pessoa incrível. Obrigada pela preocupação que teve comigo, mesmo quando não era mais sua aluna.

Agradeço à Márcia Notare pela oportunidade da monitoria em Educação Matemática e Tecnologia e pela experiência única que esta me trouxe.

RESUMO

A presente pesquisa teve por objetivo analisar as possíveis contribuições que o uso do software GeoGebra 3D pode trazer para a visualização e compreensão de alguns conceitos de Geometria Espacial: sólidos geométricos, vértices, arestas, faces, área de superfície e volume. Para isso, foi desenvolvida uma investigação com base no paradigma qualitativo de pesquisa, a qual se baseou na elaboração e aplicação de uma prática com alunos de terceiro ano do Ensino Médio, no Colégio Ivo Bühler – CIEP, localizado na cidade de Montenegro-RS. A prática foi realizada em cinco encontros a partir da aplicação de um questionário inicial, três atividades de construção no software e um questionário final. Por meio da análise dos dados obtidos, baseada principalmente nas ideias de Gravina e Miskulin, foi possível perceber que as atividades de construção de sólidos geométricos no GeoGebra 3D contribuíram para a visualização e compreensão dos conceitos geométricos por parte dos alunos envolvidos na pesquisa. Conforme foi possível observar durante a análise, essa contribuição esteve relacionada principalmente com o dinamismo oferecido pelo software, aspecto que também foi destacado pelos alunos participantes da pesquisa.

Palavras-chave: Educação Matemática; Geometria Espacial; Tecnologias Digitais; Visualização.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the possible contributions that the use of software GeoGebra 3D can bring to the visualization and understanding of some concepts of spatial geometry: geometric solids, vertices, edges, faces, surface area and volume. For this, a qualitative research was conducted. The study was based on the development and implementation of a teaching practice with students of the third year of high school, at Ivo Bühler School - CIEP, Montenegro, RS, Brazil. The practice was conducted in five meetings and consisted of the application of an initial questionnaire, three building activities with the software and a final questionnaire. The data analysis, mainly based on ideas of Gravina and Miskulin , revealed that the construction activities of geometric solids in GeoGebra 3D contributed to the visualization and understanding of geometrical concepts by the students involved in the research. As observed in data analysis, this contribution was mainly related with the dynamism offered by the software, an aspect that was also noticed by the students that participated in the research.

Keywords: Mathematics Education; Spatial Geometry; Digital Technologies; Visualization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Interface do software GeoGebra.....	19
Figura 2: Interface do software GeoGebra com a Janela de Visualização 3D.....	20
Figura 3: Colégio Ivo Bühler – CIEP – Montenegro – RS.....	24
Figura 4: Sala de informática do colégio.....	24
Figura 5: Janelas da sala de aula.....	28
Figura 6: Primeira questão do questionário inicial.....	29
Figura 7: Desenhos do aluno B na primeira questão.....	30
Figura 8: Desenhos do aluno G na primeira questão.....	30
Figura 9: Desenho de um cubo do aluno H.....	31
Figura 10: Desenhos do aluno C.....	31
Figura 11: Segunda questão do questionário inicial.....	32
Figura 12: Resposta do aluno G.....	33
Figura 13: Resposta do aluno H.....	34
Figura 14: Resposta do aluno C.....	35
Figura 15: Terceira questão do questionário inicial.....	36
Figura 16: Planificação do aluno I.....	36
Figura 17: Planificação do aluno H.....	37
Figura 18: Planificação do aluno H.....	37
Figura 19: Quarta questão do questionário inicial.....	38
Figura 20: Desenhos do aluno G.....	39
Figura 21: Estratégia utilizada pelo aluno H.....	40
Figura 22: Quinta questão do questionário inicial.....	41
Figura 23: Resposta do aluno D.....	41
Figura 24: Planificação totalmente aberta do prisma.....	43
Figura 25: Planificação um pouco aberta do prisma.....	43
Figura 26: Itens (a), (b), (c) e (d) da primeira atividade.....	45
Figura 27: Aluno H utilizando o GeoGebra 3D para contar o número de elementos do cubo.....	46
Figura 28: Item (e) da primeira atividade.....	46
Figura 29: Planificação do aluno I no item (e).....	47
Figura 30: Item (f) da primeira atividade.....	47
Figura 32: Itens (g), (h) e (i) da primeira atividade.....	48
Figura 31: Resposta do aluno F no item (f).....	48
Figura 33: Resolução dos itens (g), (h) e (i) do aluno D.....	49
Figura 34: Resolução dos itens (g), (h) e (i) do aluno C.....	49
Figura 35: Resolução dos itens (g), (h) e (i) do aluno H.....	50
Figura 36: Resolução dos itens (g), (h) e (i) do aluno I.....	50
Figura 37: Segunda questão da primeira atividade.....	51
Figura 38: Justificativa do aluno A na segunda questão.....	51
Figura 39: Justificativa do aluno D na segunda questão.....	52
Figura 40: Justificativa do aluno E na segunda questão.....	52
Figura 41: Justificativa do aluno H na segunda questão.....	52

Figura 42: Justificativa do aluno C na segunda questão.....	53
Figura 43: Justificativa do aluno I na segunda questão.....	53
Figura 44: Justificativa do aluno G na segunda questão.....	53
Figura 45: O software SolidWorks.....	55
Figura 46: Construção no GeoGebra 3D dos alunos D e J.....	56
Figura 47: Primeira questão da segunda atividade.....	57
Figura 48: Resposta do aluno B na primeira questão.....	57
Figura 49: Resposta do aluno C na primeira questão.....	57
Figura 50: Itens (a) e (b) da primeira questão.....	58
Figura 51: Resolução do aluno A.....	58
Figura 52: Resolução do aluno B.....	59
Figura 53: Resolução do aluno C com um erro na fórmula.....	59
Figura 54: Resolução do aluno H.....	59
Figura 55: Item (c) da primeira questão.....	60
Figura 56: Itens (d) e (e) da primeira questão.....	60
Figura 57: Construção do aluno F.....	61
Figura 58: Construção do aluno H.....	61
Figura 59: Construção do aluno B.....	62
Figura 60: Item (f) da primeira questão.....	62
Figura 61: Justificativa do aluno G.....	63
Figura 62: Justificativa do aluno B.....	63
Figura 63: Justificativa do aluno C.....	63
Figura 64: Justificativa do aluno F.....	63
Figura 65: Justificativa do aluno D.....	64
Figura 66: Justificativa do aluno D.....	64
Figura 67: Item (g) da primeira questão.....	64
Figura 68: Justificativa do aluno A para o item (g).....	65
Figura 69: Justificativa do aluno B para o item (g).....	65
Figura 70: Justificativa do aluno C para o item (g).....	65
Figura 71: Justificativa do aluno H para o item (g).....	65
Figura 72: Justificativa do aluno F para o item (g).....	65
Figura 73: Justificativa do aluno G para o item (g).....	66
Figura 74: Item (h) da primeira questão.....	66
Figura 75: Resposta do aluno A para o item (h).....	67
Figura 76: Resposta do aluno B para o item (h).....	67
Figura 77: Resposta do aluno E para o item (h).....	67
Figura 78: Resposta do aluno C para o item (h).....	67
Figura 79: Resposta do aluno H para o item (h).....	68
Figura 80: Resposta do aluno I para o item (h).....	68
Figura 81: Resposta do aluno G para o item (h).....	68
Figura 82: Resposta do aluno D para o item (h).....	68
Figura 83: A terceira atividade.....	70
Figura 84: Representação de uma cadeira no GeoGebra 3D.....	71
Figura 85: Construção no GeoGebra 3D do aluno A.....	72

Figura 86: Construção no GeoGebra 3D do aluno A.....	73
Figura 87: Respostas do aluno A sobre sua construção.....	74
Figura 88: Construção no GeoGebra 3D do aluno B.....	75
Figura 89: Respostas do aluno B sobre sua construção.....	75
Figura 90: Construção no GeoGebra 3D do aluno 1.....	76
Figura 91: Fundo de tela dos computadores do colégio.....	77
Figura 92: Respostas do aluno 1 sobre sua construção.....	77
Figura 93: Construção no GeoGebra 3D do aluno C.....	78
Figura 94: Construção no GeoGebra 3D do aluno 2.....	79
Figura 95: Construção no GeoGebra 3D do aluno E.....	79
Figura 96: Respostas do aluno E sobre sua construção.....	80
Figura 97: Construção no GeoGebra 3D do aluno F.....	81
Figura 98: Construção no GeoGebra 3D do aluno H.....	81
Figura 99: Construção no GeoGebra 3D do aluno 3.....	82
Figura 100: Construção no GeoGebra 3D do aluno J (com ajuda inicial do aluno D).....	82
Figura 101: Construção no GeoGebra 3D do aluno J (com ajuda inicial do aluno D).....	83
Figura 102: Questionário final.....	84
Figura 103: Respostas dos alunos para a primeira pergunta.....	84
Figura 104: Respostas dos alunos para a segunda pergunta.....	85
Figura 105: Respostas dos alunos para a terceira pergunta.....	85
Figura 106: Respostas dos alunos para a quarta pergunta.....	86

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 ASPECTOS TEÓRICOS.....	15
2.1 DUAS PESQUISAS NO ENSINO DE GEOMETRIA COM TECNOLOGIA.....	15
2.2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	23
3.1 INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA.....	23
3.2 O COLÉGIO.....	23
3.3 A TURMA.....	25
3.4 OS ENCONTROS E AS ATIVIDADES.....	25
3.5 OS DADOS COLETADOS.....	26
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	28
4.1 O PRIMEIRO ENCONTRO.....	28
4.1.1 Questionário Inicial: a primeira questão.....	29
4.1.2 Questionário Inicial: a segunda questão.....	32
4.1.2.1 Item (a).....	33
4.1.2.2 Item (b).....	33
4.1.2.3 Item (c).....	34
4.1.2.4 Item (d).....	34
4.1.3 Questionário Inicial: a terceira questão.....	35
4.1.4 Questionário Inicial: a quarta questão.....	38
4.1.5 Questionário Inicial: a quinta questão.....	40
4.2 O SEGUNDO ENCONTRO.....	42
4.2.1 Atividade 1: a primeira questão.....	44
4.2.1.1 Itens (a), (b), (c) e (d).....	44
4.2.1.2 Item (e).....	46
4.2.1.3 Item (f).....	47
4.2.1.4 Itens (g), (h) e (i).....	48
4.2.2 Atividade 1: a segunda questão.....	51
4.3 O TERCEIRO ENCONTRO.....	56
4.3.1 Atividade 2: a primeira questão.....	56
4.3.2 Atividade 2: a segunda questão.....	57

4.3.2.1 Itens (a) e (b).....	58
4.3.2.2 Item (c).....	60
4.3.2.3 Itens (d) e (e).....	60
4.3.2.4 Item (f).....	62
4.3.2.5 Item (g).....	64
4.3.2.6 Item (h).....	66
4.4 O QUARTO ENCONTRO.....	70
4.5 O QUINTO ENCONTRO.....	71
4.5.1 Atividade 3.....	72
4.5.2 Questionário final.....	84
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICE.....	92
APÊNDICE A.....	92
APÊNDICE B.....	93
APÊNDICE C.....	94

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa trata do ensino de Geometria Espacial com a utilização de um software de geometria dinâmica (GeoGebra 3D) e as possibilidades que esse uso pode trazer em termos de visualização. O ensino de Geometria sempre esteve muito presente para mim, pois acredito muito que essa área pode trazer experiências riquíssimas para professores e alunos. A Geometria, principalmente a Espacial, está presente no cotidiano de todos, ou seja, torna-se muito mais fácil utilizá-la em sala de aula, pois se têm referências concretas que ajudam na hora de ensinar: estamos rodeados por objetos que podem ser vistos como sólidos geométricos.

Por outro lado, o ensino de Geometria Espacial nas escolas tem chances de ser bem mais atrativo e interessante. Enquanto o quadro-negro pode oferecer apenas desenhos estáticos e sem muita perspectiva, o uso de um software de geometria dinâmica, como o próprio nome já diz, pode proporcionar aos alunos o movimento de objetos 3D, podendo visualizá-los de vários ângulos e tamanhos. Além disso, a construção de objetos no GeoGebra 3D conduz o sujeito a pensar nas propriedades e restrições que devem ser usadas para o objeto ficar de determinada forma.

As ideias acima foram se concretizando a partir de minhas experiências na Graduação em Licenciatura em Matemática, onde tive a oportunidade de conhecer e manipular alguns softwares de Geometria, como o próprio GeoGebra (2D e 3D), o WinPlot e o GrafEq. Nas aulas da disciplina de Educação Matemática e Tecnologia no ano de 2014 fui amadurecendo a ideia de voltar minha pesquisa para essa área. Esses encontros eram com a Prof^a Dr.^a Maria Alice Gravina, que teve papel importante na minha escolha, visto que ela sempre trazia muitas ideias interessantes para o ensino de Geometria com o uso do computador. Pude também ter uma experiência como monitora desta disciplina um ano depois de fazê-la, o que me trouxe ainda mais aprendizados sobre os softwares e, além disso, pude entender como os licenciandos e futuros professores de Matemática lidam com a tecnologia, quais suas facilidades e dificuldades. Essa reflexão enriqueceu bastante a minha pesquisa e o modo como enxergo o ensino de Matemática com tecnologia.

A escolha do software ocorreu pelo fato do GeoGebra 3D possuir muitas ferramentas de Geometria Espacial: é possível construir prismas, pirâmides, cones, cilindros; planificá-los; calcular seu volume, área de superfície, ângulos; refletir, girar e transladar esses objetos 3D;

etc. Ou seja, tudo que facilita a visualização e compreensão de propriedades da Geometria Espacial. Além disso, o software está disponível para download na internet e é gratuito.

Neste trabalho foi realizada uma prática com alunos do terceiro ano do Ensino Médio do Colégio Ivo Bühler – CIEP, baseada em atividades envolvendo Geometria Espacial com uso do GeoGebra 3D. A partir dos dados coletados por meio de questionários, arquivos do software, registros dos alunos e diário de campo, foi feita uma análise sobre a possível contribuição que essa proposta trouxe para os alunos em termos de visualização e compreensão de sólidos geométricos e de alguns conceitos de Geometria Espacial. Com base nessas escolhas, este trabalho busca contribuir para a área de pesquisa em Ensino de Matemática com o uso de tecnologias.

Os capítulos a seguir serão apresentados da seguinte forma: no segundo capítulo faço uma reflexão teórica e resgato duas pesquisas que estão na mesma área de discussão que a minha. No terceiro capítulo apresento a metodologia utilizada na pesquisa e o contexto em que ela estava inserida. No quarto capítulo mostro como aconteceu a pesquisa, com recortes das produções dos alunos e trechos de nossas conversas, também analiso os dados coletados durante a pesquisa e por fim, no quinto capítulo, concluo o trabalho refletindo sobre a pesquisa realizada e suas consequências.

2 ASPECTOS TEÓRICOS

A pesquisa buscou analisar como o uso do computador em sala de aula poderia contribuir para a visualização e compreensão de conceitos de Geometria Espacial dos alunos. Para isso, foi utilizado o GeoGebra 3D, um software de geometria dinâmica que possui diversas ferramentas voltadas para objetos no espaço. Neste capítulo trago recortes de pesquisas já realizadas na área de ensino de Matemática com o uso de tecnologias e apresento o referencial teórico utilizado no presente trabalho

2.1 DUAS PESQUISAS NO ENSINO DE GEOMETRIA COM TECNOLOGIA

Atualmente, o ensino de Geometria nas escolas ainda encontra-se precário. A forma como é abordada nos livros didáticos e a permanência do método tradicional de ensino por parte dos professores são algumas possíveis justificativas para essa situação, segundo Gazire (2000). Por outro lado, os alunos em sua maioria possuem dificuldades na visualização e compreensão de objetos e propriedades geométricas. É nesse cenário que o uso de tecnologias em sala de aula aparece como uma possibilidade para a melhora do ensino e aprendizagem de Geometria.

Ritter (2011), em sua dissertação de Mestrado, investigou as habilidades de visualização de objetos 3D que o software Calques 3D pode proporcionar aos alunos. A partir de sua motivação em desenvolver os conceitos de Geometria Espacial de forma significativa e atrativa, baseou sua pesquisa em 5 encontros usando computador com alunos de uma turma do 3º ano do Ensino Médio (chamada por ela de turma especial). Ao mesmo tempo, ela assumiu outras 4 turmas da mesma escola, onde continuou com as aulas “tradicionais” de Geometria. Nesses encontros foram propostas atividades baseadas na construção de sólidos a partir de representações no plano, utilizando o Calques 3D. Usando a metodologia da Engenharia Didática, a autora analisou cada encontro com os alunos da turma especial. Após esses encontros, a turma retornou para a sala de aula para resolver os exercícios que já haviam sido aplicados com os outros alunos, na busca pela identificação de um progresso quanto à visualização dos objetos 3D entre as turmas, o que ocorreu de fato. Segundo a autora, os alunos da turma especial tiveram maior facilidade na interpretação e visualização dos exercícios e lembravam-se das construções feitas no software para desenvolver o pensamento. Também notou que ao resolverem os exercícios do teste final que continham apenas uma descrição textual, a maior parte dos alunos desenhou o sólido descrito no enunciado, o que ela

acredita ser consequência do trabalho com o Calques 3D. Nesse teste também foi possível notar que a turma especial apresentou um desempenho consideravelmente melhor que as outras turmas. Outro resultado que a autora faz questão de enfatizar é a postura dos alunos nas aulas: alguns que não gostavam muito de Matemática, nem sempre realizavam as tarefas e eram inquietos nas aulas, passaram a se interessar pela proposta de trabalho e demonstraram um grande entusiasmo quando foram para o laboratório de informática. Esta postura permaneceu na sala de aula depois das atividades.

O trabalho de Ritter (2011) se assemelha a presente pesquisa quanto às atividades de construções de sólidos geométricos num software de geometria dinâmica, buscando analisar as contribuições para a visualização dos alunos. Ao contrário desta proposta, a autora acima realizou sua pesquisa com turmas diferentes: uma especial que usou o software e outras quatro que tiveram suas aulas de Geometria em sala de aula. Com isso, ela pode comparar o desempenho das diferentes turmas.

Essa busca para uma melhor visualização no ensino de Geometria está muito presente em pesquisas que recorrem ao uso de softwares para tal objetivo, como podemos notar em “Explorando a Geometria dos pisos e frisos por meio do software Geogebra” (Rossi, 2009). Neste trabalho, a autora traz a possibilidade de unir Arte e Matemática através de conceitos como simetria, translação e rotação. Para isso, Rossi (2009) usou os ladrilhos e frisos presentes nas Igrejas Matriz da Quarta Colônia de Imigração Italiana, no Rio Grande do Sul, para desenvolver seu estudo. A autora analisa as contribuições da utilização de um programa computacional no ensino da Matemática e para isso, utiliza-se do GeoGebra, onde propõe aos alunos uma sequência de atividades como: desenhar nas imagens os eixos de simetria que identificam; analisar os frisos e identificar se houve uma translação; usar a criatividade e desenhar um friso e um piso; entre outras. A autora acredita que as atividades contribuíram para a aprendizagem dos alunos e que a utilização do GeoGebra auxiliou-os na visualização e na investigação das propriedades geométricas. Essas conclusões sobre a potencialidade da utilização de recursos computacionais no desenvolvimento das atividades se deram a partir da análise dos caminhos percorridos pelos alunos na busca de solução, segundo a autora. Mas ela não cita essas contribuições. Isso pode trazer dúvidas quanto à eficácia da metodologia, já que não é dito como foi possível constatar essa melhora dos alunos. Ela também defende o uso de componentes da arte e cultura da cidade no ensino de Geometria, já que são fontes motivadoras de estudo que deram significado aos conceitos geométricos envolvidos.

Rossi (2009) também utilizou o GeoGebra para sua pesquisa na área do ensino de Matemática. Diferentemente dessa pesquisa, a autora utilizou propostas que uniram a Arte e a Matemática, baseada numa ideia de interdisciplinaridade.

A partir das análises acima, direcionei minha pesquisa para o uso do Geogebra 3D no ensino de Geometria Espacial, buscando uma melhor visualização, visto que, são poucos os trabalhos desenvolvidos nesse software, utilizando a janela 3D; e também, considero-o o melhor e mais completo recurso computacional de geometria dinâmica.

2.2 REFERENCIAL TEÓRICO

A escolha de pesquisar na área do ensino de Geometria deve-se primeiramente ao pequeno espaço que essa área da Matemática tem no currículo escolar. Segundo Gazire (2000), o abandono da Geometria pelos professores resulta de vários fatores, tais como: são vítimas de um ciclo vicioso (eles não aprenderam Geometria, logo, eles não a ensinam); usam inadequadamente o material concreto; têm dificuldade de romper os procedimentos tradicionais da aula expositiva; etc. Também, muitos professores se prendem a livros didáticos não adequados, que colocam a Geometria no final e que apresentam, em sua maioria, fórmulas, nomes de figuras planas e de sólidos geométricos, definições, propriedades, esquecendo de relacionar a Geometria com o cotidiano dos alunos, para que ela faça sentido e para que eles gostem de aprender. Apesar da pesquisa de Gazire (2000) não ser recente, resquícios desse abandono ainda estão presentes nas aulas de Matemática. Podemos notar no trecho do artigo de Filho (2014, p. 2), no qual ele cita Soares (2009), que o ensino de Geometria ainda é menosprezado pelos professores.

A geometria muitas vezes é pouco abordada no Ensino Fundamental, isso pelo fato de professores não terem recebido a formação adequada para sentirem segurança ensinando geometria. Argumenta Soares (2009, p. 11), “esses professores preferem ensinar outros campos, como números e operações, e lecionar apenas algumas “pinceladas” de geometria no final do ano letivo”. Com isso os alunos chegam ao Ensino Médio com uma deficiência enorme com relação aos conteúdos de geometria do Ensino Fundamental.

Por isso, se faz necessário o estímulo desses professores por meio de pesquisas nessa área, para que novas ideias possam ser conhecidas e utilizadas no ambiente escolar. Muitos professores têm medo de usar metodologias diferentes e deixar de lado o ensino tradicional e com essas pesquisas eles podem se sentir mais confiantes, já que esses novos métodos buscam trazer resultados positivos no ensino de Geometria.

Na tentativa de fugir do ensino tradicional e inserir atividades no ensino de Geometria que façam os alunos pensarem mais, o uso do computador aparece como uma das ferramentas que pode contribuir para essa mudança. Não há como negar que apenas o fato dos alunos irem para sala de informática já é algo que eles enxergam com outros olhos. Em geral, eles aceitam melhor propostas desenvolvidas com recursos que fogem dos tradicionais quadro e giz. Além disso, o uso de computador está bastante presente no cotidiano dos alunos, por isso faz sentido que ele ganhe espaço no ambiente escolar. Segundo Borba (2001), na escola, a alfabetização informática precisa ser considerada como algo tão importante quanto a alfabetização na língua materna e em Matemática.

Por outro lado, Borba (2001) também discute sobre os professores, em geral, sentirem dificuldades em sair da chamada “zona de conforto”, onde quase tudo é conhecido, previsível e controlável. Para o autor, eles não se arriscam em avançar para uma “zona de risco”, por medo de perderem o controle da aula. No caso do uso do computador no ensino, há vários imprevistos que podem ocorrer: falta de luz, problemas técnicos, mau funcionamento de um software, surgimento de perguntas que o professor não sabe responder, etc. Ou também, a escola pode não ter uma sala de informática disponível. Apesar dos obstáculos, os autores Gravina (2001), Borba (2011) e Gravina e Basso (2012) encorajam o uso do computador no ensino de Matemática, já que este traz possibilidades riquíssimas de aprendizagem de alunos e professores, contribui para o pensamento matemático e é uma forma de complementar os outros recursos didáticos utilizados em sala de aula.

Concentrando-se especificamente no ensino de Geometria, o uso de softwares de geometria dinâmica pode trazer experiências ricas e inovadoras para a sala de aula. Um software de geometria dinâmica proporciona a exploração e manipulação de figuras e objetos geométricos. Gravina e Basso definem um software de geometria dinâmica da seguinte maneira.

Os programas de geometria dinâmica, dentre eles o GeoGebra, são ferramentas que oferecem régua e compasso virtuais, permitindo a construção de figuras geométricas a partir das propriedades que as definem. São ambientes que concretizam a geometria euclidiana plana, e diferente daquilo que obtemos com lápis e papel e régua e compasso, pois com o mouse podemos manipular as figuras que estão na tela do computador, ao aplicar movimento em pontos que estão na construção. (Gravina e Basso, 2012, p. 38)

O dinamismo do software traz contribuições para o entendimento de um objeto 3D, por exemplo, visto que é possível enxergá-lo de diferentes ângulos por meio de giros no espaço. Segundo Gravina e Basso (2012, p. 27), “o desenho estático é pobre como sistema de

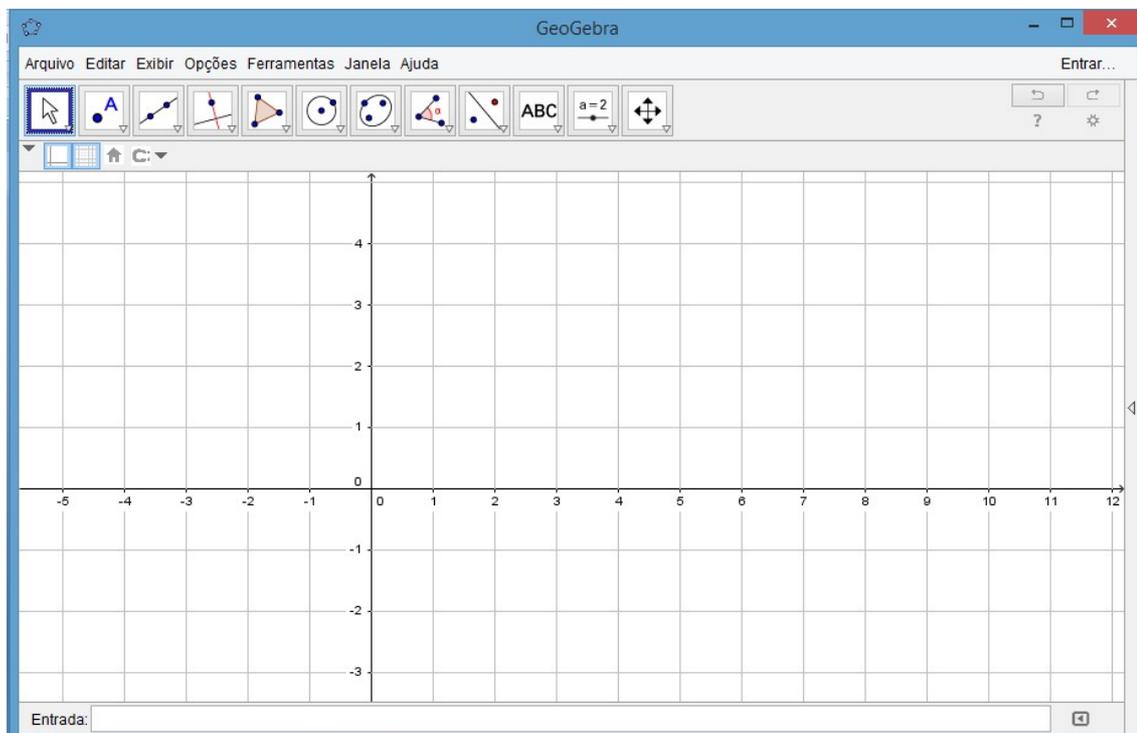
representação, quando comparado com uma representação tridimensional, dinâmica e manipulável na tela do computador”. Para os autores citados acima,

Uma atividade de construção das figuras estáticas dos livros, no Calques3D, pode ajudar os alunos no desenvolvimento de habilidades para visualização espacial, de forma a melhor resolverem os problemas de cálculos de volume. (Gravina e Basso, 2012, p. 27)

Apesar de se referirem especificamente ao Calques 3D, a característica descrita pelos autores pode ser percebida em outros softwares 3D.

Pensando na ideia de construir uma proposta pedagógica unindo o ensino de Geometria Espacial com o uso de um software de geometria dinâmica, surgiu a escolha do GeoGebra 3D. O GeoGebra (www.geogebra.org) é um software de Matemática que reúne Geometria, Álgebra, Planilha de Cálculo, Gráficos, Probabilidade, Estatística e Cálculos Simbólicos em um mesmo pacote. É gratuito e de fácil acesso para download. Sua interface é de fácil compreensão, com menus e ferramentas amigáveis, na qual simulam ações que podem ser feitas com lápis e papel. Criação de pontos, retas, segmentos, polígonos, círculos, cônicas; régua e compasso virtuais; transformações geométricas como reflexão, translação, rotação, inversão e homotetia; são algumas das inúmeras ferramentas que o GeoGebra possui. Na Figura 1 a seguir, é possível visualizar a interface do software.

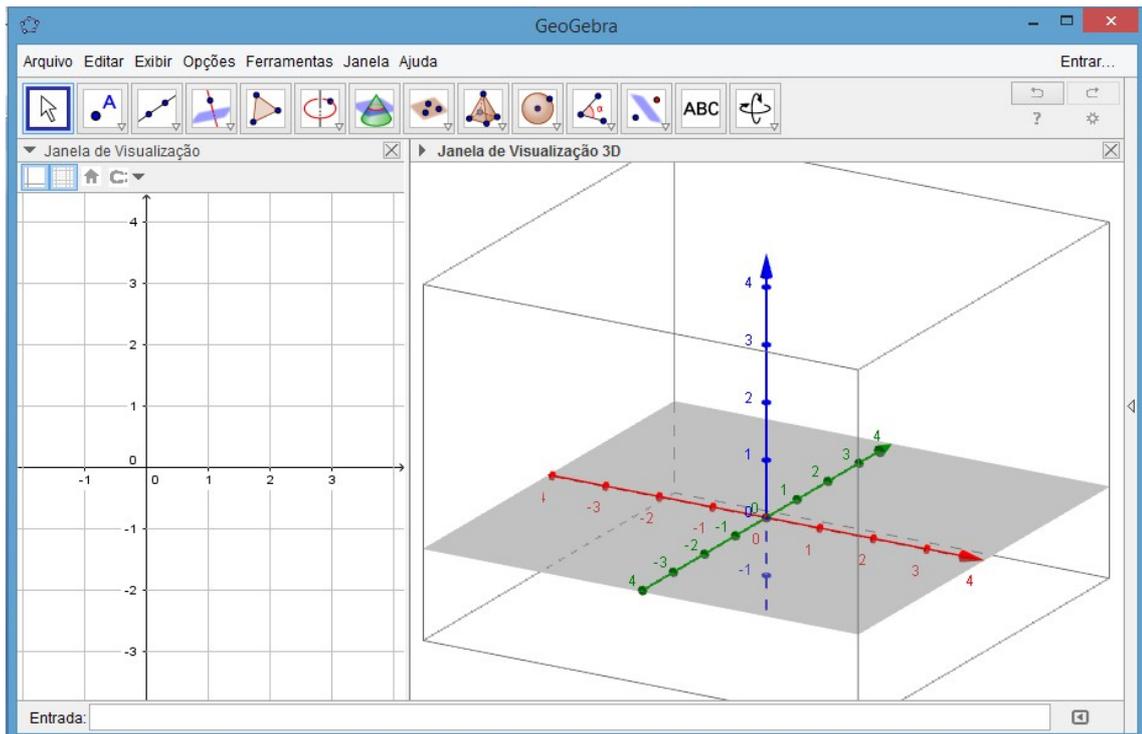
Figura 1: Interface do software GeoGebra



FONTE: Elaboração própria

Além da “Janela de Visualização” em duas dimensões, é possível criar uma janela em três dimensões, a partir do menu “Janela de Visualização 3D” (Figura 2). Com ela, novas ferramentas ficam disponíveis para construções no software, são elas: construção de planos, prismas, pirâmides, cones, cilindros, esferas; planificação de prismas e pirâmides; entre outras.

Figura 2: Interface do software GeoGebra com a Janela de Visualização 3D



FONTE: Elaboração própria

O GeoGebra é um “software livre”, não depende de licença para adquiri-lo e está em constante desenvolvimento. Possui um espaço online onde o software pode ser usado sem baixá-lo e tem materiais que podem ser postados por qualquer usuário do GeoGebra. No site www.geogebra.org há também tutoriais, um manual que descreve todos os comandos e ferramentas do software, um fórum onde os utilizadores do GeoGebra podem colocar questões e sugestões, entre outros. Ele também pode ser instalado em tablets. A “Janela de Visualização 3D” e os menus que criam objetos no espaço foram os mais utilizados no trabalho, visto que a proposta didática da pesquisa buscou identificar se o uso do software contribuiu para a visualização e compreensão de conceitos de Geometria Espacial, por meio de construções de sólidos geométricos no GeoGebra.

A ideia de auxiliar na visualização está relacionada ao fato das representações de objetos 3D no plano “enganarem” os olhos do observador, pois se encontram em perspectiva. Já num software de geometria dinâmica, mesmo estando em perspectiva, damos movimento ao objeto e podemos enxergá-lo sob diferentes ângulos com giros no espaço. Gouveia (2010, p. 57) entende que a visualização se constitui pelo o *quê* e *como* o sujeito *vê* um objeto. A autora também acredita que a visualização é “o modo como um indivíduo percebe um objeto, realiza associações, bem como, faz interpretações e atribui propriedades” (GOUVEIA, 2010, p.57).

Miskulin (1999) traz em sua pesquisa autores que caracterizam a visualização em Matemática e discutem sua grande importância nessa área.

O referido autor (Gutiérrez, 1996) considera visualização em Geometria como o tipo de atividade de raciocínio baseada no uso de elementos visuais e espaciais, tanto mentais quanto físicos, desenvolvidos para resolver problemas ou provar propriedades. A visualização é integrada por quatro principais elementos, quais sejam: imagens mentais, representações externas, processos de visualização e habilidades de visualização. (Miskulin, 1999, p. 291)

Dreyfus (1991), autor que defende o poder da visualização no ensino de Matemática, também é citado por Miskulin (1999).

Nesse sentido, menciona ainda que o trabalho de Dreyfus (1991), na plenária da 15th PME Conference², consistiu em uma chamada para os educadores matemáticos prestarem mais atenção à visualização e ao raciocínio visual no ensino da Matemática, à medida que ele tentou mostrar que “o raciocínio visual em Matemática é importante em seu próprio direito e, portanto, precisa-se desenvolver e dar total status às atividades matemáticas puramente visuais” (Dreyfus, 1991, p.46, apud MISKULIN, 1999, p. 292).

A autora comenta ainda que uma das maneiras de visualizar o espaço tridimensional consiste na construção de objetos que elucidem os conceitos espaciais. Nesse sentido, Miskulin (1999, p. 293) cita Pohl (1994), que acredita na ideia de que construindo poliedros, os alunos vivenciam oportunidades de observar, explorar e compreender relações espaciais. Gravina (2001, p. 38) também cita a ideia de visualização como uma consequência do uso de um software:

Nos recursos tecnológicos informáticos está latente o desenvolvimento de formas de representação sintonizadas com o pensar por imagens mentais cada vez mais referido na literatura como pensamentos de natureza visual. São pensamentos que utilizam imagens – desenhos e diagramas – e trabalham com representação mental econômica.

A partir desse referencial sobre visualização, a pesquisa se concentra principalmente nessa ideia, utilizando o GeoGebra 3D, que possui ferramentas que trazem experiências visuais muito ricas para os alunos. Por outro lado, a pesquisa também busca aproximar a Geometria com o cotidiano dos alunos, a partir de representações de objetos que estão presentes no seu dia a dia por meio de construções no GeoGebra 3D. Os alunos, em geral, possuem dificuldades de relacionar o mundo real com a Matemática e, segundo Montenegro (2005 apud FILHO, 2014, p. 9):

Como resultado da deficiência do estudo de geometria, as formas tridimensionais e a relação da geometria com o mundo físico deixam de ser conhecidas. Conseqüentemente perde-se a noção de que o mundo real é que dá origem aos conceitos básicos da geometria e não ao contrário como se poderia supor.

Filho (2014) também discute que algumas pesquisas realizadas em Geometria mostraram que uma das dificuldades nesse estudo está relacionada à representação, visualização e compreensão de suas propriedades com o cotidiano, com o mundo real. Essa mesma relação consta no PCN+ (Brasil, 2002), que discute o objetivo da Matemática no Ensino Médio. Segundo o parâmetro, esta deve contribuir para a “construção de uma visão de mundo, para ler e interpretar a realidade e para desenvolver capacidades que deles serão exigidas ao longo da vida social e profissional” (BRASIL, 2002, p. 111).

No PCN+ (Brasil, 2002), mais precisamente no ensino de Geometria, discute-se também a importância de que os alunos percebam que as fórmulas possuem um sentido e que entendam o porquê de cada uma delas.

A partir do estudo desse referencial teórico, tive apoio para construir uma proposta didática e também para analisar os dados que obtive, buscando contribuir para as pesquisas que envolvem as ideias dos autores citados acima.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo apresento a metodologia de pesquisa utilizada: a investigação qualitativa, justificando o porquê dessa escolha. Busco situar o leitor sobre o contexto em que a pesquisa foi colocada em prática, com dados do colégio e dos alunos da turma analisada. Também, faço um pequeno relato sobre as atividades propostas e como foram organizados os encontros. Por fim, cito os tipos de dados coletados e a contribuição que cada um trouxe a minha pesquisa.

3.1 INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA

Para desenvolver a pesquisa, que buscou entender como o uso do software GeoGebra 3D em sala de aula poderia contribuir com os alunos na visualização e compreensão de alguns conceitos de Geometria Espacial, escolhi utilizar uma metodologia baseada na investigação qualitativa, a partir de uma prática em sala de aula. Segundo Bogdan e Biklen (2010), a investigação qualitativa é descritiva, na qual os dados são recolhidos em forma de palavras ou imagens e não de números. Os autores também enfatizam a importância do processo e não apenas dos resultados. Estas características vão ao encontro do meu objetivo, visto que foi necessário analisar cada atividade realizada pelos alunos a partir do que eles falaram, escreveram e construíram no software durante os encontros. Além disso, os investigadores qualitativos em educação estão continuamente a questionar os sujeitos de investigação, permitindo levar em consideração as experiências do ponto de vista de cada um.

Os autores citados acima trazem ainda a ideia dos investigadores qualitativos frequentarem os locais de estudo porque se preocupam com o contexto e assumem que o comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorrem. Assim, a proposta foi realizada com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de um colégio do interior do estado, onde observei as ações dos alunos no seu ambiente habitual de ocorrência.

3.2 O COLÉGIO

A prática foi realizada no Colégio Estadual Ivo Bühler – CIEP (Figura 3) que fica localizado na periferia da cidade de Montenegro – RS. O contato com o colégio foi feito

através da professora de Matemática Maria Janete Götz, que trabalha na escola há 15 anos e, após, com o diretor do colégio que aceitou muito bem a proposta. O colégio tem ao todo 680 alunos e sua estrutura conta com 25 salas de aula, quatro quadras esportivas, um ginásio esportivo, biblioteca, refeitório, sala de informática, entre outros. Possui Ensino Fundamental, Ensino Médio/Politécnico e EJA e conta com alguns projetos como “Mais Educação”, “Escola Aberta” e “Tribos”. Possui oficinas de karatê, culinária, informática e esportes.

Figura 3: Colégio Ivo Bühler – CIEP – Montenegro – RS



FONTE: site <http://www.fatonovo.com.br/encontro-de-escolas-em-tempo-integral-ocorre-nesta-semana-not-1606.php>

A sala de informática do colégio (Figura 4) foi o espaço onde ocorreram as práticas. A mesma possui 25 computadores novos com acesso à internet, um *datashow*, ar-condicionado, mesas e um quadro branco.

Figura 4: Sala de informática do colégio



FONTE: Elaboração própria

3.3 A TURMA

Em algumas conversas com a professora Maria Janete, fomos amadurecendo a ideia de realizar a prática com uma de suas turmas de terceiro ano no horário da noite. A turma escolhida possui 22 alunos matriculados, entre 17 e 22 anos. Destes, 4 alunos nunca vieram nas aulas. Na turma também há dois alunos com necessidades intelectuais e possuem laudo médico. Segundo a professora, a turma é uma das melhores da escola, são bem alegres e participativos, mas, ao mesmo tempo, possuem muitas faltas, um problema bastante presente nas escolas no turno da noite. Todos os alunos trabalham durante o dia. No período em que estive com a turma, 17 alunos estavam presentes e 10 compareceram a todos os encontros. Logo, estes 10 alunos foram os analisados nesta pesquisa, visto que julguei ser necessário acompanhar o processo de construção dos conhecimentos do primeiro ao último encontro. Para evitar qualquer tipo de identificação, os 10 alunos analisados serão citados no decorrer do trabalho como: aluno A, aluno B, aluno C, ..., aluno J. Os alunos que não compareceram a todos os encontros serão chamados por: aluno 1, aluno 2, etc.

3.4 OS ENCONTROS E AS ATIVIDADES

Ao todo, foram 5 encontros com a turma, um na sala de aula e quatro na sala de informática, que ocorreram entre os dias 25 de setembro e 08 de outubro de 2015, totalizando 12 períodos de 45 minutos cada. Todas as atividades já estavam prontas antes do início da prática, mas após cada encontro foram analisadas as produções dos alunos para repensar as atividades do encontro posterior com base nessas análises. A prática foi aplicada depois que os alunos já tinham tido aulas de Geometria Espacial com a professora regente da turma, para que fosse possível entender como os alunos estavam visualizando os sólidos geométricos e os conceitos de vértices, arestas, faces, área de superfície, volume e planificação. Os encontros foram organizados da seguinte forma:

1º encontro (25 de setembro/sexta-feira) – 1 período: Apresentação da pesquisa para os alunos, entrega dos termos de assentimento e consentimento, e aplicação do questionário inicial;

2º encontro (28 de setembro/segunda-feira) – 3 períodos: Realização da atividade 1;

3º encontro (30 de setembro/quarta-feira) – 2 períodos: Realização da atividade 2;

4º encontro (05 de outubro/segunda-feira) – 3 períodos: Realização das atividades 2 e

3;

5º encontro (08 de outubro/quinta-feira) – 3 períodos: Realização da atividade 3 e aplicação do questionário final.

O questionário inicial teve como objetivo identificar quais conceitos de Geometria Espacial os alunos já sabiam e também mostrar como eles visualizavam os sólidos geométricos, sua planificação e seus elementos. Já as atividades propostas foram baseadas na construção de sólidos geométricos no GeoGebra 3D, envolvendo os elementos dos sólidos (arestas, faces e vértices), sua planificação, e também os conceitos de área de superfície e volume, entre outros. Sempre guiadas com perguntas que deveriam ser respondidas no papel, estas influenciavam os alunos a manipularem suas construções, pintando elementos dos sólidos, aumentando o tamanho de suas arestas, girando os sólidos, etc, procurando contribuir para a visualização dos alunos, a partir de ferramentas que davam dinamismo aos sólidos. Observa-se que pintar os elementos do sólido foi uma maneira de incentivar os alunos a movimentarem o sólido, uma vez que para pintar os elementos do plano de fundo do sólido é necessário movimentá-lo, girando-o, para que esses elementos passem para o plano frontal. O questionário final foi proposto para ter acesso ao que os alunos acharam das atividades, o que eles conseguiram entender melhor a partir delas e suas opiniões sobre o software utilizado.

3.5 OS DADOS COLETADOS

Como citado anteriormente, Bogdan e Biklen (2010) consideram a investigação qualitativa como descritiva, ou seja, os investigadores tentam analisar os dados em toda sua riqueza, respeitando, tanto quanto o possível, a forma que estes foram registrados e transcritos. Por isso, os dados coletados na pesquisa foram de extrema importância para a análise apresentada no presente trabalho e são eles:

Caderno de campo: É um registro feito pelo pesquisador, no qual ele descreve os acontecimentos presenciados com maior detalhamento possível. Este foi necessário para anotar algumas perguntas que os alunos me faziam sobre as atividades e também algumas ações deles durante os encontros;

Arquivos das construções dos alunos GeoGebra 3D: Com eles, foi possível ver o que eles construíram no software, quais passos utilizaram, o que conseguiram ou não realizar;

Registro escrito dos alunos (questionários + atividades): De suma importância, pois com este registro, além dos alunos realizarem as construções e pensarem sobre elas, eles registraram seus modos de pensar, possibilitando uma análise dos mesmos.

Gravações de voz dos encontros: Estas ajudaram bastante na pesquisa, pois quando eu ia conversar com algum aluno, eu levava o gravador comigo, assim, as falas dos alunos estão gravadas tal e qual eles disseram. Ao longo do trabalho, algumas delas serão transcritas para enriquecer a análise e contribuir para o melhor entendimento sobre a prática.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Após apresentar os aspectos teóricos da pesquisa, o contexto em que está inserida e o modo como a prática foi organizada, neste capítulo conto o que aconteceu em cada encontro com a turma. Apresentando recortes das produções dos alunos, transcrições das falas dos mesmos e fotos dos encontros, busco enriquecer o trabalho e justificar as análises feitas por mim. Como citado anteriormente, a produção de 10 alunos será apresentada e eles serão chamados por nomes genéricos para preservar suas identidades. Isso não impedirá de, por vezes, serem apresentados dados de alunos que não compareceram a todos os encontros, a fim de mostrar algo que eles tenham produzido, mas tomarei o cuidado de informar quando isto acontecer. Vamos aos encontros.

4.1 O PRIMEIRO ENCONTRO

O primeiro contato com a turma ocorreu no dia 25 de setembro na sala de aula para a aplicação do questionário inicial. Tive um período para realizá-la. Primeiramente, me apresentei para os 12 alunos presentes. Contei o porquê de eu estar ali, como seriam nossos próximos encontros e a ideia da minha pesquisa. Perguntei se eles gostavam de Matemática e alguns alunos disseram que sim. Também perguntei se gostavam de Geometria e apenas um aluno respondeu positivamente. Então eu falei para eles a minha opinião, que eu gosto muito de Geometria, pois ela está muito presente em nossas vidas. Mostrei para eles que na sala havia Geometria: o armário é um sólido geométrico, as janelas da sala possuem formas retangulares e os vidros formas quadradas (Figura 5).

Figura 5: Janelas da sala de aula



FONTE: Elaboração própria

Também falei sobre o GeoGebra 3D, o software que seria utilizado nos encontros com a turma, explicando que nele seria possível construir objetos 3D, movê-los, girá-los e mudar o tamanho de suas arestas, mudar a área das faces, o valor do volume, entre outros. Os

alunos se mostraram bastante abertos para a proposta e não hesitaram em participar, entregando o termo de consentimento e de assentimento devidamente assinados ao longo dos encontros.

Após a conversa de familiarização com os alunos, entreguei a eles o questionário inicial. Este era composto por 5 questões que exigiam conhecimentos sobre figuras geométricas planas, sólidos geométricos e seus elementos (vértices, arestas, faces), volume, área de superfície e planificação de um sólido geométrico. A elaboração das questões foi pensada de modo com que fosse possível identificar como os alunos visualizam os sólidos geométricos, sua planificação, vértices, arestas, faces, entre outros. Para isso, exigiam que os alunos desenhassem alguns sólidos e respondessem perguntas a partir de desenhos de sólidos geométricos no papel. No que segue, apresento algumas respostas dos alunos.

4.1.1 Questionário Inicial: a primeira questão

O objetivo da primeira questão do questionário inicial era buscar identificar quais sólidos geométricos os alunos conheciam dentre os solicitados e também se sabiam representá-los no papel. Assim, foi possível entender como cada aluno estava visualizando cada sólido.

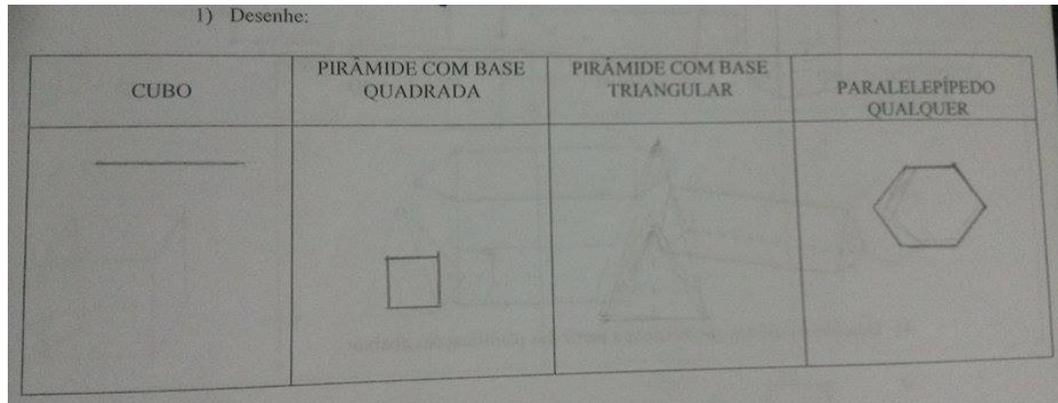
Figura 6: Primeira questão do questionário inicial

1) Desenhe:			
CUBO	PIRÂMIDE COM BASE QUADRADA	PIRÂMIDE COM BASE TRIANGULAR	PARALELEPÍPEDO QUALQUER

FONTE: Elaboração própria

Nesta questão, os alunos B e G representaram os sólidos geométricos por meio de figuras planas. Isto sugere que os alunos têm dificuldades em diferenciar figuras geométricas planas e sólidos geométricos ou têm dificuldades em desenhá-los (Figuras 7 e 8).

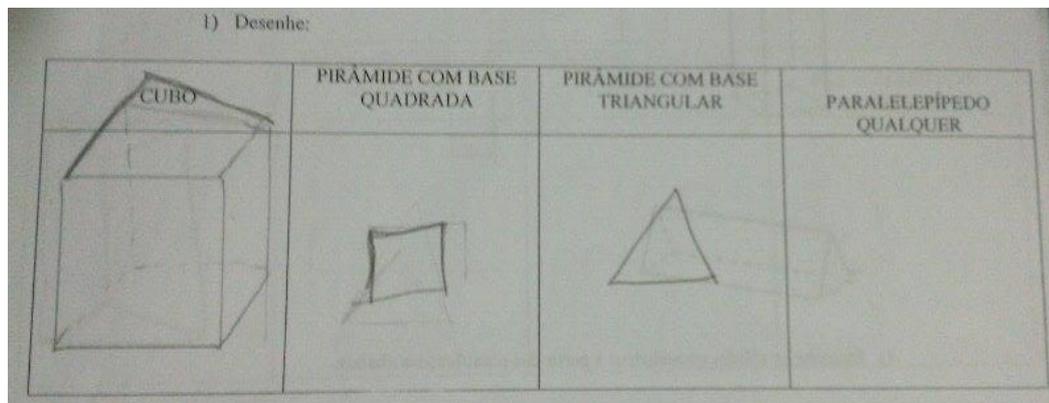
Figura 7: Desenhos do aluno B na primeira questão



FONTE: Elaboração própria

O aluno B desenhou apenas um segmento para representar um cubo. Pode ser que ele não tenha conseguido desenhar o resto ou não sabia realmente o que é um cubo.

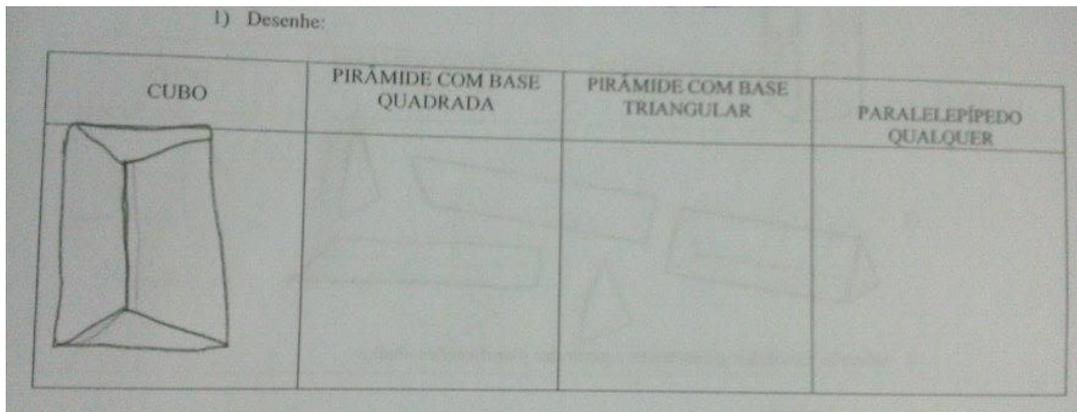
Figura 8: Desenhos do aluno G na primeira questão



FONTE: Elaboração própria

Obviamente, não podemos descartar a possibilidade de que o aluno G sabia o que eram sólidos geométricos, mas não conseguiu desenhar as duas pirâmides e apenas fez suas bases.

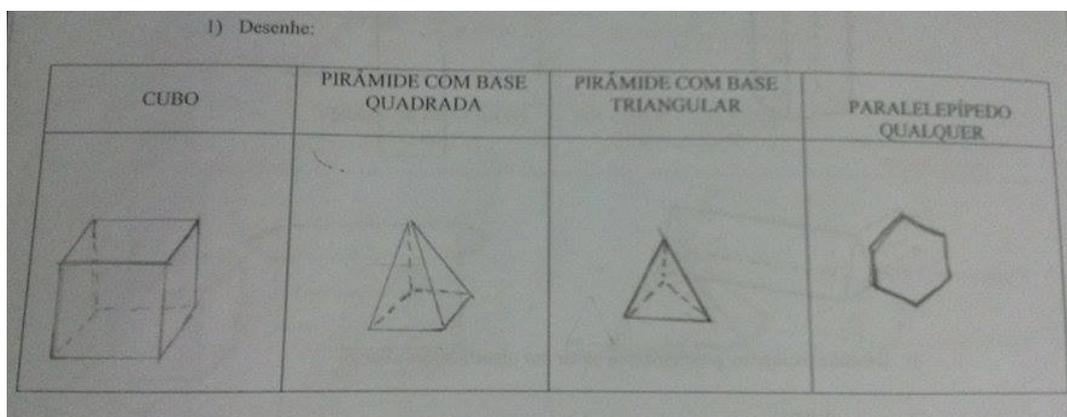
O aluno H desenhou apenas o cubo do modo como aparece na Figura 9.

Figura 9: Desenho de um cubo do aluno H

FONTE: Elaboração própria

Com base nesse desenho, é possível inferir que o aluno H não sabia desenhar um cubo. Talvez, ele saiba o que é um cubo, mas não soube reproduzi-lo. Vale ressaltar que este é um dos dois alunos da turma que possui laudo médico por necessidade intelectual. Segundo a professora, o aluno possui muitas dificuldades, mas é bastante esforçado e realiza todas as tarefas nas aulas. Comigo não foi diferente, ele não faltou a nenhum encontro e fez todas as atividades com muito empenho e dedicação. Ao longo da apresentação dos dados notaremos a evolução que o aluno teve.

Os demais alunos A, C, D, E, F, I e J desenharam o cubo, a pirâmide com base quadrada e a pirâmide com base triangular de forma correta. Nenhum aluno soube representar um paralelepípedo qualquer por meio de desenho, talvez por não conhecerem esta nomenclatura. Os alunos A, G, H e I deixaram em branco. Os alunos B, C, E e F desenharam um hexágono regular e os alunos D e J desenharam um cilindro.

Figura 10: Desenhos do aluno C

FONTE: Elaboração própria

No geral, os alunos apresentaram algumas dificuldades em desenhar os sólidos, mesmo sabendo como estes eram. O que fica claro na frase dita pelo aluno C: “Sei como é, mas é difícil de desenhar”. Por isso reforço o objetivo desta atividade era compreender como eles estavam enxergando os sólidos geométricos. Também, eles ficaram com muito medo de errar, apagaram muitas vezes os desenhos, pois acreditavam estar errado. Por isso, por diversas vezes eu reforcei a ideia do questionário, que era mostrar o que eles sabiam naquele momento e que não teria certo ou errado. Disse que não iria corrigir, apenas analisar o que eles escreveram e desenharam.

4.1.2 Questionário Inicial: a segunda questão

A segunda questão estava baseada no cubo e em seus elementos. O objetivo da questão era identificar se os alunos sabiam o que eram vértices, arestas, faces, área de superfície e volume do cubo. O item (a) dessa questão estava especificamente direcionado para o cubo, mas com ele também era possível entender se os alunos sabem identificar os elementos de qualquer sólido geométrico e não apenas o do cubo. Por isso, o objetivo poderia ser expandido para todos os sólidos.

Figura 11: Segunda questão do questionário inicial

2) Observe a figura ao lado que representa um cubo e responda:

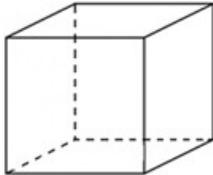
a) O número de elementos do cubo:

- vértices:
- arestas:
- faces:

b) Qual a forma geométrica das faces do cubo? São todas iguais?

c) Descreva com suas próprias palavras como você calcularia a área de superfície do cubo?

d) Descreva com suas próprias palavras como você calcularia o volume do cubo?



FONTE: Elaboração própria

4.1.2.1 Item (a)

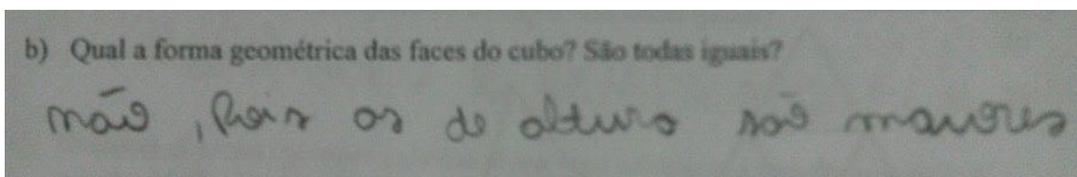
No item (a), os alunos deviam analisar a representação do cubo e responder sobre seus elementos. Era necessário saber o que são vértices, arestas e faces. Os alunos A, C, E e F acertaram todo o item. Os alunos D e J confundiram-se no número de vértices e arestas, dizendo que havia 12 vértices e 8 arestas. O aluno B escreveu que havia apenas 4 faces no cubo, o que sugere que ele teve dificuldades em visualizar as faces a partir da representação do cubo no plano. O aluno G também teve dificuldades na visualização dos elementos do cubo, pois indicou que havia 8 vértices e 4 faces. O aluno H disse que no cubo tem 3 vértices, 5 arestas e 4 faces, talvez ele tenha se confundido ao analisar a representação do cubo no plano. E o aluno I afirmou de forma equivocada que havia apenas 4 arestas no cubo, mostrando dificuldade em enxergá-las na representação.

Essa atividade mostrou que o desenho estático de um sólido geométrico no plano pode trazer confusões para a visualização de elementos desse sólido, visto que o desenho limita essa visualização para apenas um ângulo de visão, isto é, não há como movimentar a imagem para enxergá-la de outro ângulo.

4.1.2.2 Item (b)

O item (b) da questão 2 teve como objetivo mostrar se os alunos sabiam que um cubo possui suas seis faces iguais e quadradas. Apenas dois alunos erraram. O aluno G concluiu que não eram iguais, pois as faces laterais (que ele chamou de faces de altura) são maiores.

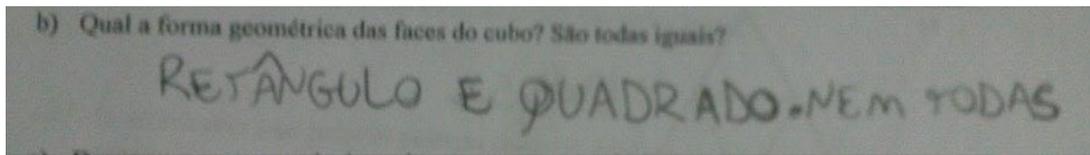
Figura 12: Resposta do aluno G



FONTE: Elaboração própria

Já o aluno H disse que havia faces quadradas e retangulares. Estes comentários podem ter sido influenciados pela representação do cubo no papel, visto que nem todas as faces aparecem como quadrados nessa representação.

Figura 13: Resposta do aluno H



FONTE: Elaboração própria

Os outros alunos não tiveram dúvidas na questão e responderam corretamente. Em geral, eles conhecem bem a forma geométrica das faces de um cubo e visualizam-nas satisfatoriamente. Vale ressaltar que com a representação do cubo no papel faz sentido que os alunos respondam que nem todas as faces são quadradas, pois elas aparecem na representação como quadrados e paralelogramos. Por isso, ao enxergarem o desenho do cubo no plano, os alunos precisam lembrar da ideia de perspectiva, visualizando mentalmente o cubo segundo sua definição, um sólido geométrico de seis faces quadradas.

4.1.2.3 Item (c)

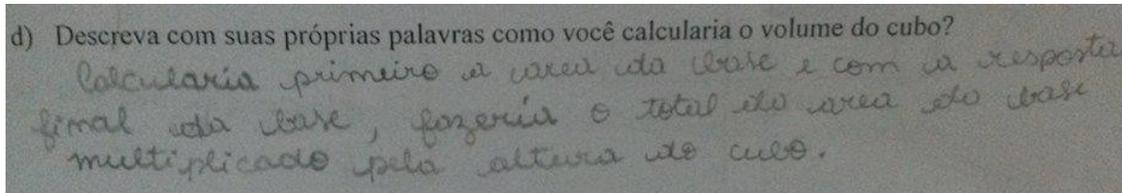
Neste item foi possível perceber que os alunos não sabiam o conceito de área de superfície de um sólido, mais precisamente, de um cubo. Nenhum aluno acertou. Os alunos D, G e J deixaram em branco e os alunos A, B, C, E e F responderam o seguinte: “Calcularia lado x lado”. Essa resposta mostrou que os alunos calculariam apenas a área de uma das faces do cubo, esquecendo das outras cinco. Já o aluno H representou a área de superfície como sendo $5,3 \times 5,3$. Nesse caso ele tentou medir os lados de cada face, mas mesmo assim só considerou uma das seis. Aqui, vale enfatizar que alertei os alunos para que não medissem os lados do cubo e sim explicassem como fariam para calcular. O aluno I respondeu o item com o seguinte: “Calcularia superfície x superfície”, o que poderia indicar que ele confunde o conceito de lado e de superfície.

4.1.2.4 Item (d)

Os alunos também tiveram dificuldades no item (d), que tinha como objetivo identificar se eles sabiam como se calculava o volume de um cubo. Os alunos D, F, G e J deixaram o item em branco. Os alunos A e B responderam que calculariam base x altura.

Nestes dois casos os alunos se equivocaram, pois ao calcularmos o volume utilizamos a área da base. Apenas o aluno C acertou e sua resposta foi a seguinte (Figura 14):

Figura 14: Resposta do aluno C



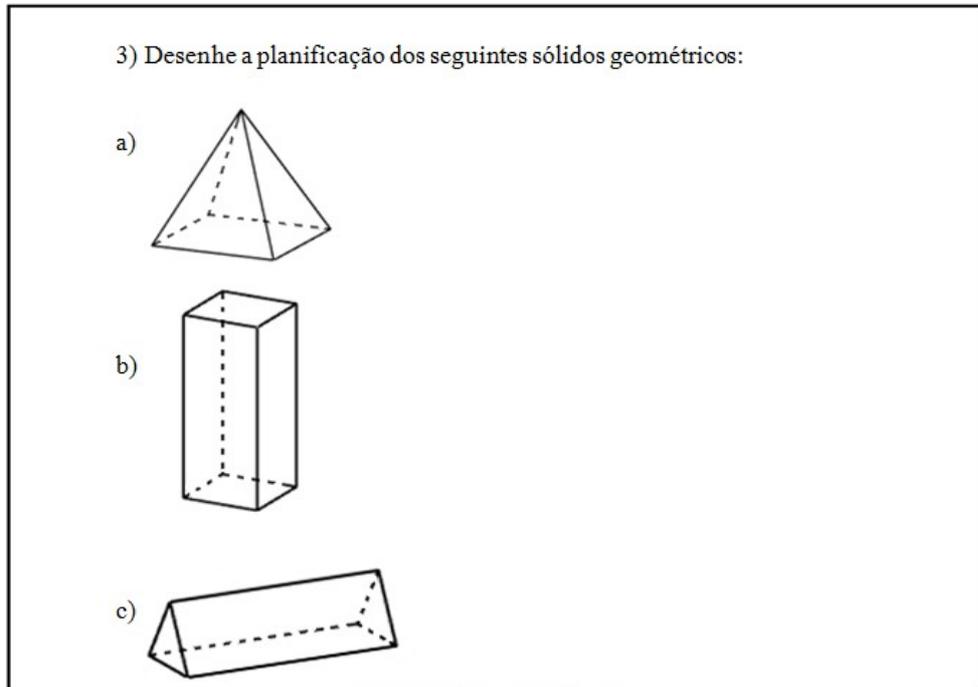
FONTE: Elaboração própria

O aluno H voltou a usar medições para responder, nessa questão ele respondeu: $10,0 \times 8,0$. Notei que os alunos que responderam o item (d) se prenderam a fórmulas, sem resgatar a ideia de volume como sendo a quantidade de espaço ocupado pelo cubo, mais informalmente, a quantidade de espaço que “cabe” no cubo. Pode ser que eles tenham recorrido à fórmula por não saberem o que significa o volume de um sólido geométrico e o que ele representa. A partir dessas respostas pude confirmar minha suspeita de que a atividade 2 dessa proposta seria importante para os alunos, pois nela eles preencheriam um sólido geométrico com cubos de volume 1, construindo assim a ideia de volume sem utilizar a fórmula.

4.1.3 Questionário Inicial: a terceira questão

Essa questão buscou identificar como os alunos visualizavam a planificação do sólido geométrico a partir da representação do mesmo no papel.

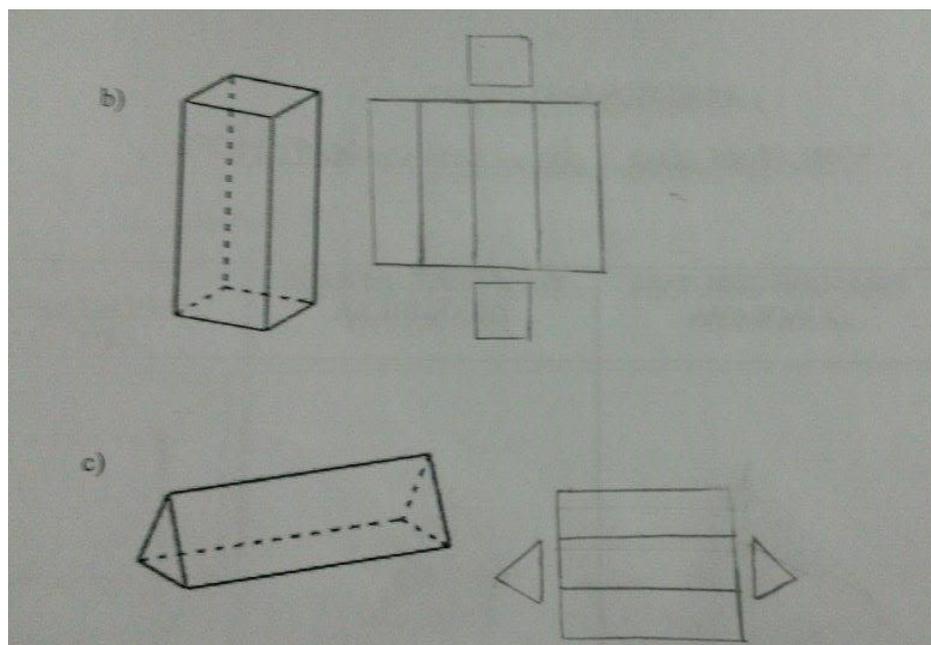
Figura 15: Terceira questão do questionário inicial



FONTE: Elaboração própria

A maioria dos alunos conseguiu fazer a questão de forma correta. Alguns tiveram erros pequenos, como o aluno A que esqueceu de uma das bases do item (b) e o aluno E que esqueceu de uma das faces laterais. Outro caso interessante foi do aluno I (Figura 16).

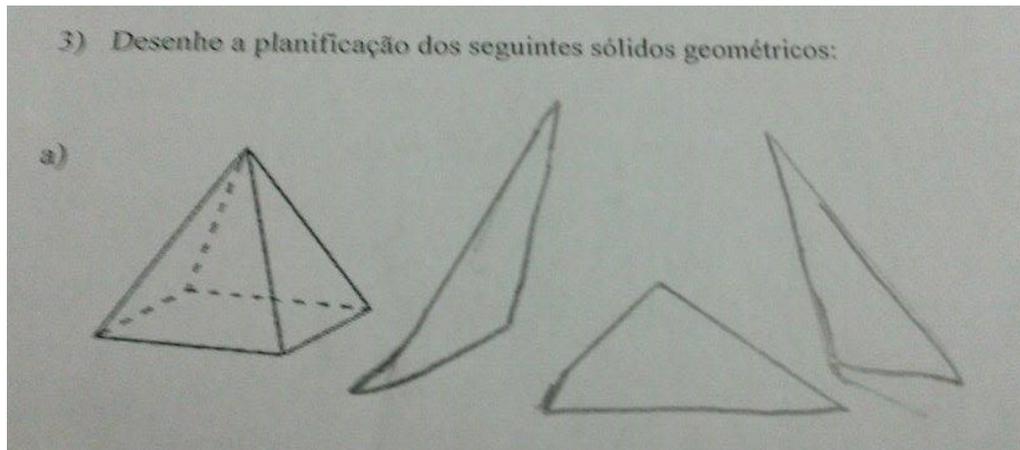
Figura 16: Planificação do aluno I



FONTE: Elaboração própria

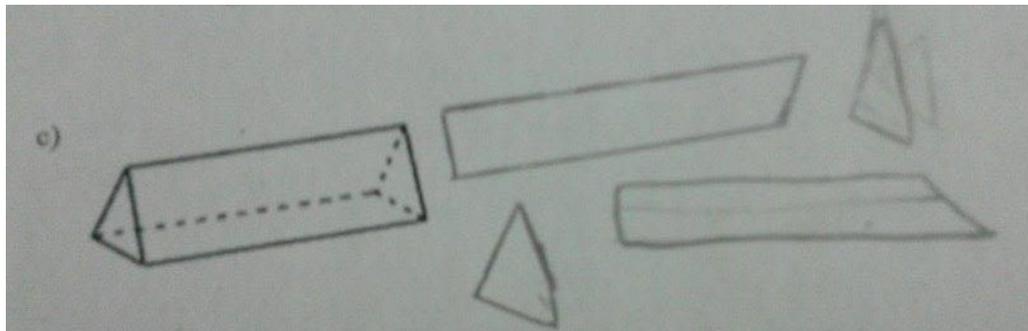
Pode-se dizer que o aluno citado não conseguiu visualizar a planificação dos sólidos de forma totalmente correta, visto que ele representou as faces da base destacadas das faces laterais. Uma das arestas da base deveria estar justaposta com uma das arestas da face lateral.

Figura 17: Planificação do aluno H



FONTE: Elaboração própria

Figura 18: Planificação do aluno H



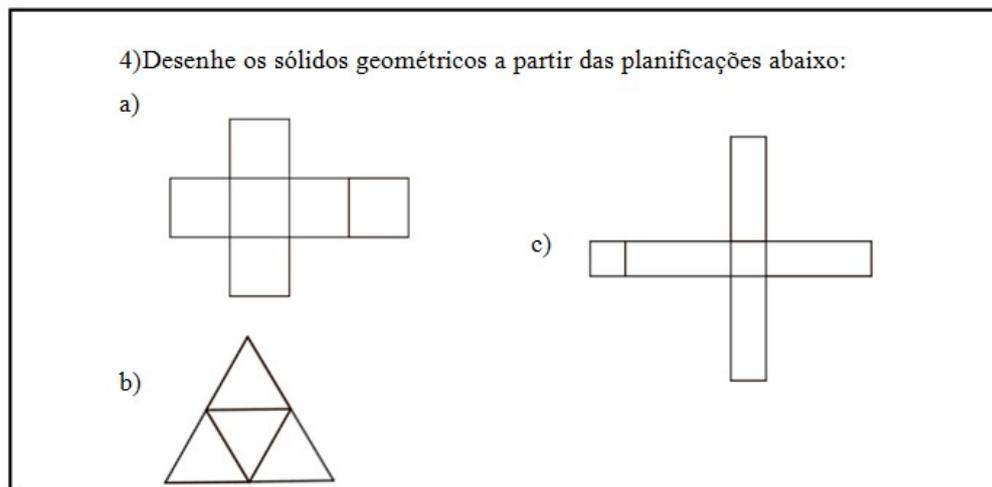
FONTE: Elaboração própria

O aluno H também mostrou não entender a ideia da planificação de um sólido geométrico e apenas desenhou as faces conforme elas estavam na representação do sólido no papel. Em geral, os alunos conseguiram realizar a atividade de forma satisfatória, mostrando que a maioria consegue visualizar a planificação de um sólido geométrico.

4.1.4 Questionário Inicial: a quarta questão

O objetivo desta questão era mostrar como os alunos faziam o processo inverso da questão três: a partir da planificação de um sólido geométrico eles deveriam desenhar a representação do mesmo no plano. A visualização do sólido a partir da planificação foi a habilidade exigida nessa questão.

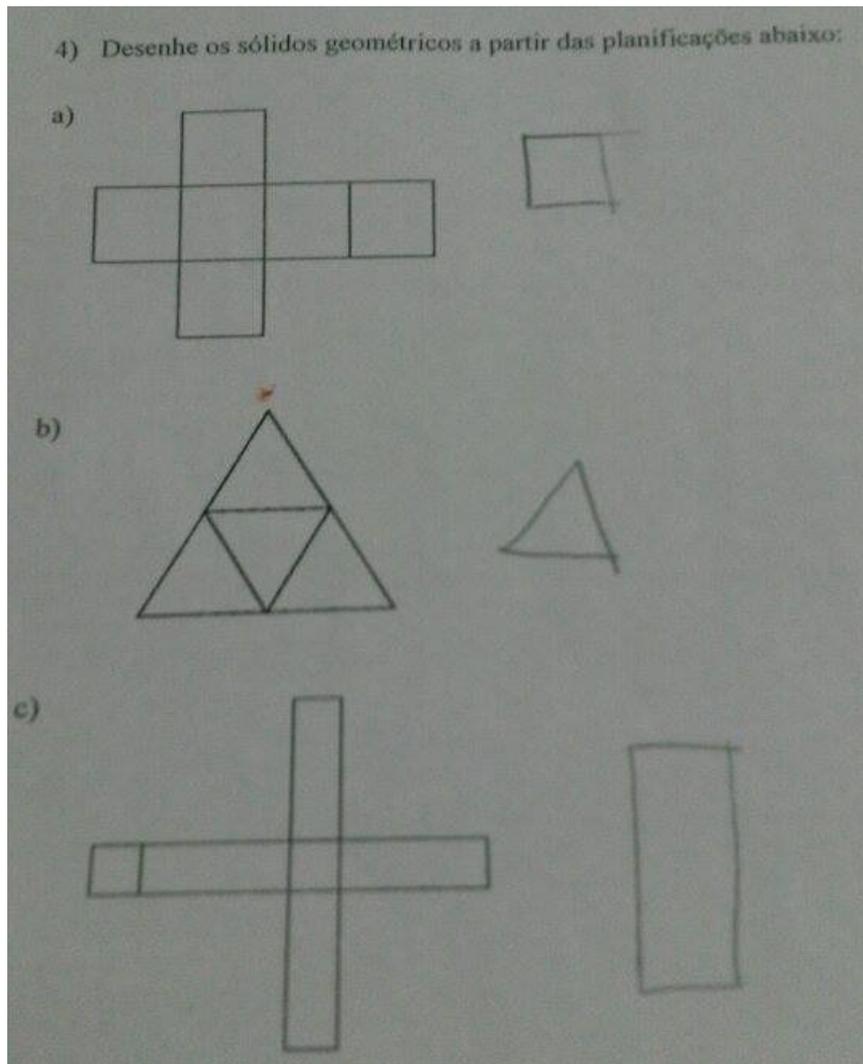
Figura 19: Quarta questão do questionário inicial



FONTE: Elaboração própria

Os alunos A, C, D, E, F e H acertaram a questão inteira, representando os sólidos de maneira correta. O aluno B deixou a questão em branco. O aluno G desenhou os sólidos da seguinte maneira (Figura 20).

Figura 20: Desenhos do aluno G

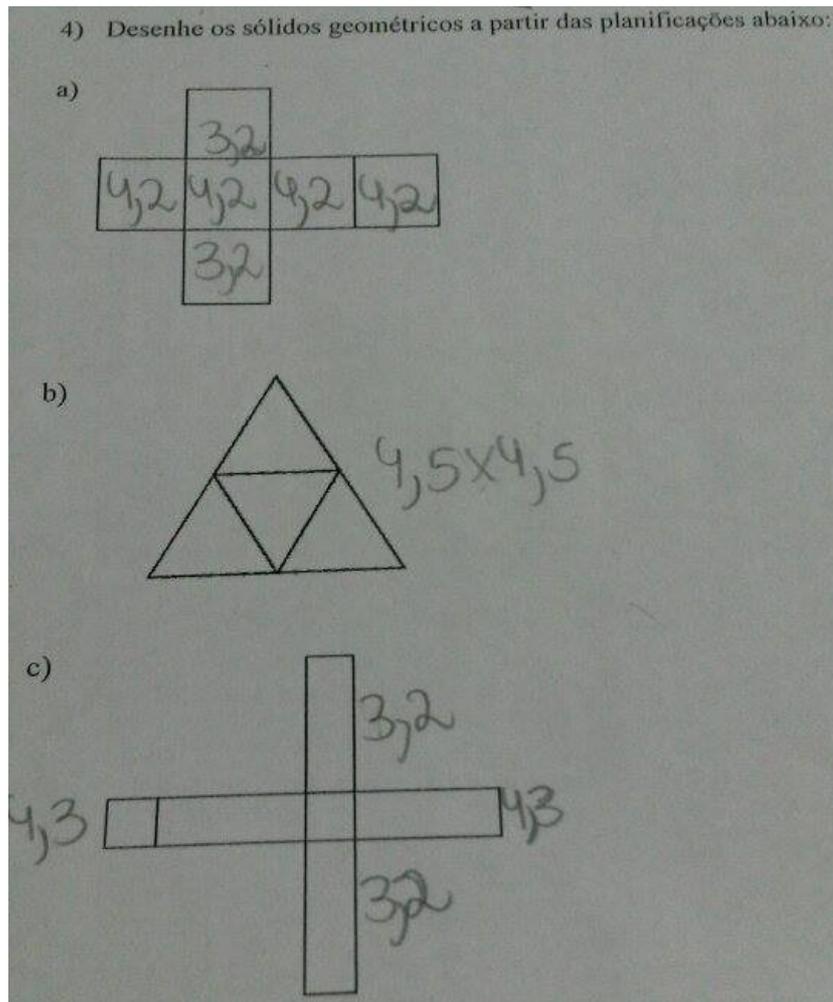


FONTE: Elaboração própria

No caso do aluno C, sua resposta gera um questionamento: será que ele desenhou os sólidos geométricos a partir de uma visão frontal ou não sabia como representá-los em perspectiva (Figura 20)? Infelizmente, não é possível responder a esta pergunta, visto que não perguntei a ele qual era sua intenção ao desenhar deste jeito.

O aluno H voltou a fazer o uso de números como estratégia para resolver a questão, como mostra a Figura 21, o que sugere que ele não compreendeu o que questão solicitava.

Figura 21: Estratégia utilizada pelo aluno H



FONTE: Elaboração própria

Em geral, a maioria dos alunos conseguiu realizar esta questão. Alguns não conseguiram devido à dificuldade em visualizar o sólido geométrico que seria formado pela planificação.

4.1.5 Questionário Inicial: a quinta questão

A última questão do questionário inicial buscou mostrar se os alunos conseguiam identificar objetos do seu dia a dia que poderiam ser representados por meio de sólidos geométricos. Esta pergunta estava ligada à atividade 3 dessa proposta, que procurou expandir as ideias que eles apresentaram nessa questão do questionário, convidando os alunos a reproduzirem no GeoGebra 3D algum objeto ou elemento do seu cotidiano. A quinta questão do questionário foi a seguinte (Figura 22).

Figura 22: Quinta questão do questionário inicial

5) Você está rodeado de sólidos geométricos, sabia?
Cite alguns exemplos de objetos que você encontra no dia a dia e que parecem sólidos geométricos.

FONTE: Elaboração própria

Os alunos F e G deixaram a questão em branco, o que sugere que eles não conseguiram fazer a relação que se pedia. O aluno D, ao responder essa questão, mostrou novamente uma dificuldade bem presente na turma, que já foi citada acima no texto: a diferença entre figuras geométricas planas e sólidos geométricos.

Figura 23: Resposta do aluno D

5) Você está rodeado de sólidos geométricos, sabia?
Cite alguns exemplos de objetos que você encontra no dia a dia e que parecem sólidos geométricos.

Tijolos, mesas, janelas, telhados de casas

Retângulo Círculo Retângulo Triângulo

Retângulo Quadrado

FONTE: Elaboração própria

Ao citar os sólidos geométricos que representavam cada objeto o aluno D recorreu a nomes de figuras geométricas planas para caracterizá-los. Os outros alunos apresentaram respostas bem variadas como caixa de remédio, caixa de sapato, caixa de leite, pote de maionese, casas, apartamentos, canetas, tijolos, mesas, janelas, cadernos, camas, portas, quadro da sala de aula, dentre outros. Fiquei bem surpresa, pois, no geral, os alunos conseguiram relacionar esses objetos com os sólidos geométricos.

Terminada realização do questionário inicial, agradei os alunos pela participação e reforcei a importância deles não faltarem aos próximos encontros. Após, os alunos continuaram com a aula normal no colégio.

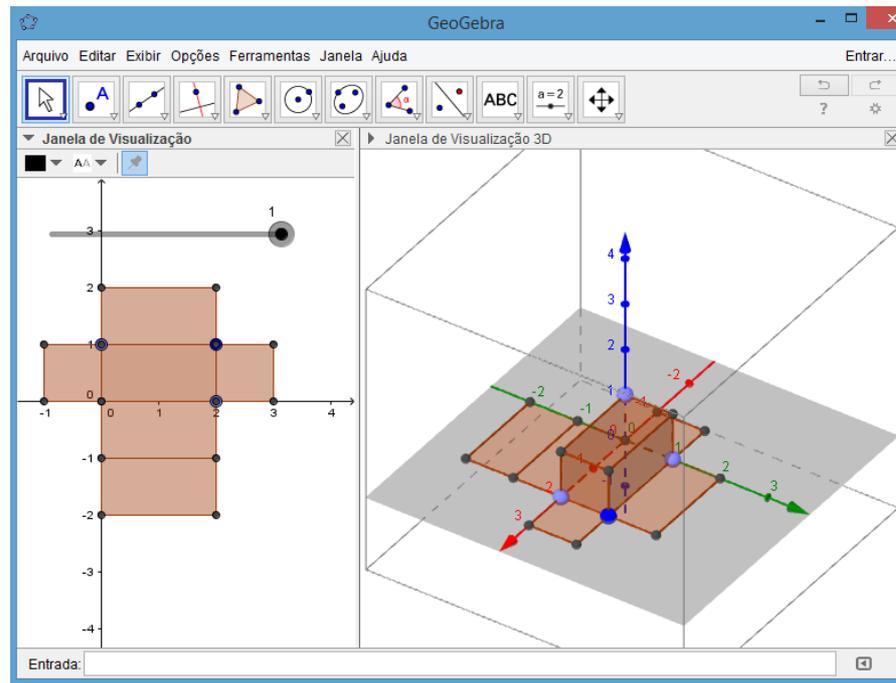
A partir da análise das facilidades e dificuldades dos alunos no questionário inicial, repensei e reorganizei o segundo encontro, buscando conversar com eles no início desse encontro sobre essas análises.

4.2 O SEGUNDO ENCONTRO

O segundo contato com a turma ocorreu no dia 28 de setembro, na sala de informática do colégio, e destinou-se à aplicação da primeira atividade. Tive três períodos para realizá-la e dezesseis alunos estavam presentes. Destes, quatro não compareceram ao primeiro encontro, mas já estavam me pedindo os termos para assinarem e se interessaram pela atividade. Conforme citado anteriormente, no início do encontro tivemos uma conversa sobre o questionário inicial. Primeiramente enfatizei a diferença entre figuras geométricas planas e sólidos geométricos, pois senti que isso não estava claro para eles. Pedi para que os alunos citassem alguns exemplos de cada um. Para o primeiro surgiu os nomes: quadrado, círculo, retângulo e triângulo. Já no segundo eles lembraram de cubo e paralelepípedo. O aluno I disse que quadrado era um sólido geométrico, mostrando que a dificuldade existia mesmo. Expliquei a eles que o quadrado não era um sólido geométrico, pois ele é plano e consequentemente não possui volume.

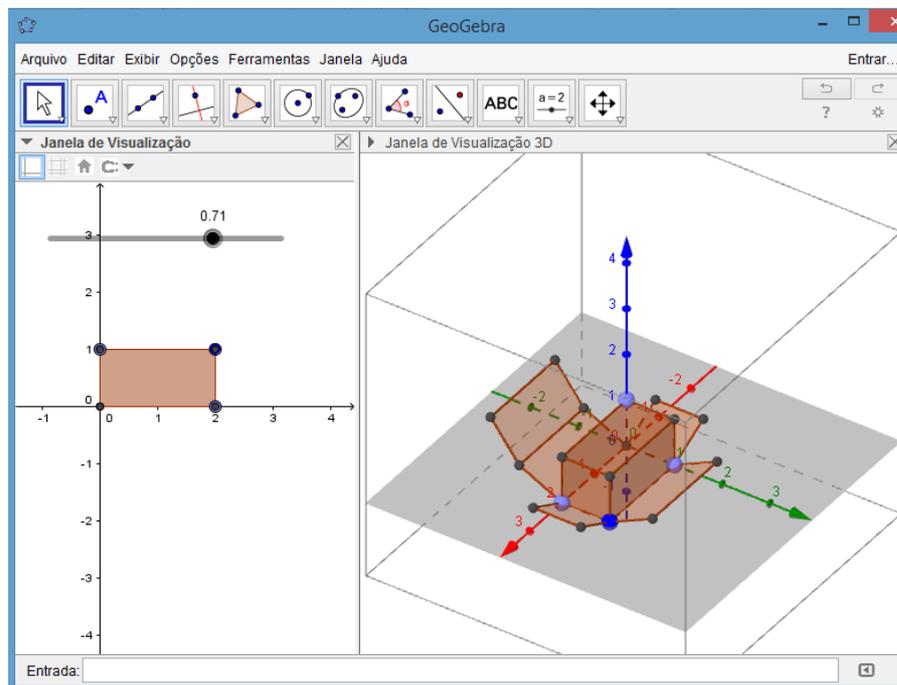
Após a conversa, apresentei para os alunos o software de geometria dinâmica GeoGebra 3D, utilizando o *datashow* da sala de informática. Primeiramente, construí pontos, segmentos, retas e polígonos na “Janela de Visualização 2D”, mostrando aos alunos as ferramentas mais simples e buscando familiarizá-los com o programa. Construí um quadrado sem considerar nenhuma propriedade do mesmo apenas com a ferramenta “Polígono” e outro quadrado com a ferramenta “Polígono Regular”. Mexi nos vértices de cada um e convidei os alunos a pensarem sobre a ideia de que o primeiro objeto construído não conservava as propriedades do quadrado e se deformava, já o segundo continuava sendo um quadrado mesmo com os movimentos de um de seus vértices, pois foi construído para ser sempre um polígono regular. Também mostrei mais rapidamente as outras ferramentas do GeoGebra. Dei uma volta pela sala e vi que os alunos estavam todos muito concentrados no computador e já estavam explorando outras ferramentas, tentando entender como elas funcionavam. Pedi para que eles abrissem a “Janela de Visualização 3D” no menu “Exibir”, mostrando que tudo que era desenhado no plano da “Janela de Visualização 2D” também aparecia no plano da 3D, visto que eles representavam o mesmo plano. Mostrei também que os menus mudavam de uma janela para a outra e que na “Janela de Visualização 3D” era possível construir pontos, retas, planos, prismas, entre outros. Construí um prisma qualquer e os alunos já ficaram muito surpresos com a ferramenta. Depois de construído, usei a ferramenta “Planificação” e selecionei o prisma, mostrando a eles que essa planificação pode abrir e fechar, como mostram as figuras a seguir (Figuras 24 e 25).

Figura 24: Planificação totalmente aberta do prisma



FONTE: Elaboração própria

Figura 25: Planificação um pouco aberta do prisma



FONTE: Elaboração própria

Mostrei para os alunos que também era possível mudar a cor dos objetos construídos, movê-los e apagá-los se necessário. Quando eles viram esse movimento da planificação do

prisma ficaram encantados e muito empolgados. Alguns disseram: “Uauuu”. E logo após eu dizer a eles: “Então, pessoal, vamos fazer a primeira atividade.”, o aluno C disse de forma espontânea e empolgada: “VAMOS” e então o aluno A perguntou para ele: “Nossa, que empolgação, ‘hein’?”.

Assim que a primeira atividade foi entregue aos alunos, eles colocaram toda sua atenção no GeoGebra, não sendo necessário eu ter que pedir para eles realizarem as questões. Apenas tive que orientá-los a escreverem tudo no papel, pois estavam apenas olhando para suas construções no software. Vale a pena citar que eu construí o cubo junto com eles usando o *datashow*, pois era sua primeira construção com o software.

4.2.1 Atividade 1: a primeira questão

A primeira questão exigiu dos alunos conhecimento sobre o cubo (e suas propriedades), arestas, vértices, faces, altura, área de superfície, entre outros. Teve como objetivos possibilitar a identificação dos elementos do cubo a partir de sua construção no GeoGebra 3D, contribuir para a visualização da área de superfície do cubo a partir da planificação do mesmo e para a visualização do cubo utilizando as ferramentas de geometria dinâmica do software, que permitem transladá-lo, enxergá-lo de vários ângulos, aumentar/diminuir o tamanho de suas arestas.

4.2.1.1 Itens (a), (b), (c) e (d)

No questionário inicial foi possível perceber que alguns alunos não conseguiram visualizar corretamente o número de vértices, arestas e faces do cubo, por isso eu alterei as letras a, b e c da primeira atividade, acrescentando as seguintes partes sublinhadas abaixo na Figura 26.

Figura 26: Itens (a), (b), (c) e (d) da primeira atividade

Atividade 1	
1) Construa um cubo com aresta igual a 2 no GeoGebra 3D. Observe sua construção e responda:	
a)	Quantos vértices há no cubo? ___ <u>Pinte-os de vermelho.</u>
b)	Quantas arestas há no cubo? ___ <u>Pinte-as de azul.</u>
c)	Quantas faces há no cubo? ___ <u>Pinte-as de verde.</u>
d)	Qual a forma geométrica de suas faces? São todas iguais? Por quê?

FONTE: Elaboração própria

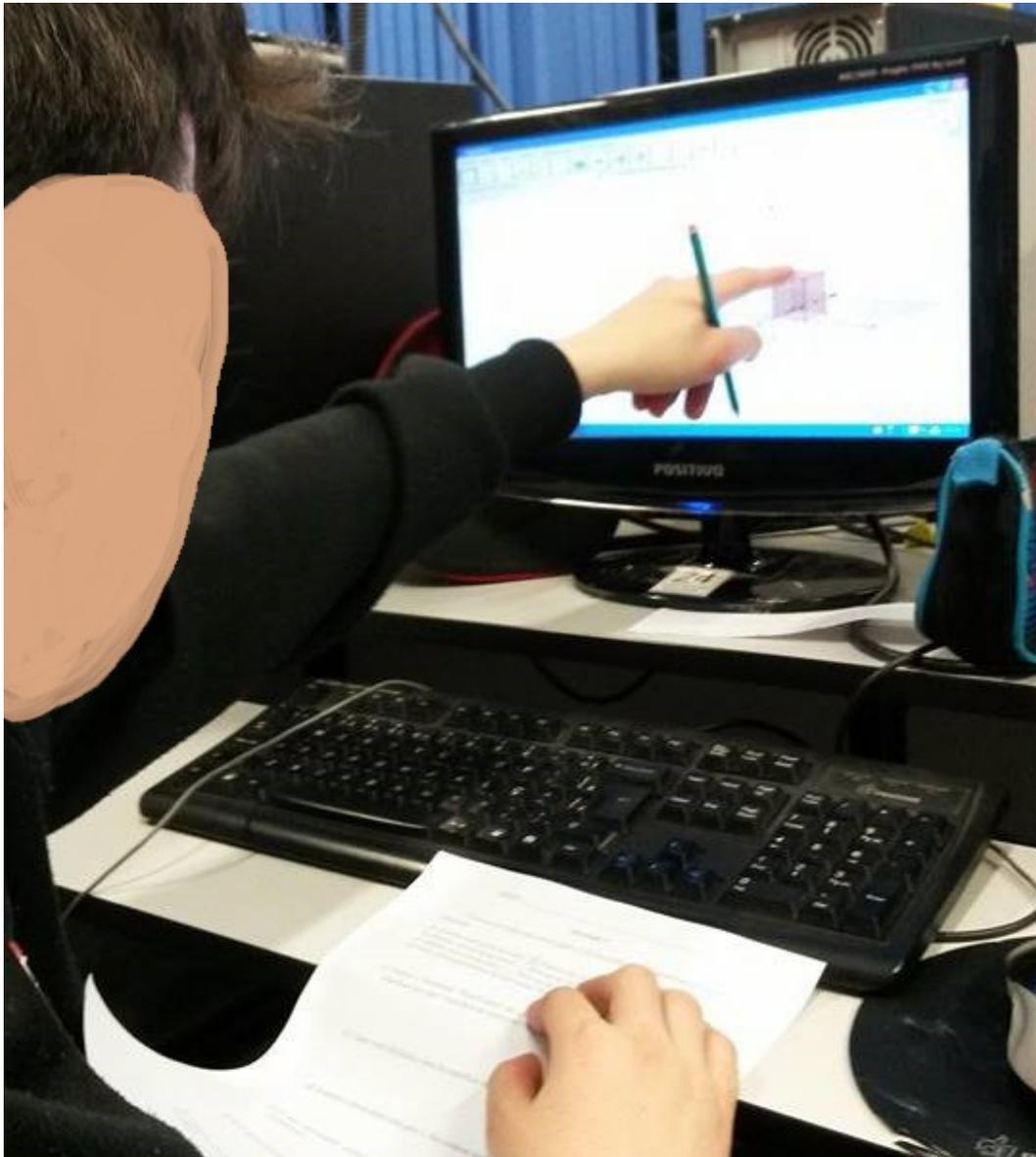
Esta alteração teve como objetivo influenciar os alunos a manipularem mais o cubo construído, visto que para pintar cada elemento, seria necessário girar o sólido, selecionar cada vértice, cada aresta e cada face para eles mudarem de cor. O dinamismo do software permitiria que os alunos visualizassem o cubo da maneira que fosse mais clara para eles, podendo enxergar os elementos que por vezes parecem estar “escondidos” ou “deformados” na representação do cubo no plano. Nesse sentido é que foi solicitado que os alunos pintassem todos os elementos do cubo. A possibilidade de construir o cubo no GeoGebra 3D trouxe resultados positivos para os alunos, pois todos eles acertaram os quatro primeiros itens dessa primeira questão, diferentemente do questionário inicial, quando apenas 4 responderam de forma correta.

Nessa atividade o dinamismo do software contribuiu para que os alunos visualizassem esses elementos, visto que giraram o cubo e enxergaram-no sob perspectivas diferentes. Nesse encontro, percebi que eles mexeram bastante no cubo e todos estavam girando-o. A partir das ideias de Gravina e Basso (2012), percebo que essa contribuição na visualização deve-se ao fato dos alunos, no questionário inicial, estarem observando um desenho estático do cubo para responderem as perguntas, enquanto que na atividade puderam concluir as ideias a partir de uma representação tridimensional, dinâmica e manipulável do cubo na tela do computador.

O aluno H, que não havia acertado nenhum desses itens no questionário inicial, respondeu de forma correta essa atividade. Na Figura 27, podemos perceber que ele contou os elementos do cubo utilizando o software. Conforme as anotações do meu caderno de campo, o

aluno também girou o cubo no espaço para enxergar seus elementos a partir de diferentes ângulos.

Figura 27: Aluno H utilizando o GeoGebra 3D para contar o número de elementos do cubo



FONTE: Elaboração própria

4.2.1.2 Item (e)

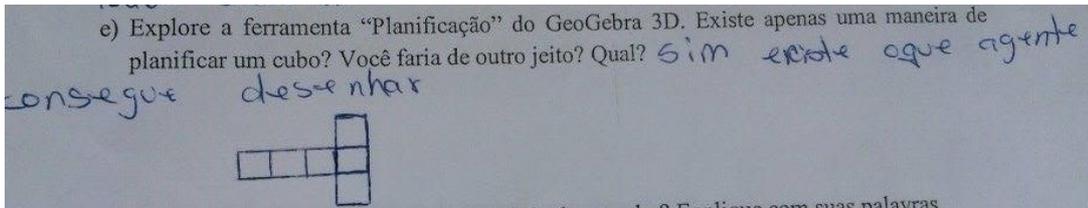
Figura 28: Item (e) da primeira atividade

e) Explore a ferramenta “Planificação” do GeoGebra 3D. Existe apenas uma maneira de planificar um cubo? Você faria de outro jeito? Qual?

FONTE: Elaboração própria

Este item teve como objetivo instigar os alunos a pensarem em outras maneiras de planificar um cubo e analisar se eles conseguiam visualizar essa planificação. Infelizmente apenas o aluno I desenhou uma planificação do cubo diferente da apresentada no GeoGebra.

Figura 29: Planificação do aluno I no item (e)



FONTE: Elaboração própria

Alguns alunos deixaram em branco, outros responderam que não havia outra forma de planificar o cubo e quatro alunos disseram que havia outras formas, mas eles não sabiam como. Percebi que eles não tinham aprendido ainda com a professora outras maneiras de planificar o cubo.

4.2.1.3 Item (f)

Este item teve como objetivo mostrar se os alunos conseguiriam calcular a área da superfície do cubo construído. Como no item anterior eles haviam planificado o cubo, esperava-se que eles se dessem conta de que com a planificação era mais fácil de visualizar a área de superfície do cubo, relacionando os dois conceitos.

Figura 30: Item (f) da primeira atividade

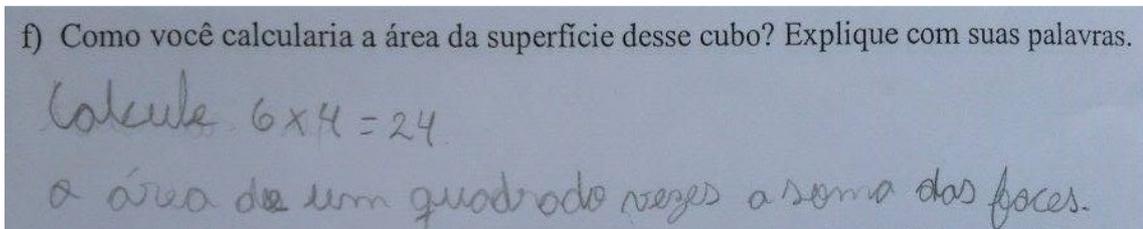
f) Como você calcularia a área da superfície desse cubo? Explique com suas palavras.

FONTE: Elaboração própria

Nove alunos acertaram este item, por isso suponho que eles conseguiram visualizar a área de superfície com a planificação do cubo, diferentemente do questionário inicial, no qual nenhum aluno acertou essa pergunta. Acredito que eles tenham conseguido entender que a área de superfície de um cubo não é a mesma coisa que a área de uma de suas faces apenas. Todos que acertaram usaram a ideia de calcular a área de uma das faces do cubo e multiplicar pelo número de faces do mesmo. Mesmo não sendo possível identificar com certeza se os alu-

nos fizeram o cálculo utilizando a planificação do cubo do GeoGebra 3D, seus raciocínios indicam que eles se basearam no que visualizaram no software para calcular a área de superfície.

Figura 31: Resposta do aluno F no item (f)



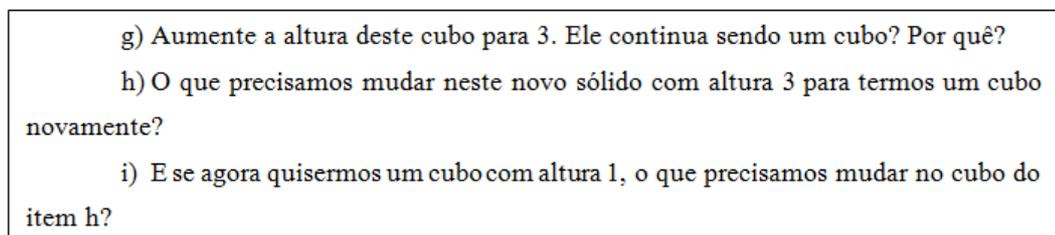
FONTE: Elaboração própria

O aluno H provavelmente se confundiu com o conceito de área de superfície, visto que respondeu o seguinte: “Eu faria altura x comprimento x largura”.

4.2.1.4 Itens (g), (h) e (i)

Estes três itens sugeriam que os alunos aumentassem e diminuíssem a altura de seus cubos construídos no GeoGebra 3D. O objetivo era que eles manipulassem seus cubos transformando-os em prismas e que eles refletissem sobre o que teria que ser mudado nesse prisma para ele se tornar novamente um cubo. Essas reflexões estariam embasadas na ideia de que o cubo possui suas seis faces quadradas e, conseqüentemente, todas as arestas com o mesmo tamanho.

Figura 32: Itens (g), (h) e (i) da primeira atividade



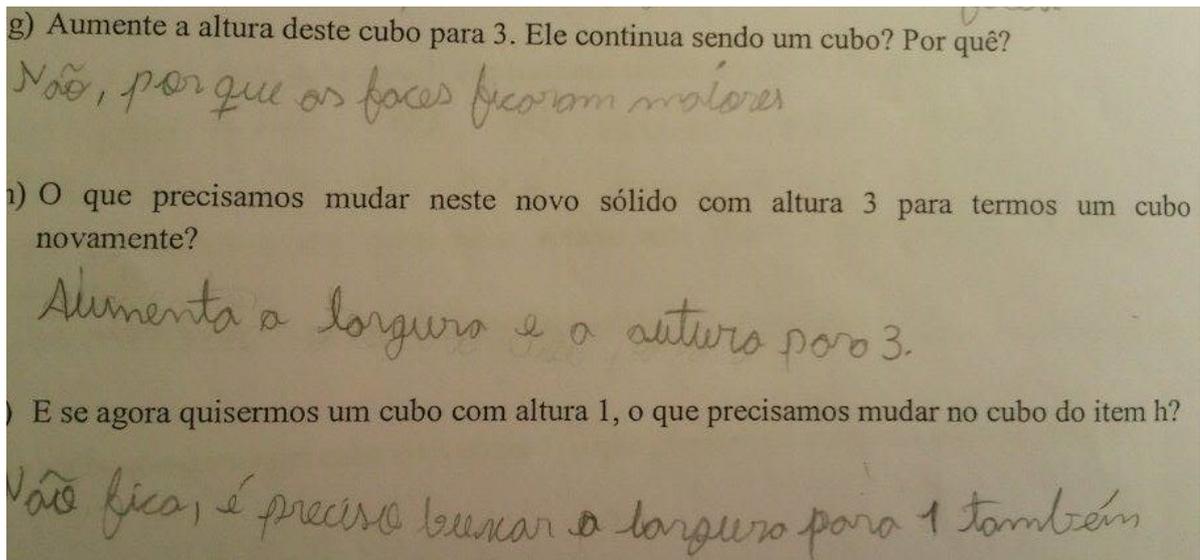
FONTE: Elaboração própria

Todos os dez alunos analisados acertaram esses três itens, o que sugere que eles conseguiram entender que quando mudamos a altura do cubo para um valor diferente das medidas do comprimento e largura do mesmo, o sólido geométrico obtido já não é mais um cubo. Vale citar que eu pedi para todos os alunos construírem o cubo a partir da ferramenta

“Prisma” do GeoGebra 3D justamente porque nesses itens eu gostaria que, ao aumentar a altura do cubo, as outras medidas permanecessem iguais, para que os alunos pensassem na ação que eles teriam que fazer para voltar a ser um cubo.

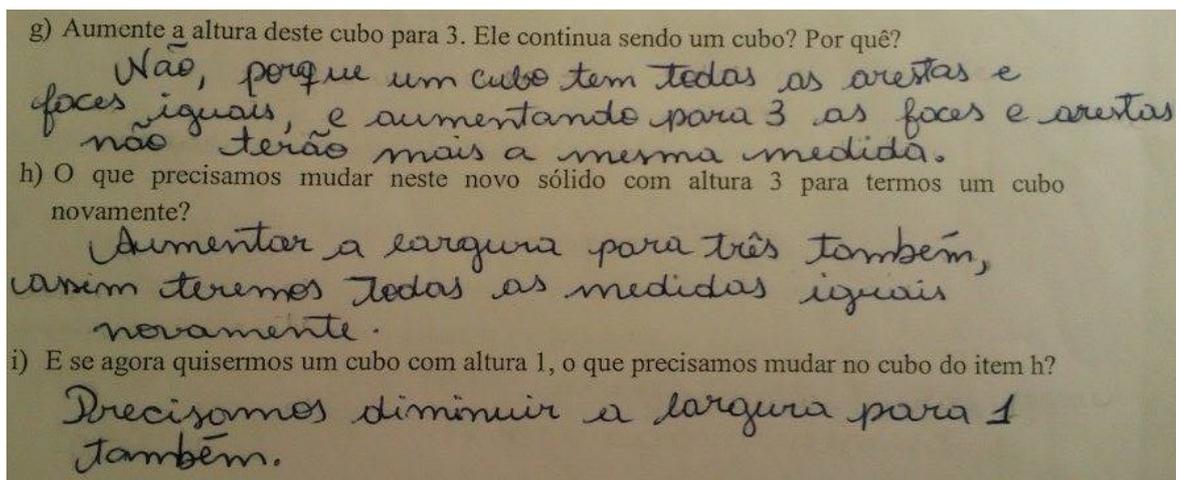
Algumas resoluções dos alunos estão apresentadas abaixo (Figuras 33, 34, 35 e 36).

Figura 33: Resolução dos itens (g), (h) e (i) do aluno D



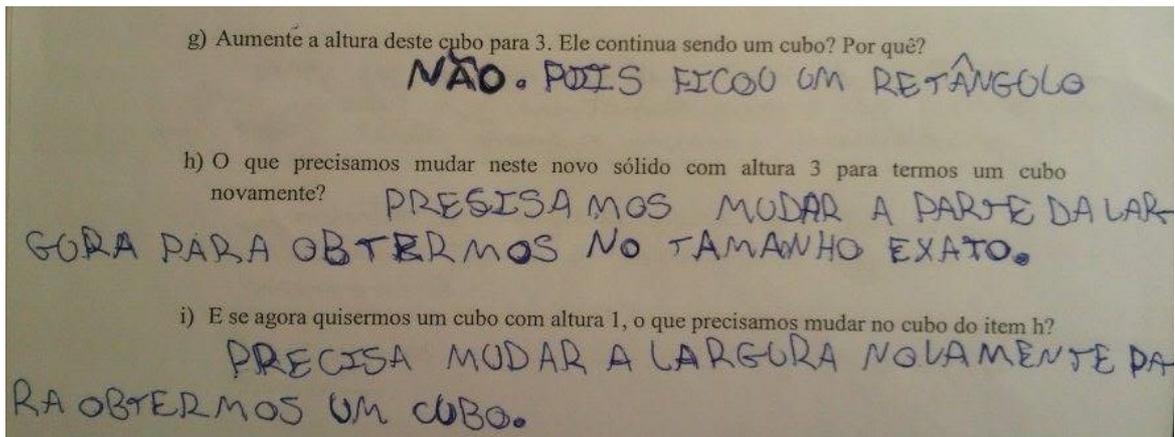
FONTE: Elaboração própria

Figura 34: Resolução dos itens (g), (h) e (i) do aluno C



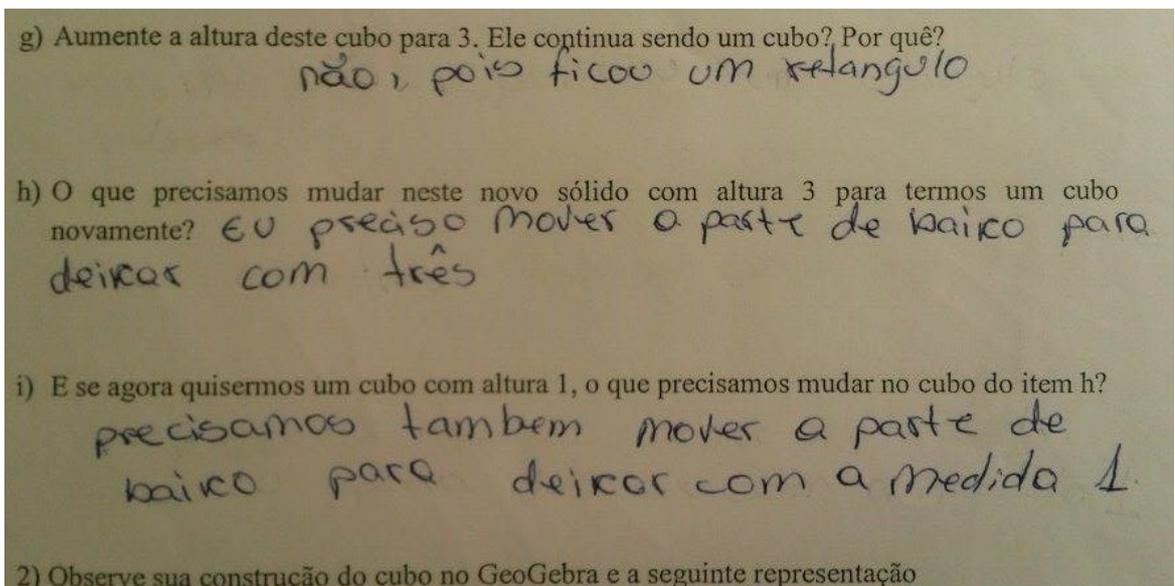
FONTE: Elaboração própria

Figura 35: Resolução dos itens (g), (h) e (i) do aluno H



FONTE: Elaboração própria

Figura 36: Resolução dos itens (g), (h) e (i) do aluno I



FONTE: Elaboração própria

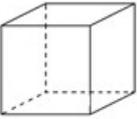
Como podemos perceber nas figuras 35 e 36, os alunos H e I continuaram usando a palavra “retângulo” para nomear um sólido geométrico. Para ajudá-los a entender melhor essa diferença, eu acrescentei uma questão extra na atividade 2, que foi realizada no terceiro encontro com a turma.

4.2.2 Atividade 1: a segunda questão

Esta questão buscou analisar se os alunos conseguiam visualizar melhor o cubo pela representação no plano ou pelas suas construções no Geogebra 3D, como mostra a Figura 37.

Figura 37: Segunda questão da primeira atividade

2) Observe sua construção do cubo no GeoGebra 3D e a seguinte representação no papel:



Qual você consegue visualizar e analisar melhor? Por quê?

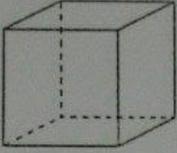
FON-

TE: Elaboração própria

Nove alunos preferiram as construções do cubo no GeoGebra 3D. As Figuras 38, 39, 40, 41, 42, 43 e 44 abaixo são recortes de suas justificativas para essa questão.

Figura 38: Justificativa do aluno A na segunda questão

2) Observe sua construção do cubo no GeoGebra e a seguinte representação no papel:



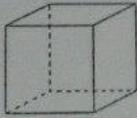
Qual você consegue visualizar e analisar melhor? Por quê?

*PELO PROGRAMA
POIS A VISUALIZAÇÃO ERA MAIS DETALHADA.*

FONTE: Elaboração própria

Figura 39: Justificativa do aluno D na segunda questão

2) Observe sua construção do cubo no GeoGebra e a seguinte representação no papel:



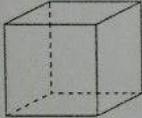
Qual você consegue visualizar e analisar melhor? Por quê?

O cubo do GeoGebra. Porque ele está planejado, temos cores para separar as partes do cubo e podemos girar o cubo em todos os lados para podermos analisá-lo melhor.

FONTE: Elaboração própria

Figura 40: Justificativa do aluno E na segunda questão

2) Observe sua construção do cubo no GeoGebra e a seguinte representação no papel:



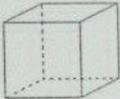
Qual você consegue visualizar e analisar melhor? Por quê?

No GeoGebra, porque podemos mover, girar, ver as partes, quais são as arestas, vértices e faces.

FONTE: Elaboração própria

Figura 41: Justificativa do aluno H na segunda questão

2) Observe sua construção do cubo no GeoGebra e a seguinte representação no papel:

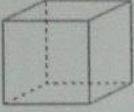


Qual você consegue visualizar e analisar melhor? Por quê? É O PREFERO A DO GEOGEBRA 3D QUE PODEMOS VISUALIZAR A ALTURA, LARGURA E COMPRIMENTO MELHOR.

FONTE: Elaboração própria

Figura 42: Justificativa do aluno C na segunda questão

2) Observe sua construção do cubo no GeoGebra e a seguinte representação no papel:



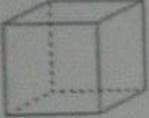
Qual você consegue visualizar e analisar melhor? Por quê?

Consegue analisar melhor no GeoGebra, porque neste aplicativo tem o modo 3D e planificação assim consigo analisar melhor as vértices, arestas e faces que se movem e giram onde conseguimos olhar de qualquer ângulo. Sendo que no papel seria mais difícil visualizar.

FONTE: Elaboração própria

Figura 43: Justificativa do aluno I na segunda questão

2) Observe sua construção do cubo no GeoGebra e a seguinte representação no papel:



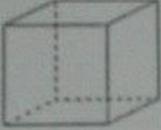
Qual você consegue visualizar e analisar melhor? Por quê?

Eu prefiro a do GeoGebra, pois mostra em 3D e tenho uma melhor visão, e é possível mover a peça que no desenho da folha eu não conseguiria.

FONTE: Elaboração própria

Figura 44: Justificativa do aluno G na segunda questão

2) Observe sua construção do cubo no GeoGebra e a seguinte representação no papel:



Qual você consegue visualizar e analisar melhor? Por quê?

no papel pois no programa tem muitos linhas e pontos e me atrapalhei todo.

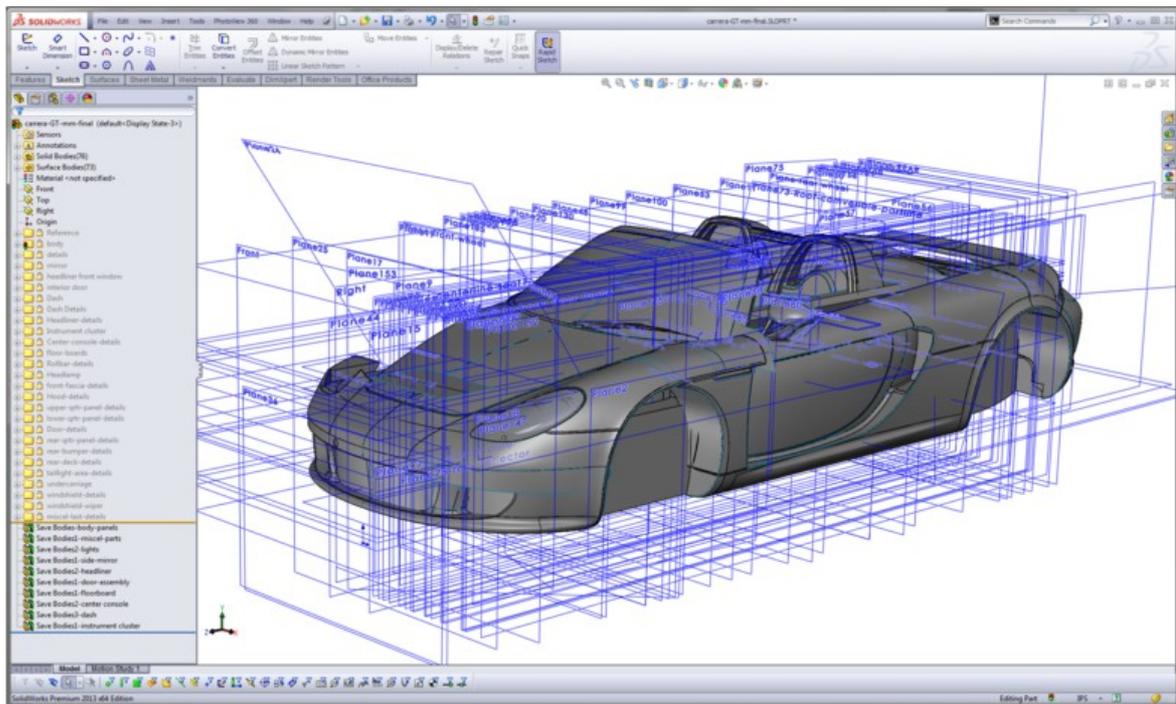
FONTE: Elaboração própria

Os alunos utilizaram características de um software de geometria dinâmica para justificar suas escolhas: visualização mais detalhada, cores que diferenciam suas partes, poder girá-lo no espaço, enxergá-lo por diferentes ângulos, planificá-lo, entre outras. O aluno I também citou a possibilidade de mexer o cubo do GeoGebra 3D, o que, segundo ele, não seria possível na representação no papel. As ideias dos alunos corroboram as afirmações de Gravina e Basso (2012) acerca de representações estáticas e tridimensionais, dinâmicas e manipuláveis. Podemos perceber que o aluno G, como ele mesmo escreveu, se atrapalhou com o programa, pois este tinha muitas linhas e pontos. No geral, os alunos tiveram algumas dificuldades com o GeoGebra 3D, pois era o primeiro dia com o software e estavam em fase de familiarização com o mesmo.

Enquanto os alunos realizavam esta questão fui perguntar para os alunos D e J, que eram os únicos que estavam realizando as atividades no mesmo computador em dupla, se eles conseguiam visualizar melhor o cubo no GeoGebra 3D ou na representação do mesmo no plano. O aluno J disse: “O que o outro tem que o do papel não tem? Dá para planificar, as cores, 360 graus, dá pra girar” e logo após o aluno I falou: “O computador é parceria ‘né’”. Estes dois alunos estavam constantemente explorando todas as ferramentas do GeoGebra, queriam mudar a cor do plano xy, apagar os eixos, entre outros.

Após todos os alunos terminarem a primeira atividade, eu perguntei a eles se gostaram do software e pedi que eles fossem sinceros em suas respostas. A maioria falou que gostou e que era legal. O aluno I disse que no curso técnico de Mecânica que ele e outros alunos da turma estavam fazendo no SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) eles utilizam o SolidWorks, um software parecido com o GeoGebra 3D, no qual eles conseguem construir peças de mecânica em três dimensões (Figura 45).

Figura 45: O software SolidWorks

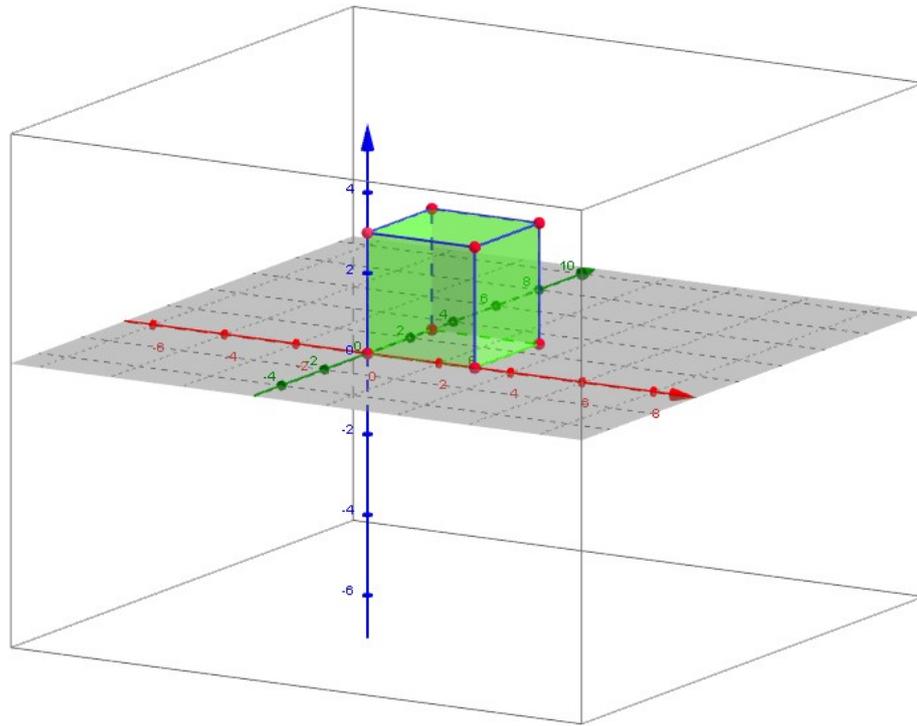


FONTE: <http://shoker.com.br/portfolio-post/solidworks-superficies/>

No final do encontro conversei com o aluno H e ele me disse que gostou muito de construir objetos no software, pois ele quer fazer o técnico em Mecânica e depois um curso de Engenharia Mecânica.

Nesse encontro percebi o quanto os alunos se ajudaram entre si. Constantemente eles se perguntavam como fazia determinada atividade. Pude ver também que o aluno A era bastante solicitado pelos demais, pois ele teve bastante facilidade com o software e solucionava alguns problemas que o mesmo apresentava às vezes. Notei que os alunos, ao explicarem para o colega a atividade, tentavam mostrar como se fazia e não diziam apenas a resposta final. O ambiente da sala tornou-se bastante agradável com alunos que participaram e colaboraram com a atividade proposta, com um espírito de cooperação entre eles mesmos. As construções dos alunos foram salvas no meu *pendrive*, para que eu pudesse analisá-las após o encontro e todos conseguiram terminar a atividade proposta.

Figura 46: Construção no GeoGebra 3D dos alunos D e J



FONTE: Elaboração própria

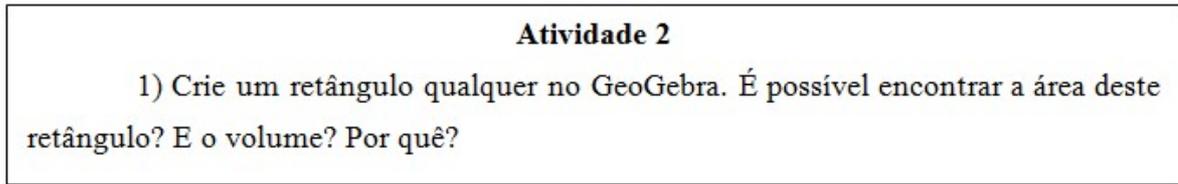
4.3 O TERCEIRO ENCONTRO

O terceiro contato com a turma ocorreu no dia 30 de setembro, na sala de informática do colégio e destinou-se à aplicação da segunda atividade. Tive dois períodos para realizá-la e quatorze alunos estavam presentes. O aluno I me perguntou no início do encontro se nós iríamos continuar com o trabalho no programa do computador e eu respondi que sim. Então ele disse: “Eeeee” bem animado.

4.3.1 Atividade 2: a primeira questão

Como citado anteriormente, acrescentei uma questão extra nessa atividade, visto que, no segundo encontro, alguns alunos ainda estavam chamando sólidos geométricos por nomes de figuras planas. Por isso elaborei a seguinte questão, que é a primeira da Atividade 2 (Figura 47), com o objetivo de contribuir para a visualização dessa diferença, a partir da construção de um retângulo e análise do mesmo.

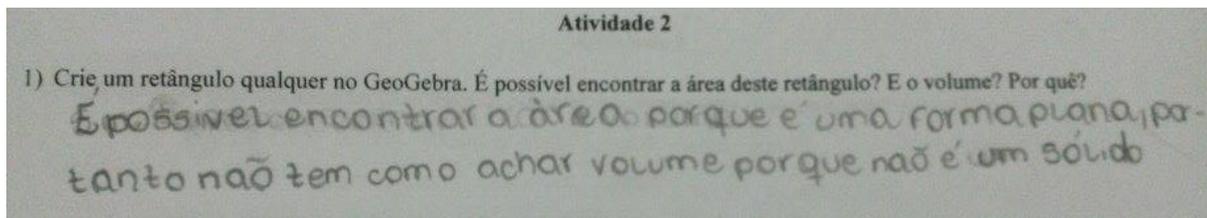
Figura 47: Primeira questão da segunda atividade



FONTE: Elaboração própria

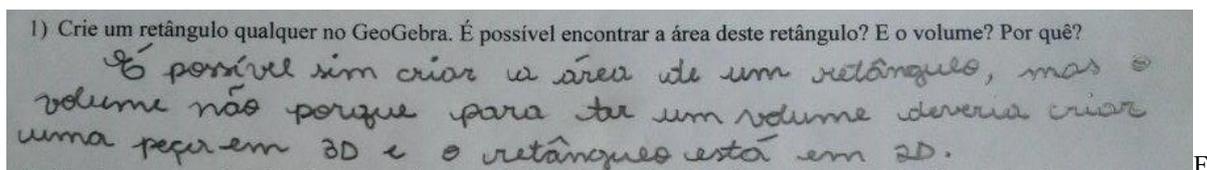
Todos os alunos acertaram a questão, explicando que o retângulo não poderia ter volume, pois era uma figura plana. O aluno J falou o seguinte: “Volume não tem porque ele é plano, se fosse uma caixa teria como colocar uma coisa dentro, mas não é.”

Figura 48: Resposta do aluno B na primeira questão



FONTE: Elaboração própria

Figura 49: Resposta do aluno C na primeira questão



FONTE: Elaboração própria

O aluno C me pareceu ter usado a seguinte estratégia: como o retângulo foi construído na “Janela de Visualização 2D” ele não tem volume. Ele teria se fosse construído na “Janela de visualização 3D” a partir de um prisma, o que o aluno não deixou claro.

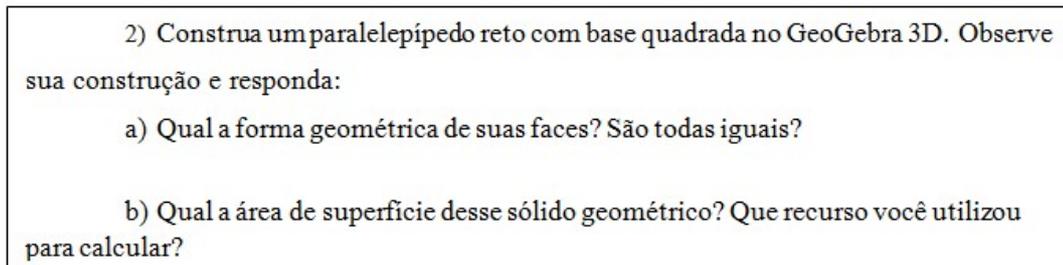
4.3.2 Atividade 2: a segunda questão

A segunda questão da Atividade 2 teve como objetivo, entre outros, contribuir para a visualização dos alunos sobre o conceito de volume e mostrar o porquê da fórmula *área da base x altura* por meio do preenchimento de um sólido com cubos de volume 1.

4.3.2.1 Itens (a) e (b)

Os itens (a) e (b) dessa questão já eram conhecidos pelos alunos, por isso eles não tiveram grandes dúvidas.

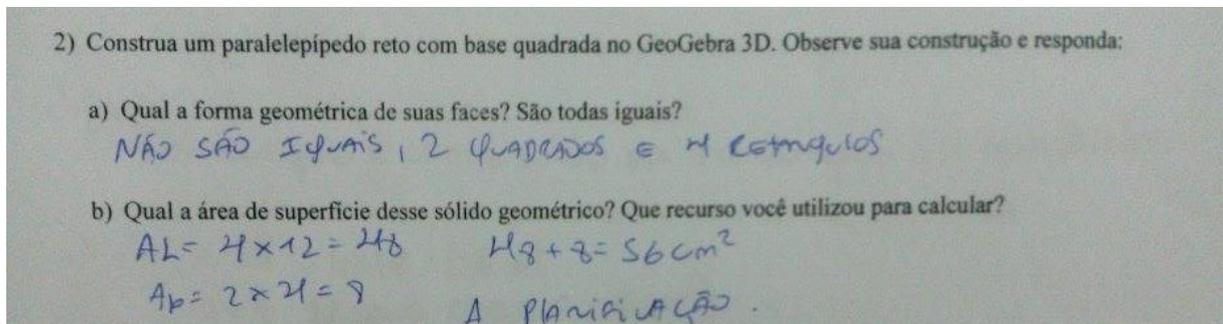
Figura 50: Itens (a) e (b) da primeira questão



FONTE: Elaboração própria

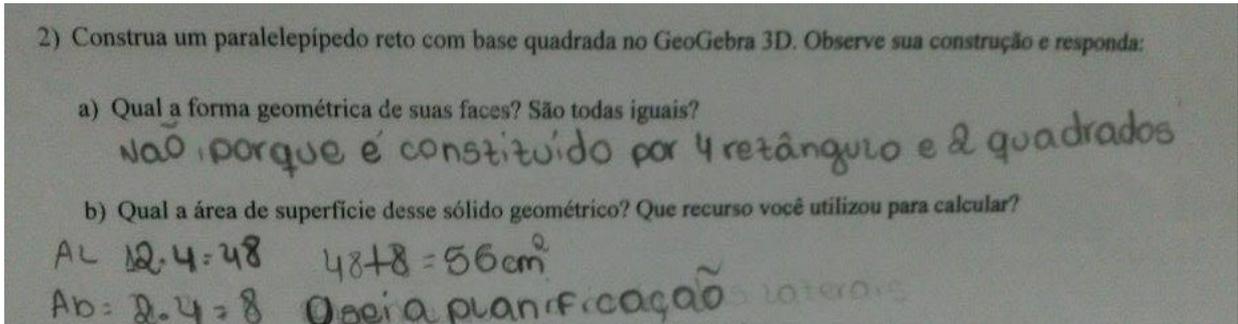
Todos os alunos acertaram o item (a), respondendo que as faces do sólido geométrico construído não eram todas iguais e sim dois quadrados e quatro retângulos. No item (b) eles calcularam a área de superfície usando a estratégia da primeira atividade, ou seja, calculando a área de uma das faces laterais multiplicada por quatro e a área de uma das bases multiplicada por dois, e somando os dois resultados. Apenas o aluno C não calculou a área de superfície do sólido geométrico e sim explicou de forma genérica como se calculava (Figuras 51, 52, 53 e 54).

Figura 51: Resolução do aluno A



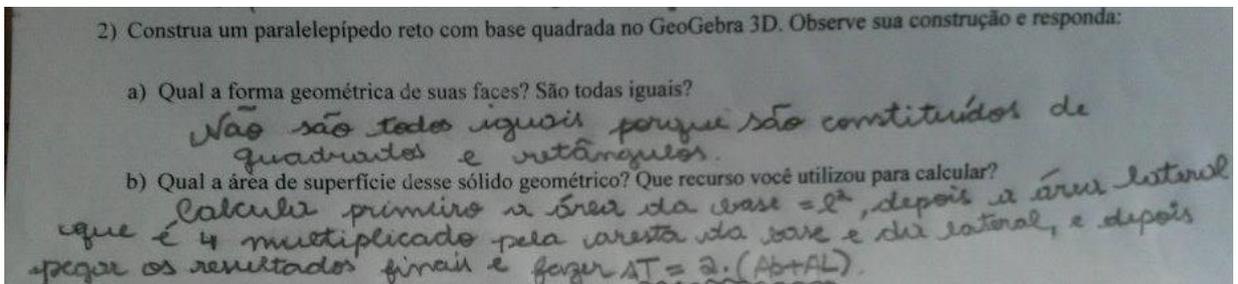
FONTE: Elaboração própria

Figura 52: Resolução do aluno B



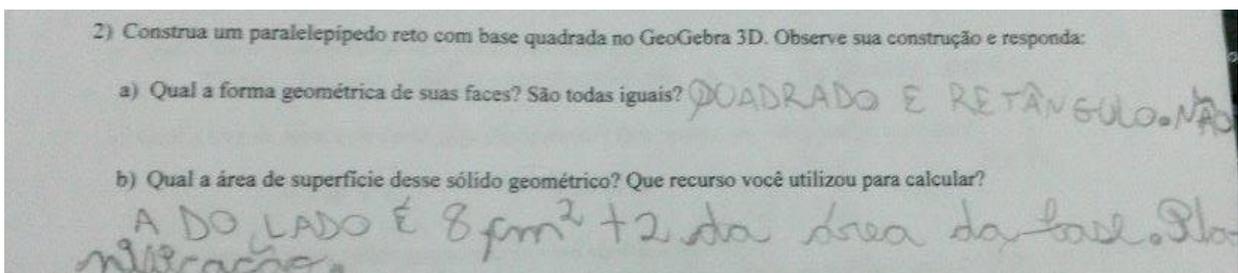
FONTE: Elaboração própria

Figura 53: Resolução do aluno C com um erro na fórmula



FONTE: Elaboração própria

Figura 54: Resolução do aluno H



FONTE: Elaboração própria

Alguns alunos devem ter se esquecido de comentar qual recurso utilizaram para calcular a área de superfície. Seis deles usaram a planificação, o que supõe que eles tenham resgatado a ideia utilizada no encontro anterior para visualizar melhor a área de superfície.

4.3.2.2 Item (c)

Figura 55: Item (c) da primeira questão

c) Qual o volume desse sólido geométrico? Como você calculou?

FONTE: Elaboração própria

Neste item, os alunos tiveram que calcular o volume do sólido geométrico construído, pois maioria dos alunos me perguntou como se calculava. Por isso fui para o quadro e chamei a atenção de todos para a fórmula do volume. Como o objetivo da atividade em si não era entender se os alunos tinham decorado a fórmula do volume, fiz essa intervenção para que eles pudessem continuar desenvolvendo as outras perguntas e também porque seria necessário relacionar esses resultados com os itens posteriores. Aproveitei para falar do item (d) da primeira questão, que estava relacionada com volume. A partir da fórmula, todos conseguiram calcular o volume dos sólidos construídos.

4.3.2.3 Itens (d) e (e)

Nos itens (d) e (e) uma ideia de como calcular o volume foi apresentada, a qual estava baseada no preenchimento do sólido construído pelos alunos por cubos de volume 1.

Figura 56: Itens (d) e (e) da primeira questão

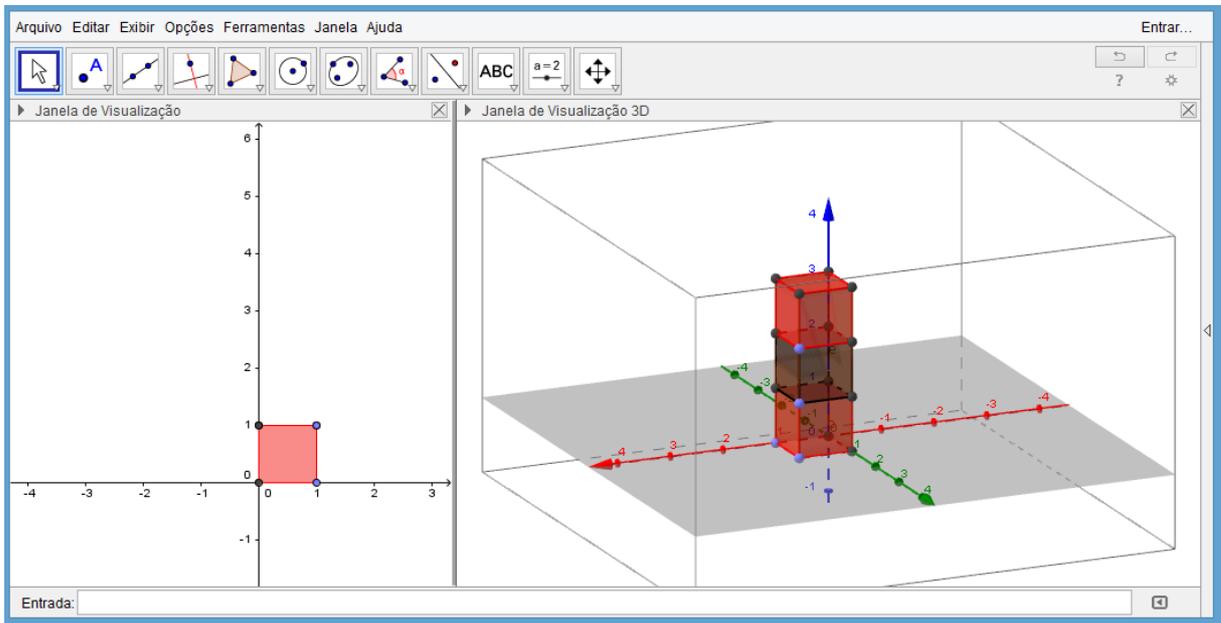
d) Podemos calcular o volume do paralelepípedo preenchendo-o com cubos de volume igual a 1. Qual deve ser o tamanho da aresta deste cubo?

e) Crie cubos de volume 1 dentro do paralelepípedo de forma que eles ocupem todo o seu espaço. Pinte cada cubo de uma cor diferente. Quantos cubos couberam no paralelepípedo?

FONTE: Elaboração própria

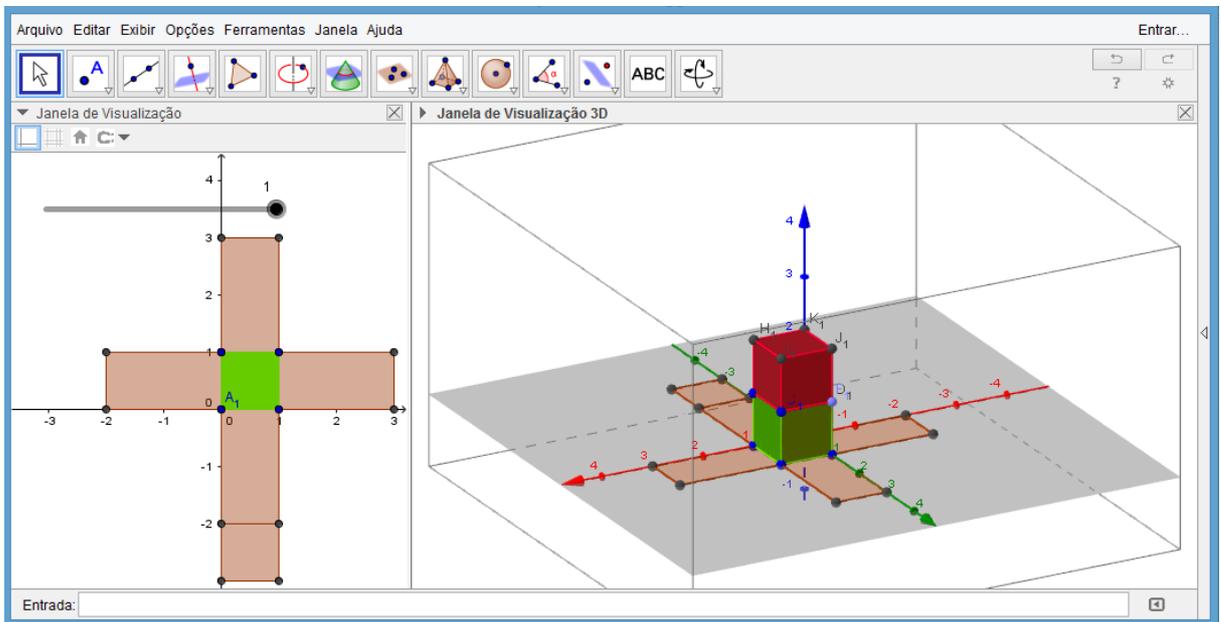
O objetivo desses dois itens foi contribuir para a visualização dos alunos sobre o que é volume e o porquê de sua fórmula. Pedi para que os alunos pintassem os cubos no intuito de incentivá-los a olhar, girar e manipular o sólido, enxergando todos os cubos que foram usados no preenchimento do mesmo.

Figura 57: Construção do aluno F



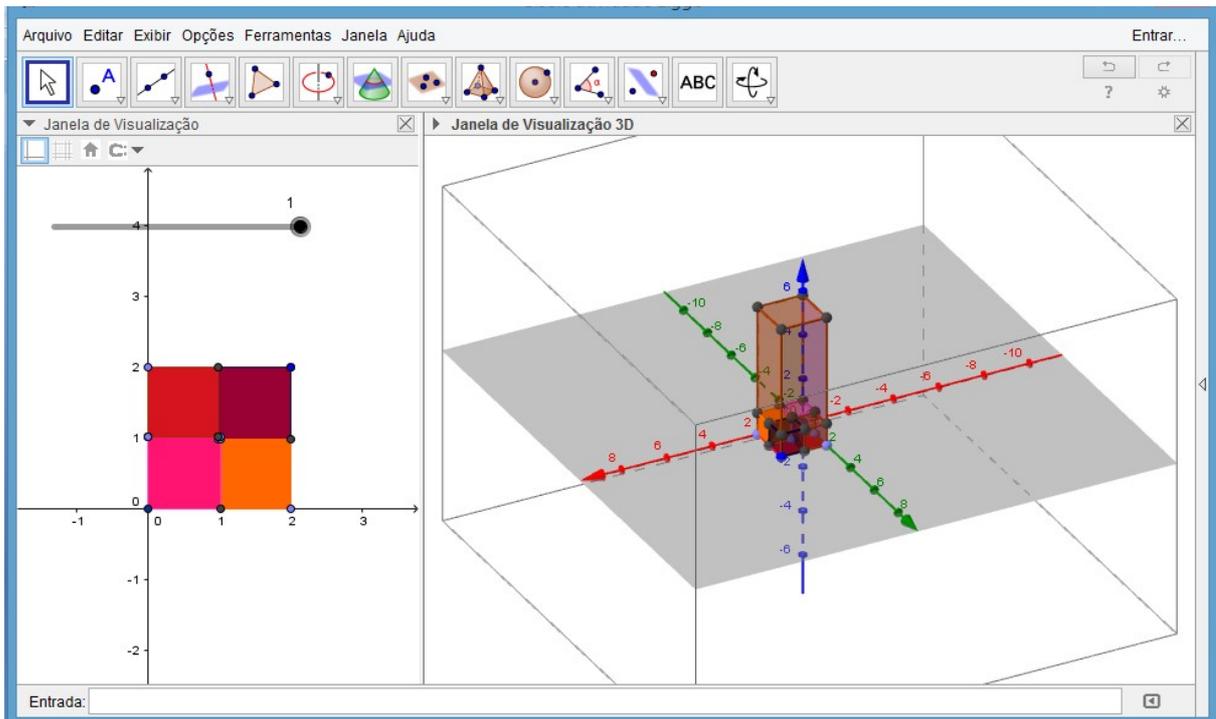
FONTE: Elaboração própria

Figura 58: Construção do aluno H



FONTE: Elaboração própria

Figura 59: Construção do aluno B



FONTE: Elaboração própria

O aluno C havia preenchido seu sólido apenas com os cubos da base, então ele disse: “São 16 cubos que cabem, porque eu já fiz a base com 4 cubos e tem 4 de altura”. Acredito que o aluno tenha visualizado que ainda cabiam mais 12 cubos e entendido a ideia que a fórmula área da base vezes altura, sem precisar continuar preenchendo o sólido. O aluno B mostra através de sua construção (Figura 59) que deve ter utilizado o mesmo raciocínio do aluno C, já que ele preencheu somente os cubos da base e conseguiu determinar o número de cubos corretamente.

4.3.2.4 Item (f)

Figura 60: Item (f) da primeira questão

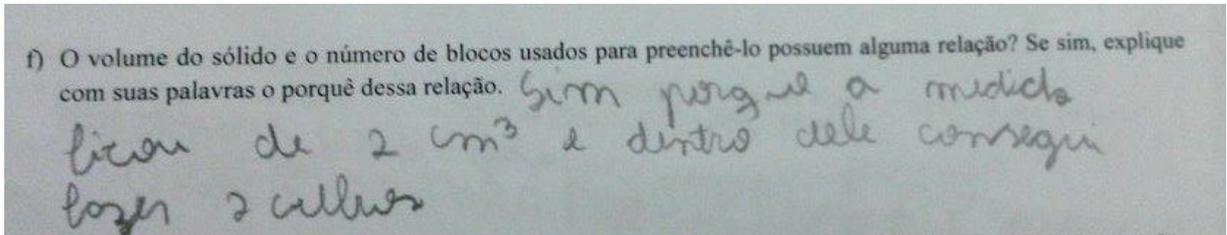
f) O volume do sólido e o número de blocos usados para preenchê-lo possuem alguma relação? Se sim, explique com suas palavras o porquê dessa relação.

FONTE: Elaboração própria

Este item foi elaborado para que os alunos refletissem sobre a relação existente entre o volume do sólido que eles construíram e o número de cubos usados para preenchê-lo,

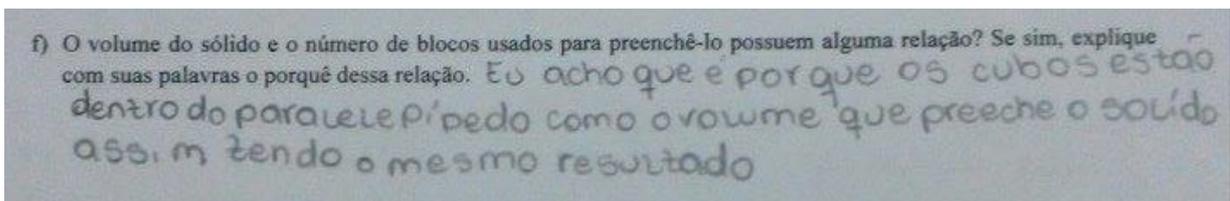
explicando o porquê da mesma. Nas justificativas dos alunos foi possível entender melhor como eles estavam relacionando as duas ideias.

Figura 61: Justificativa do aluno G



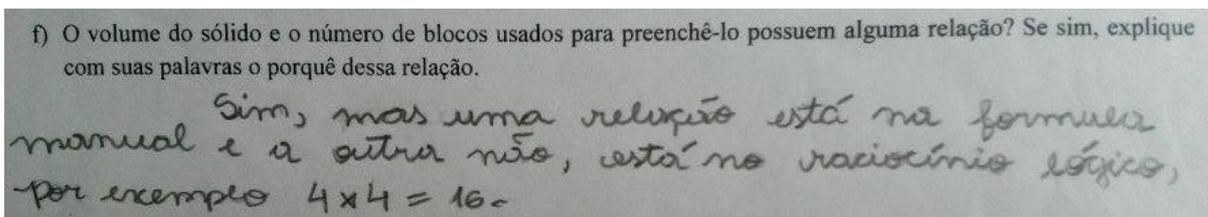
FONTE: Elaboração própria

Figura 62: Justificativa do aluno B



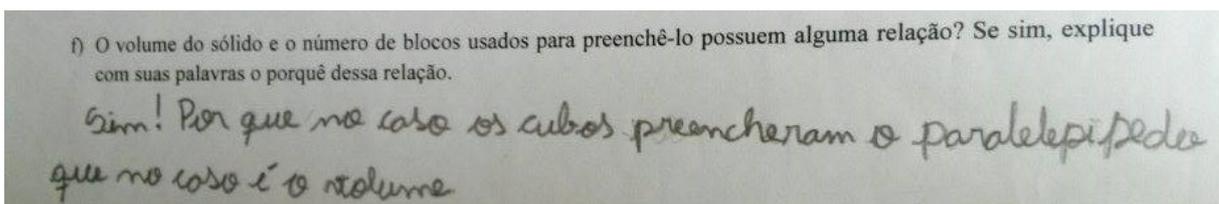
FONTE: Elaboração própria

Figura 63: Justificativa do aluno C



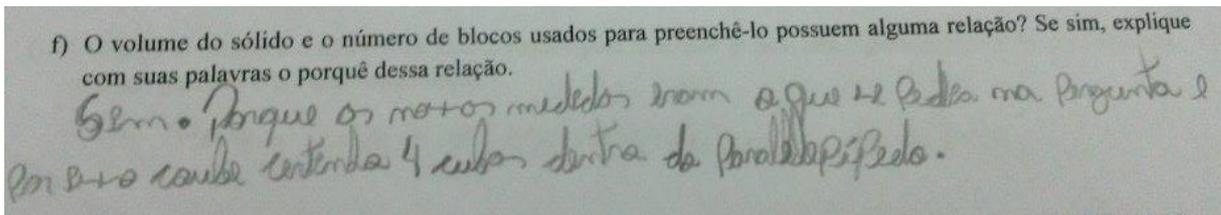
FONTE: Elaboração própria

Figura 64: Justificativa do aluno F



FONTE: Elaboração própria

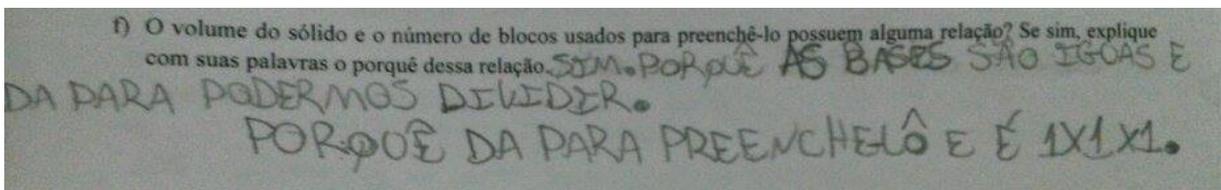
Figura 65: Justificativa do aluno D



FONTE: Elaboração própria

Acredito que os alunos acima conseguiram entender a relação a partir do que escreveram. Alguns alunos se confundiram na justificativa, como podemos ver na Figura 66.

Figura 66: Justificativa do aluno D



FONTE: Elaboração própria

4.3.2.5 Item (g)

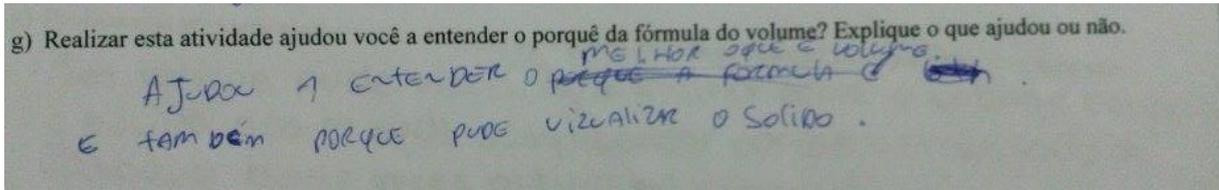
Figura 67: Item (g) da primeira questão

g) Realizar esta atividade ajudou você a entender o porquê da fórmula do volume? Explique o que ajudou ou não.

FONTE: Elaboração própria

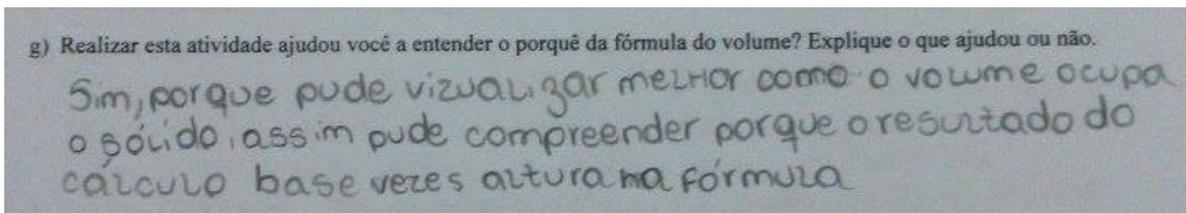
O objetivo deste item foi conseguir identificar se a proposta de preencher o sólido com cubos para obter o volume teve significado para os alunos. Com base em suas justificativas sobre a atividade ter ajudado ou não, foi possível entender melhor quais contribuições a mesma trouxe para eles.

Figura 68: Justificativa do aluno A para o item (g)



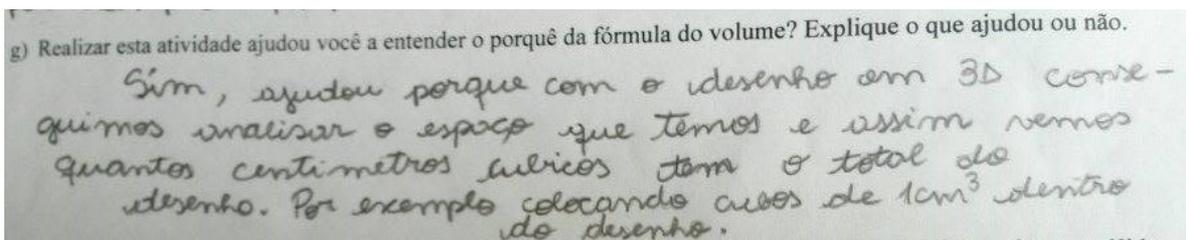
FONTE: Elaboração própria

Figura 69: Justificativa do aluno B para o item (g)



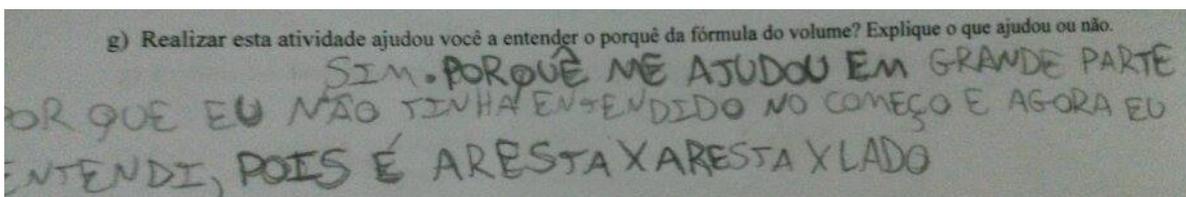
FONTE: Elaboração própria

Figura 70: Justificativa do aluno C para o item (g)



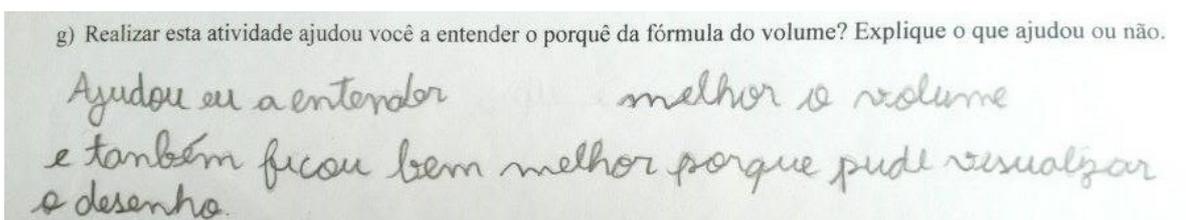
FONTE: Elaboração própria

Figura 71: Justificativa do aluno H para o item (g)



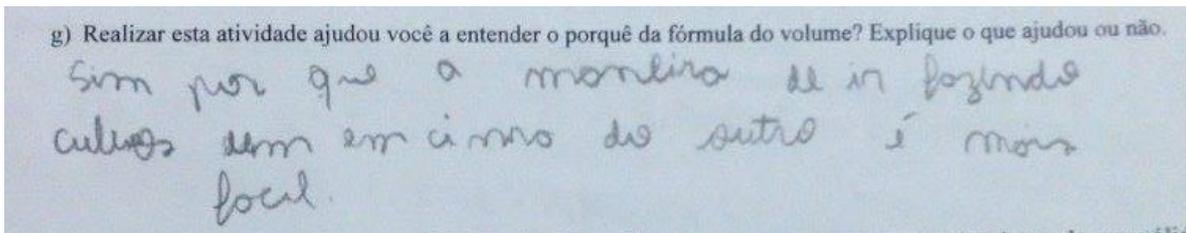
FONTE: Elaboração própria

Figura 72: Justificativa do aluno F para o item (g)



FONTE: Elaboração própria

Figura 73: Justificativa do aluno G para o item (g)



FONTE: Elaboração própria

Como podemos perceber nas respostas dos alunos, alguns recorreram a ideia de visualização para justificar o porquê de a atividade ter ajudado a entender a fórmula do volume. Para os alunos A, B, C, F e G poder enxergar o sólido no GeoGebra ajudou nas atividades, reforçando o pressuposto de que o software contribuiu para a visualização do conceito de volume e do porquê da fórmula *área da base x altura*.

4.3.2.6 Item (h)

Figura 74: Item (h) da primeira questão

h) Agora que você já realizou as atividades 1 e 2, explique com suas palavras o que é volume de um sólido geométrico e como podemos calculá-lo. (Não use a fórmula do volume para responder a esta questão.)

FONTE: Elaboração própria

O item (h) buscou mostrar como os alunos entenderam o conceito de volume a partir das atividades realizadas anteriormente. Procurei não ajudá-los neste item, visto que eu queria analisar como eles justificavam esse conceito com suas próprias palavras. Também, como está descrito no enunciado, não seria válido que os alunos apenas respondessem o item com a fórmula do volume, visto que o objetivo era que eles não se prendessem a ela. Percebi que no item (c) que eles não sabiam o que era volume porque estavam tentando lembrar a fórmula e não do que é o volume de um sólido e o que representa.

Figura 75: Resposta do aluno A para o item (h)

h) Agora que você já realizou as atividades 1 e 2, explique com suas palavras o que é volume de um sólido geométrico e como podemos calculá-lo. (Não use a fórmula do volume para responder a esta questão.)

Volume é o que cabe em algum sólido.
TIPO PRESENTE O PARALELEPÍPEDO COM CUBOS FOI A FORMA QUE USEI.

FONTE: Elaboração própria

Figura 76: Resposta do aluno B para o item (h)

h) Agora que você já realizou as atividades 1 e 2, explique com suas palavras o que é volume de um sólido geométrico e como podemos calculá-lo. (Não use a fórmula do volume para responder a esta questão.)

Volume é a quantidade que cabe dentro do sólido.
Podemos calcular base vezes altura que no caso do exercício ocupar com os cubos de 1x1 e calculando isso chegar ao resultado como uma prova real.

FONTE: Elaboração própria

Figura 77: Resposta do aluno E para o item (h)

h) Agora que você já realizou as atividades 1 e 2, explique com suas palavras o que é volume de um sólido geométrico e como podemos calculá-lo. (Não use a fórmula do volume para responder a esta questão.)

Volume é o que está dentro de um sólido. Podemos calculá-lo contando quantos cubos cabem dentro.

FONTE: Elaboração própria

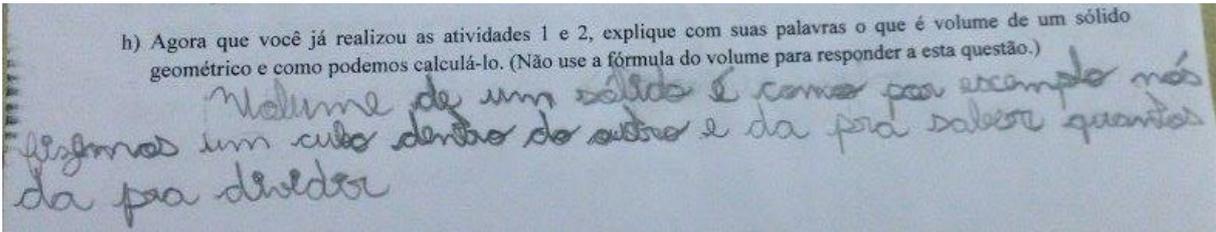
Figura 78: Resposta do aluno C para o item (h)

Agora que você já realizou as atividades 1 e 2, explique com suas palavras o que é volume de um sólido geométrico e como podemos calculá-lo. (Não use a fórmula do volume para responder a esta questão.)

Volume de um sólido geométrico é o espaço que temos dentro de algum desenho 3D onde conseguimos ver o que tem dentro.

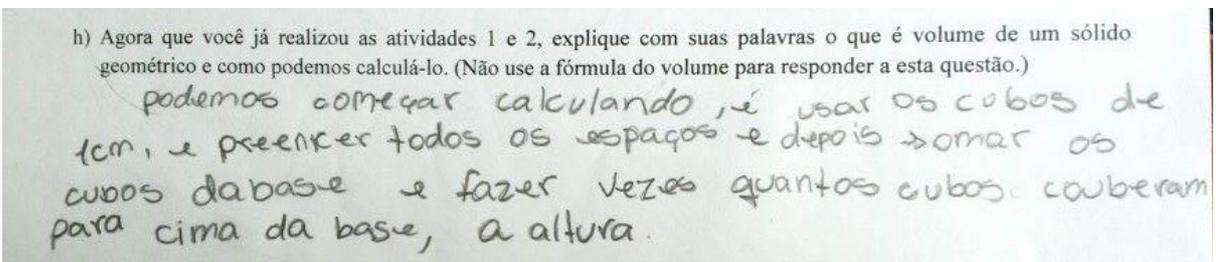
FONTE: Elaboração própria

Figura 79: Resposta do aluno H para o item (h)



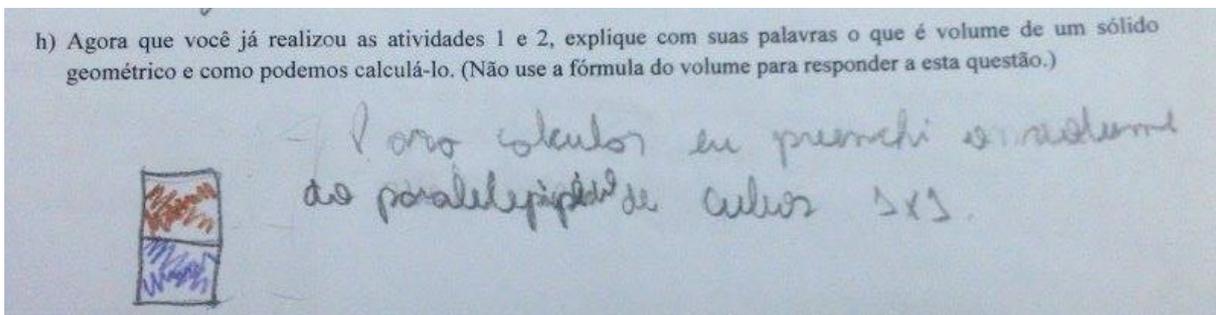
FONTE: Elaboração própria

Figura 80: Resposta do aluno I para o item (h)



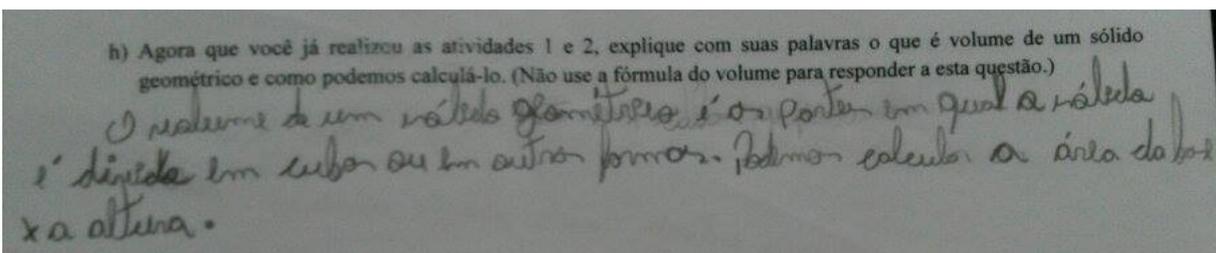
FONTE: Elaboração própria

Figura 81: Resposta do aluno G para o item (h)



FONTE: Elaboração própria

Figura 82: Resposta do aluno D para o item (h)



FONTE: Elaboração própria

Nove alunos citaram a proposta do preenchimento do sólido geométrico com cubos para justificar a ideia de volume, uma possível indicação de que essa ideia fez sentido para os alunos e ajudou-os a entender o conceito. Apenas o aluno F não fez essa referência. Os alunos A, B, C, E e F utilizaram a ideia do volume ser o espaço que há dentro do sólido geométrico. O aluno B, pela sua justificativa, entendeu que há uma fórmula para calcular o volume e que ao preencher o sólido com os cubos de 1cm^3 estamos tirando a prova real para confirmar o valor encontrado na fórmula. Isso mostra que o aluno fez uma relação entre as duas ideias. O aluno I apresentou uma ideia bastante completa, mostrando que entendeu o porquê da fórmula do volume. Algumas partes estão confusas e há um erro no volume do cubo (1cm^3), mas acredito que ele tenha explicado que multiplicamos pela altura o número de cubos utilizado para preencher a base do sólido. Essas respostas indicaram que a atividade contribuiu para a visualização do que é o volume de um sólido geométrico e o que ele representa na construção. Miskulin (1999), ao citar Pohl (1994), acredita na ideia de que construindo poliedros, os alunos vivenciam oportunidades de observar, explorar e compreender relações espaciais.

Podemos notar que há alguns erros nas justificativas dos alunos B, D, G, I e H. Numa conversa com os alunos D e J, que estavam sentados em dupla, expliquei para eles sobre o volume, pois eles não haviam entendido o porquê de sua fórmula. Logo, suas respostas não mostram o que eles haviam entendido da atividade.

Em geral, os alunos explicaram o que é o volume de um sólido sem utilizar a fórmula nessa justificativa. Este avanço possui grande importância, visto que segundo o PCN+, “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, 2002, p.76).

Nesse encontro o aluno 1 (que não participou do primeiro encontro) disse: “Primeira vez que “tô” me dando bem em Matemática”. No intervalo, seis alunos ficaram na sala comigo realizando a atividade, porque não quiseram sair da sala. No final do encontro, alguns alunos não haviam terminado a segunda atividade, por isso, foi dado um tempo no quarto encontro para terminarem.

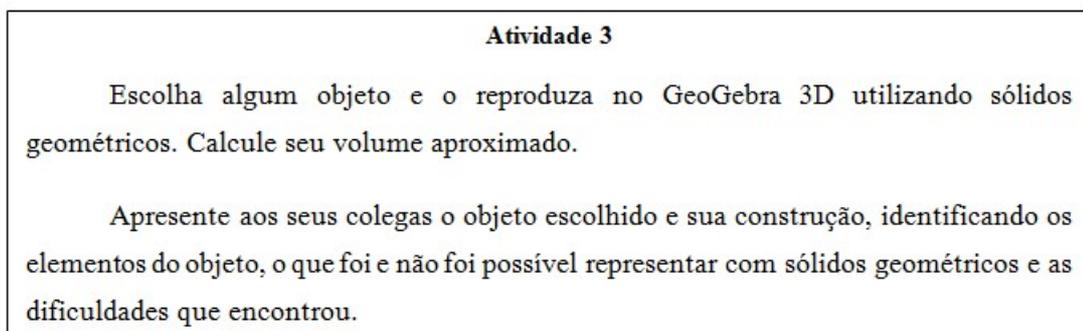
Os alunos estavam preocupados porque o quarto encontro seria numa sexta-feira e alguns não poderiam comparecer. Para não prejudicar a pesquisa e também porque eles pediram, mudei o dia do encontro para a segunda.

4.4 O QUARTO ENCONTRO

O quarto contato com a turma ocorreu no dia 05 de outubro, na sala de informática do colégio, e destinou-se à aplicação da terceira e última atividade. Tive três períodos para realizá-la e treze alunos estavam presentes. No primeiro e segundo períodos, os alunos que ainda não haviam entregado a segunda atividade tiveram um tempo para terminar. Os que já haviam terminado permaneceram sentados manipulando outras ferramentas do GeoGebra 3D e ajudando os demais colegas. Numa conversa com os alunos D e J, o aluno J voltou a chamar o paralelepípedo de retângulo. Expliquei novamente para eles e então o aluno J falou: “Então é um retângulo 3D”.

Após todos os alunos terem finalizado a segunda atividade, apresentei para eles a terceira e última atividade. Esta exigia que os alunos soubessem alguns sólidos geométricos e conseguissem relacioná-los com objetos. Pelo questionário inicial, foi possível identificar que eles conseguiram fazer essa relação. O objetivo da atividade foi contribuir para a visualização dos elementos dos sólidos geométricos nas construções no Geogebra 3D e principalmente mostrar para os alunos que a Geometria Espacial e, conseqüentemente, a Matemática, estão muito presentes no nosso dia a dia.

Figura 83: A terceira atividade

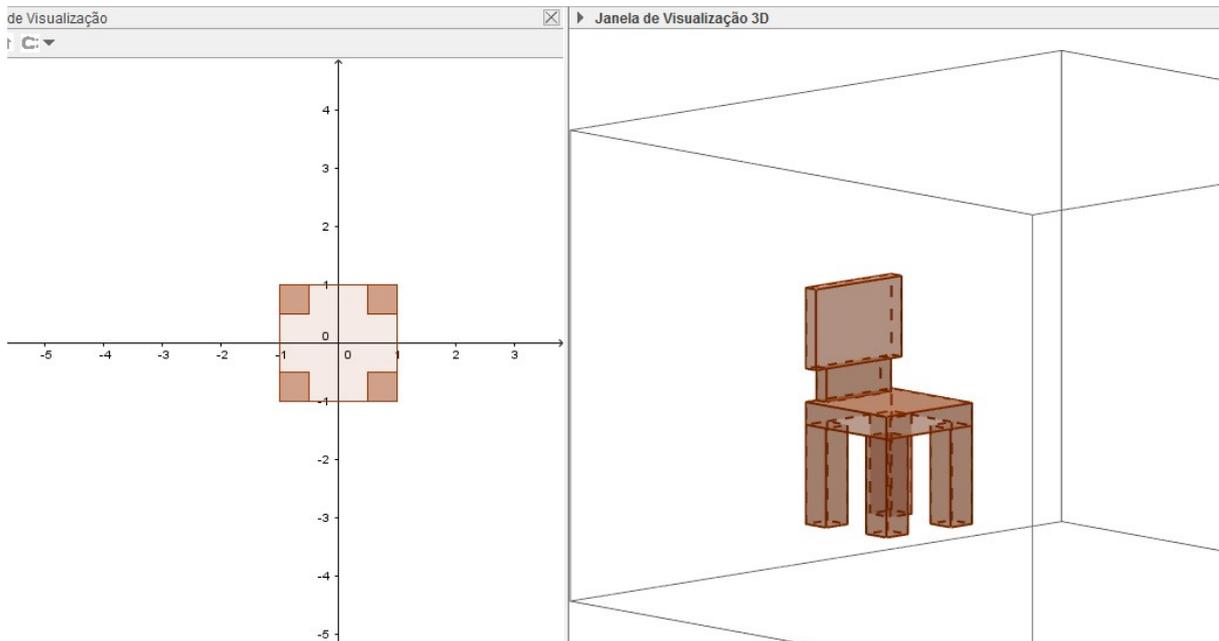


F

ONTE: Elaboração própria

Expliquei para os alunos a atividade e numa tentativa de inspirá-los para as construções, apresentei para eles um esboço que eu fiz no papel de uma cadeira. O esboço ficou estranho e era estático, então disse que no GeoGebra 3D seria possível representar uma cadeira bem mais parecida com a original. Então mostrei a seguinte construção que reproduzi no software (Figura 84).

Figura 84: Representação de uma cadeira no GeoGebra 3D



FONTE: Elaboração própria

Após apresentar o objeto construído percebi que não foi uma boa ideia, visto que alguns alunos ficaram com sua criatividade “presa” à minha construção. Ao perguntá-los que objeto eles reproduziriam, cadeira, banco, mesa e cama foram citados. Por outro lado, alguns alunos tiveram ideias diferentes, como casa, árvore, castelo e até uma parte de uma antiga usina que existia na cidade de Montenegro. Expliquei para eles que a construção deveria ter pelo menos quatro sólidos geométricos. Peguei uma pequena mesa e contei com eles a quantidade de sólidos que ela possuía para eles entenderam a ideia. Disse para eles que era importante decidirem o que eles iam colocar no plano da construção, para a partir disso construir o resto.

Como os alunos tiveram apenas 1 período para começar a reproduzir os objetos, nenhum aluno conseguiu terminar a terceira atividade nesse encontro. Por isso, apresentei suas criações no quinto encontro com a turma.

4.5 O QUINTO ENCONTRO

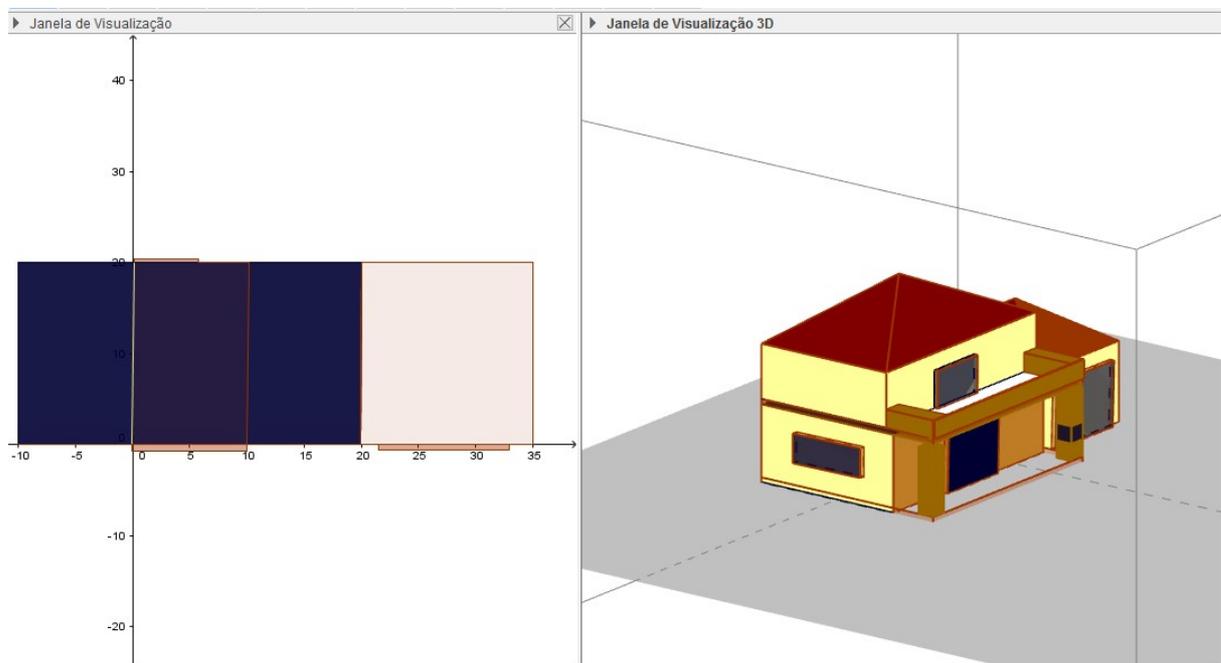
O quinto e último contato com a turma ocorreu no dia 08 de outubro, na sala de informática do colégio, para a continuação da terceira atividade e aplicação do questionário final. Tive três períodos para realizá-la e treze alunos estavam presentes.

4.5.1 Atividade 3

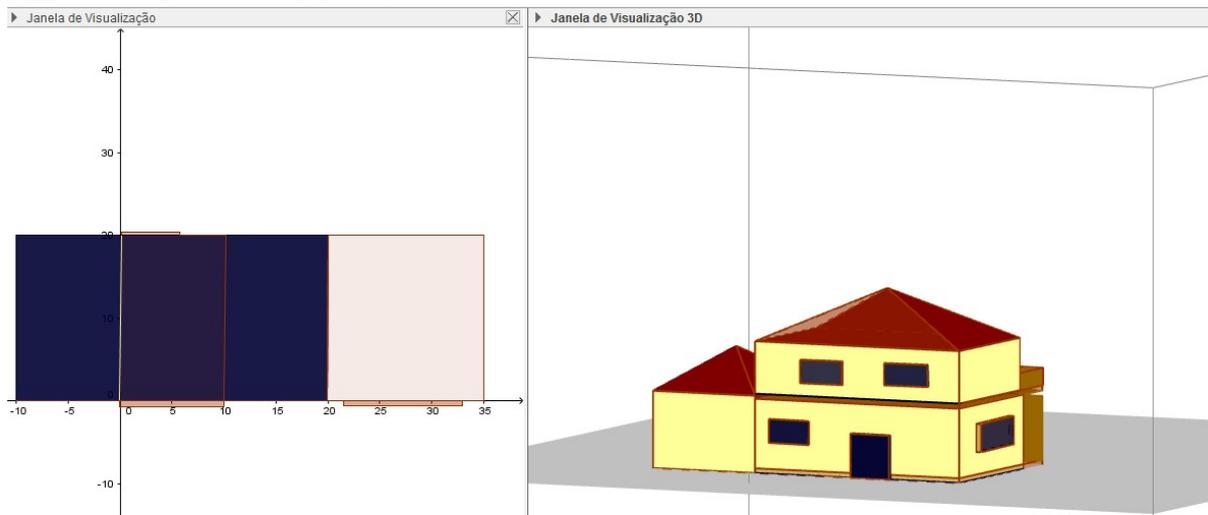
Nessa atividade, os alunos usaram ferramentas na construção do objeto que não havíamos utilizado, como “Fazer a extrusão da pirâmide”, o que mostrou que eles procuraram outras ferramentas no GeoGebra 3D que pudessem ajudar em suas construções. Além de representarem o objeto escolhido no software, os alunos também calcularam o volume do mesmo e citaram as dificuldades que tiveram na construção.

Mostrarei as construções de alguns alunos, seguidos das anotações dos mesmos sobre o objeto representado.

Figura 85: Construção no GeoGebra 3D do aluno A



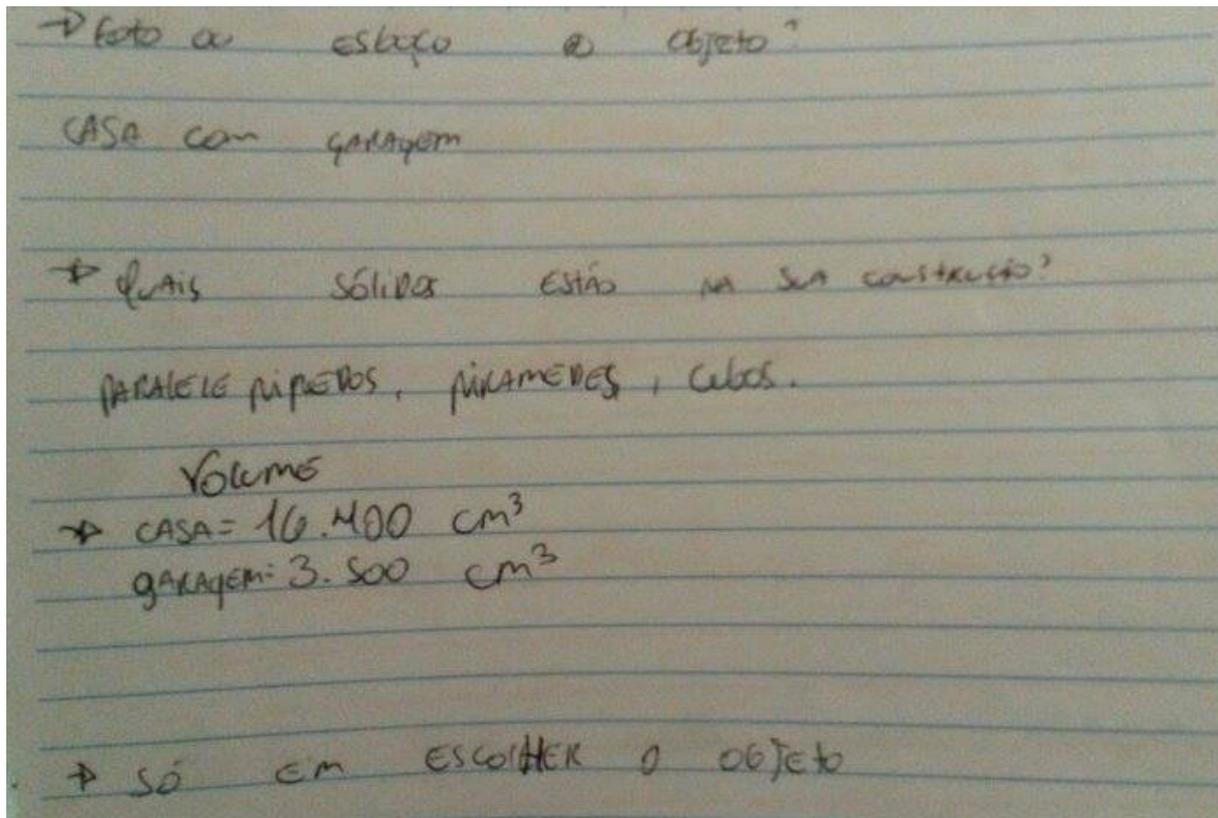
FONTE: Elaboração própria

Figura 86: Construção no GeoGebra 3D do aluno A

FONTE: Elaboração própria

A construção do aluno A foi surpreendente pela riqueza de detalhes. Como podemos ver, ele representou uma casa de dois pisos composta por dois telhados diferentes, janelas, portas, garagem e até uma sacada. Segundo o aluno, ele instalou o GeoGebra em seu computador de uso pessoal e fez um pouco dessa construção em casa, pois percebeu que não ia conseguir terminar no quinto encontro tudo que queria reproduzir. Numa conversa que tive com o aluno, ele me disse que gosta muito de mexer com computadores e que por isso ele teve facilidade e gostou muito de ter realizado as atividades propostas.

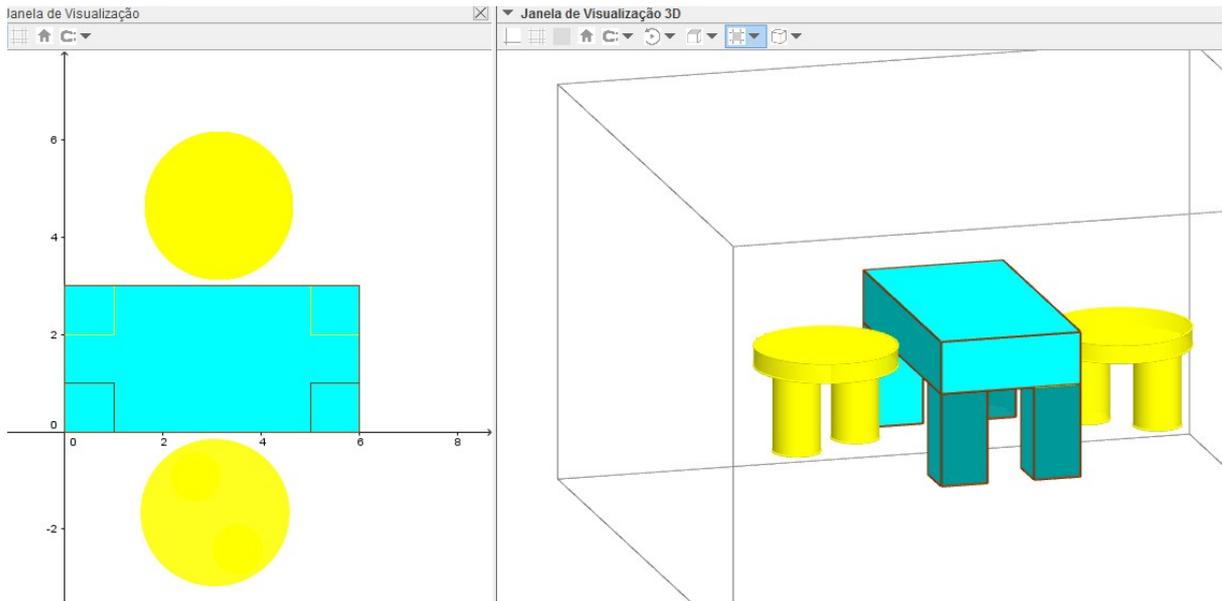
Figura 87: Respostas do aluno A sobre sua construção



FONTE: Elaboração própria

Conforme o que o aluno escreveu, ele utilizou paralelepípedos, pirâmides e cubos ao reproduzir sua casa com garagem no GeoGebra 3D. O aluno calculou apenas o volume da casa e da garagem, porque não deu tempo de calcular o resto, ele mesmo me disse. A dificuldade que ele apresentou foi em escolher o objeto a ser representado.

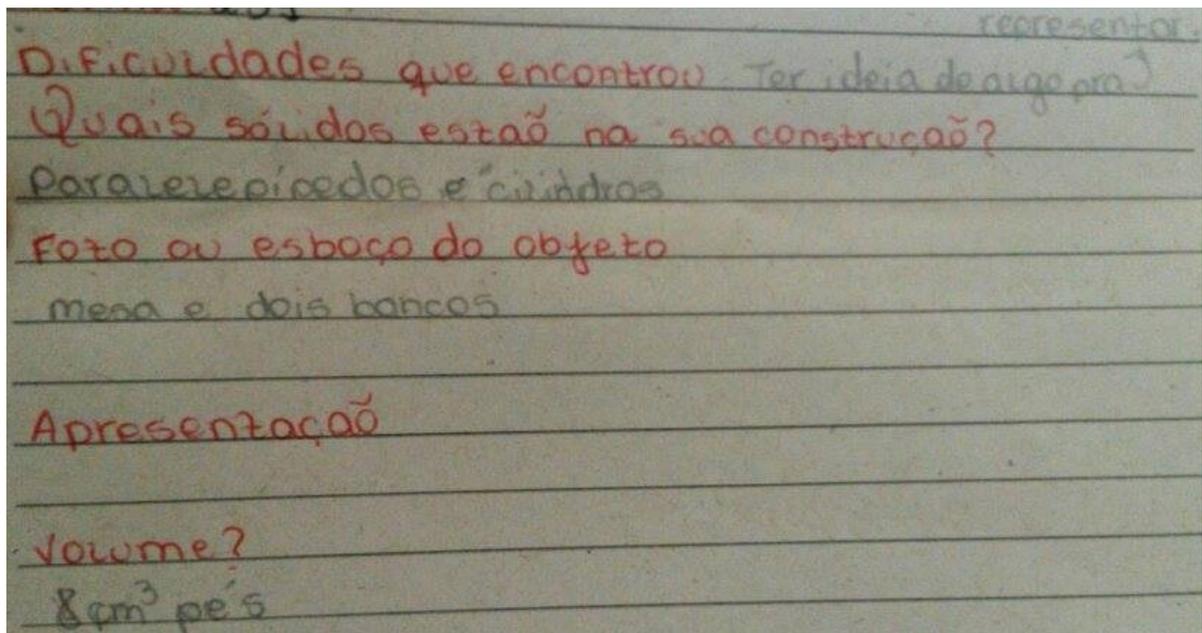
Figura 88: Construção no GeoGebra 3D do aluno B



FONTE: Elaboração própria

O aluno B construiu uma mesa e dois bancos e utilizou cilindros na construção, sólido geométrico que não havíamos trabalhado nos encontros. Primeiramente ele ia construir apenas a mesa, então quis complementar com dois bancos.

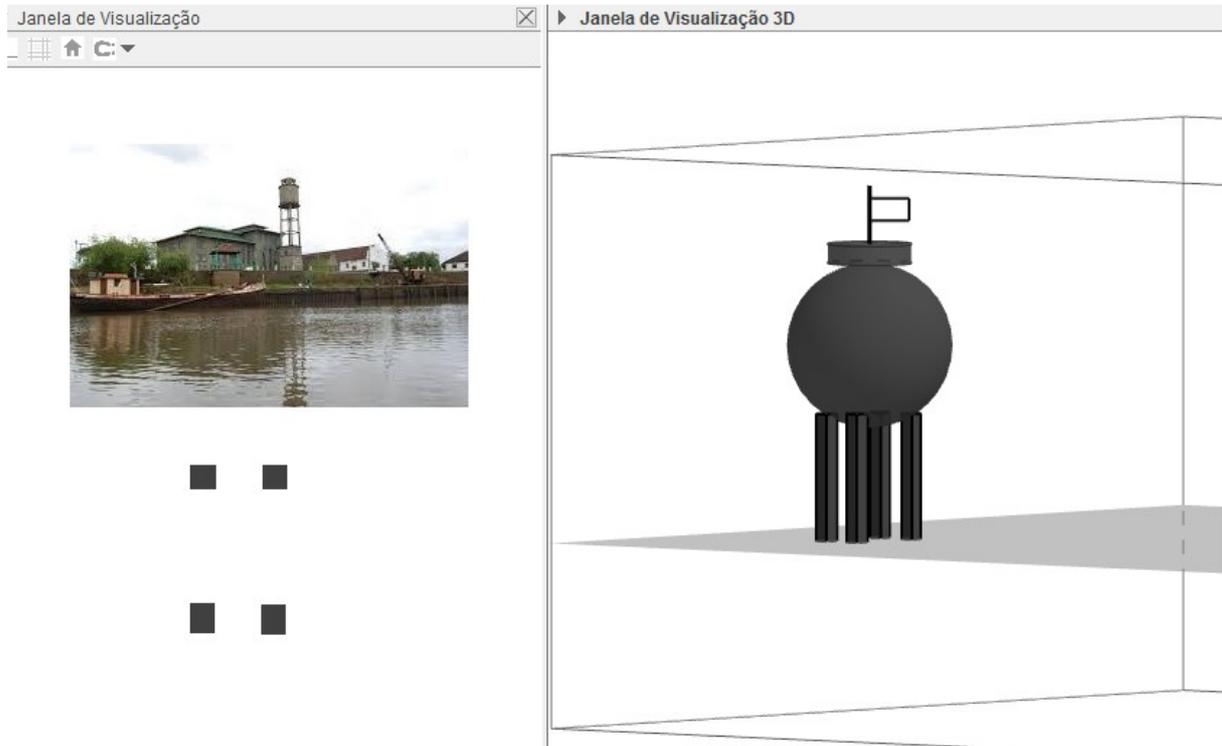
Figura 89: Respostas do aluno B sobre sua construção



FONTE: Elaboração própria

O aluno B disse ter dificuldades em ter ideia de algo para representar e calculou apenas o volume dos pés da mesa. Pode ser que ele tenha tido dificuldades em calcular o volume do cilindro, visto que a base é um círculo.

Figura 90: Construção no GeoGebra 3D do aluno 1



FONTE: Elaboração própria

Este aluno não participou do questionário inicial, por isso não foi analisado na pesquisa. Mesmo assim, mostro sua construção da terceira atividade, que reproduz uma parte da antiga usina da cidade.

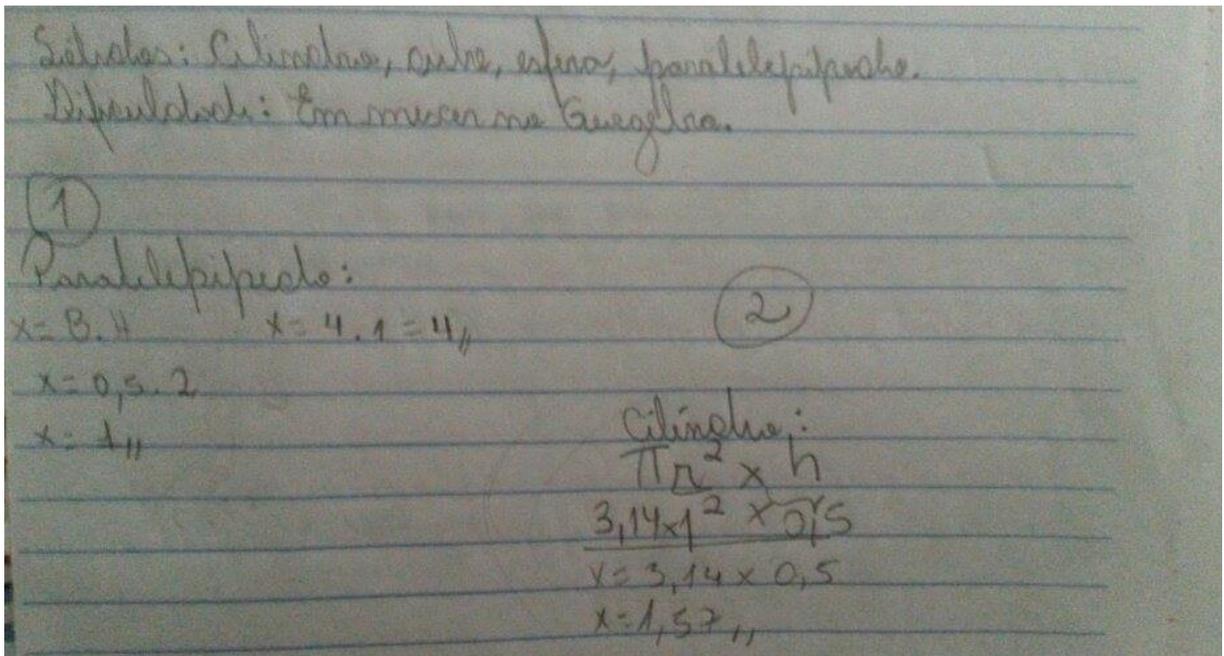
Figura 91: Fundo de tela dos computadores do colégio



FONTE: <https://ssl.panoramio.com/photo/39492353>

A inspiração do aluno ocorreu pelo fato do papel de parede dos computadores do colégio ser uma foto da cidade de Montenegro, na qual esse objeto aparece.

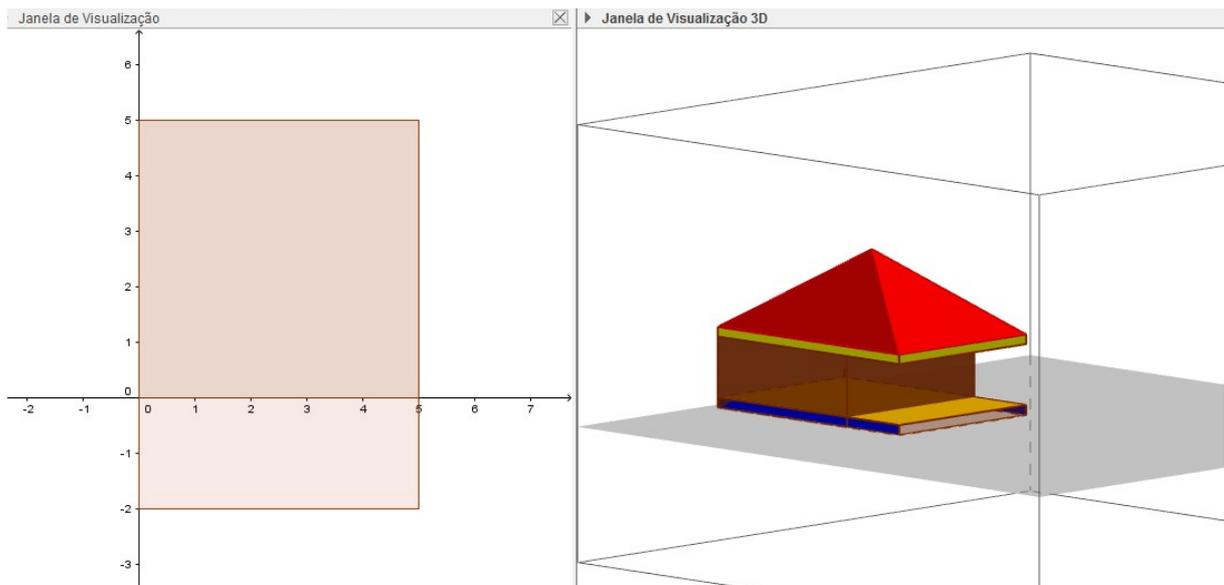
Figura 92: Respostas do aluno 1 sobre sua construção



FONTE: Elaboração própria

Segundo o aluno 1, ele representou o objeto utilizando cilindro, cubo, esfera e paralelepípedo, e teve dificuldades em mexer no GeoGebra. Ao calcular o volume, ele me perguntou sobre como se calculava a área de um círculo, como não era a hora de mostrar o porquê da fórmula dessa área, apenas informei-a. Ele não calculou o volume da esfera e calculou o volume de apenas um dos quatro pilares utilizados na representação.

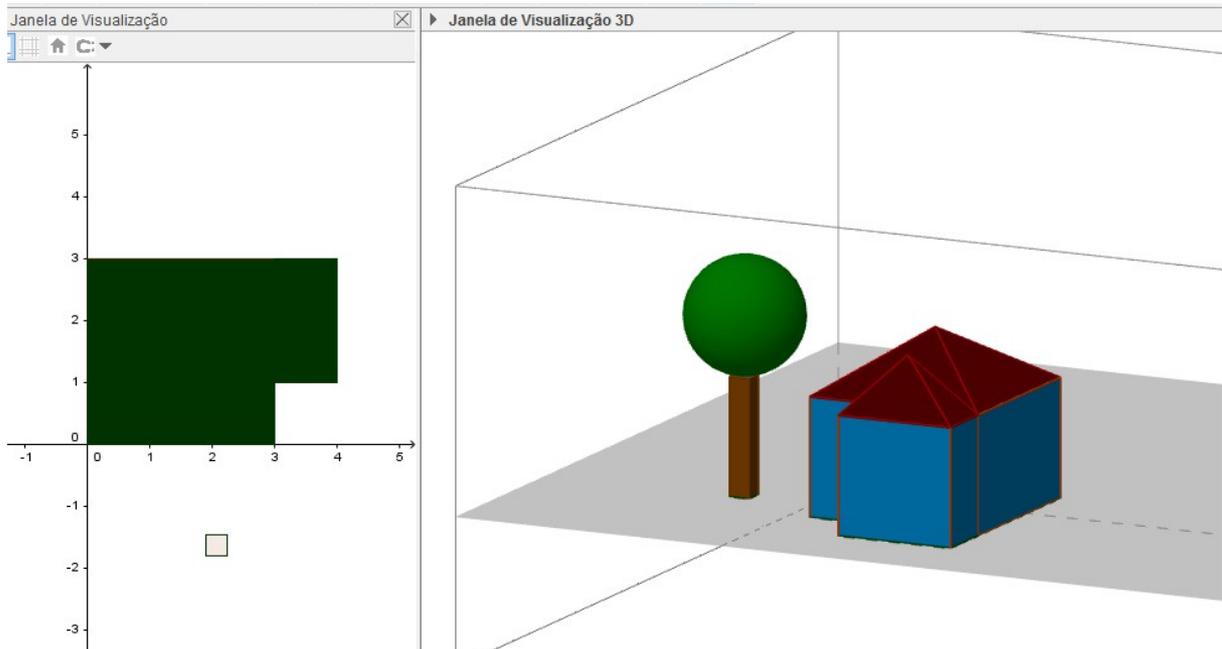
Figura 93: Construção no GeoGebra 3D do aluno C



FONTE: Elaboração própria

O aluno C representou uma casa no GeoGebra 3D, utilizando paralelepípedos e pirâmide. Ele calculou o volume do paralelepípedo maior e da pirâmide. Na fórmula da área ele me pediu ajuda.

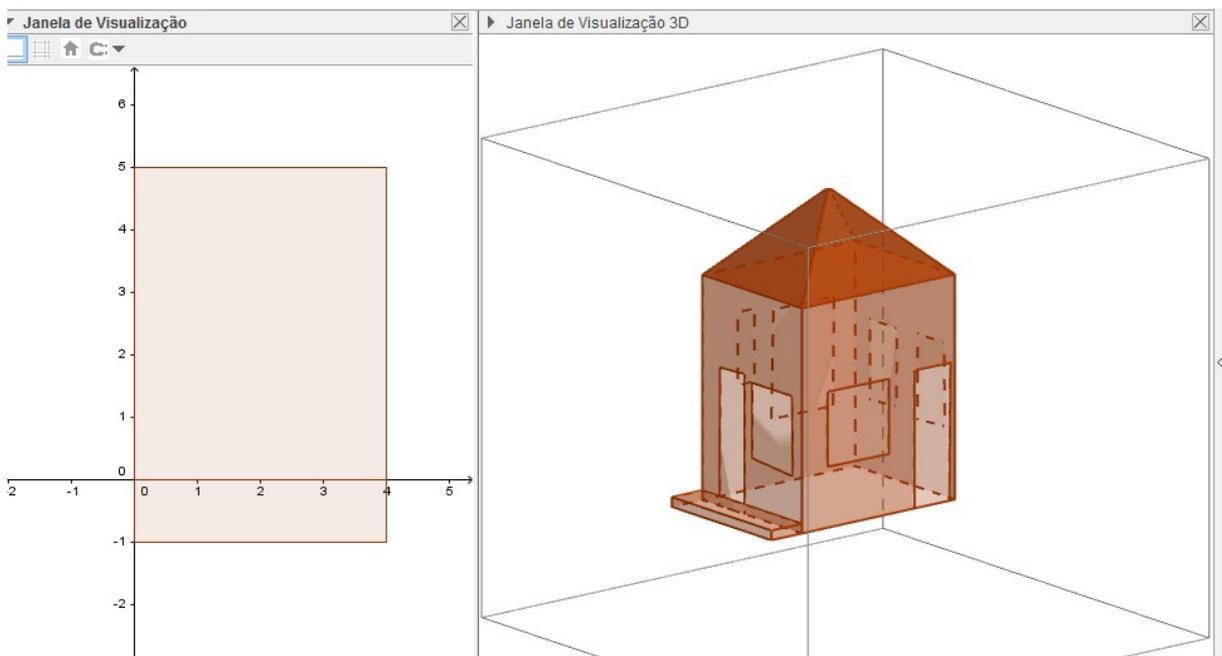
Figura 94: Construção no GeoGebra 3D do aluno 2



FONTE: Elaboração própria

O aluno 2 não participou da análise da pesquisa, visto que só compareceu ao segundo e quarto encontros. Apresentei a construção dele, pois achei interessante a ideia de representar uma árvore com sólidos geométricos.

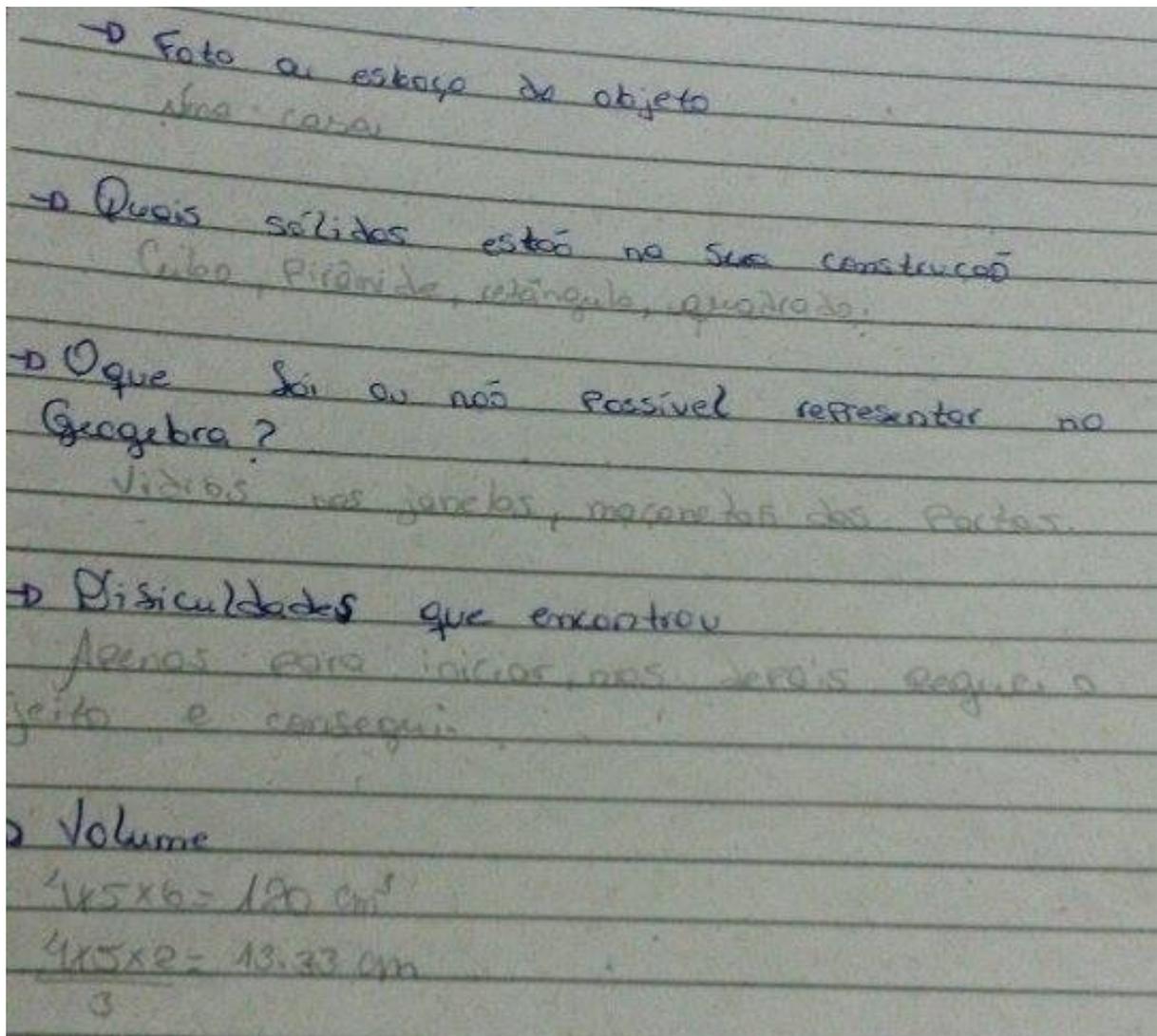
Figura 95: Construção no GeoGebra 3D do aluno E



FONTE: Elaboração própria

O aluno E representou uma casa com janelas e portas.

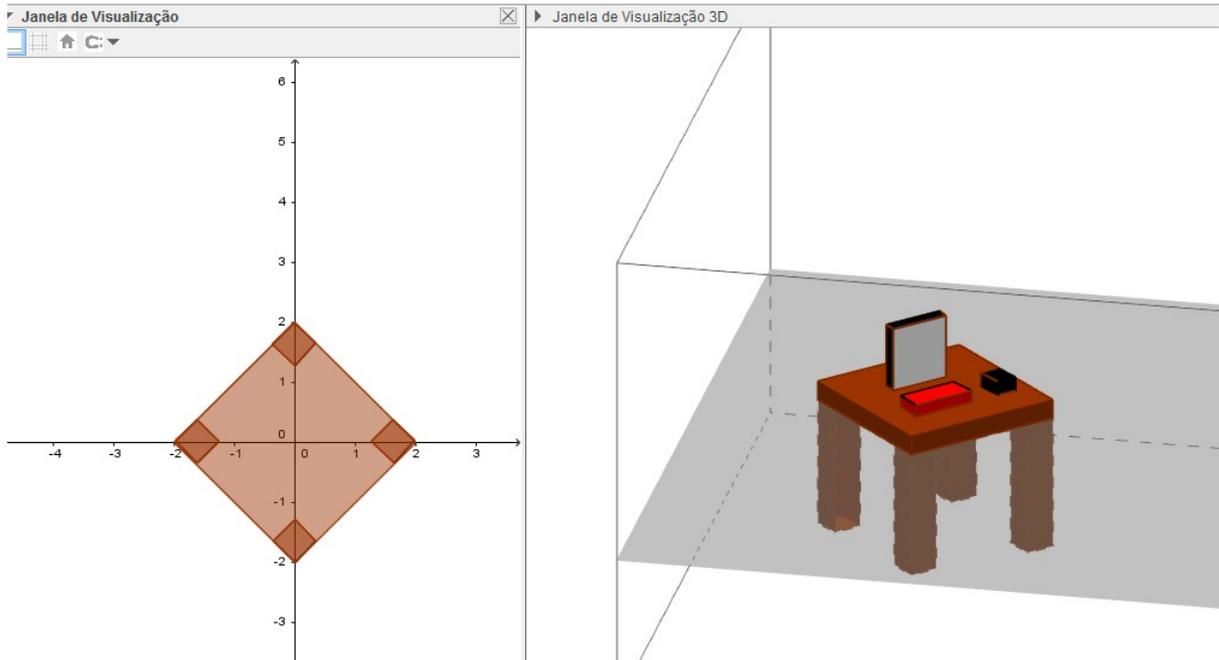
Figura 96: Respostas do aluno E sobre sua construção



FONTE: Elaboração própria

Segundo o aluno E, ele utilizou cubo, pirâmide, retângulo e quadrado e teve dificuldades no início. Ele não conseguiu representar os vidros das janelas e as maçanetas das portas. O aluno calculou o volume do cubo e da pirâmide.

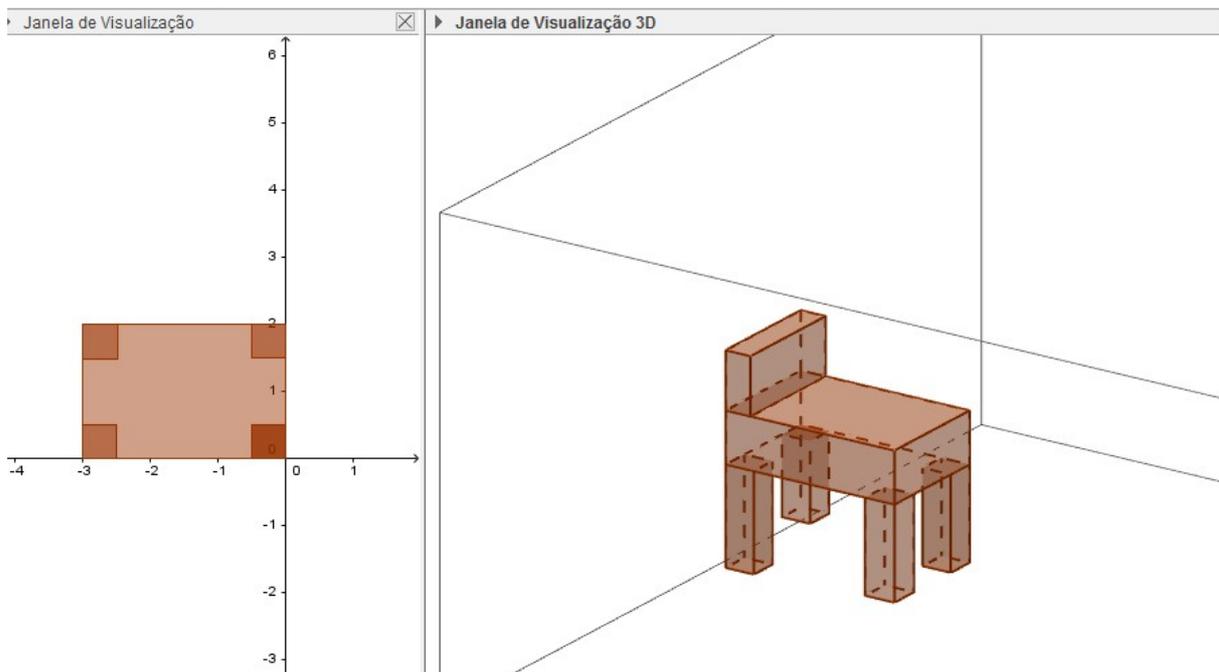
Figura 97: Construção no GeoGebra 3D do aluno F



FONTE: Elaboração própria

O aluno F representou uma mesa. Em cima, representou um teclado, um mouse e uma tela de computador. Segundo ele, não conseguiu representar as teclas do teclado e calculou o volume apenas dos cinco sólidos da mesa.

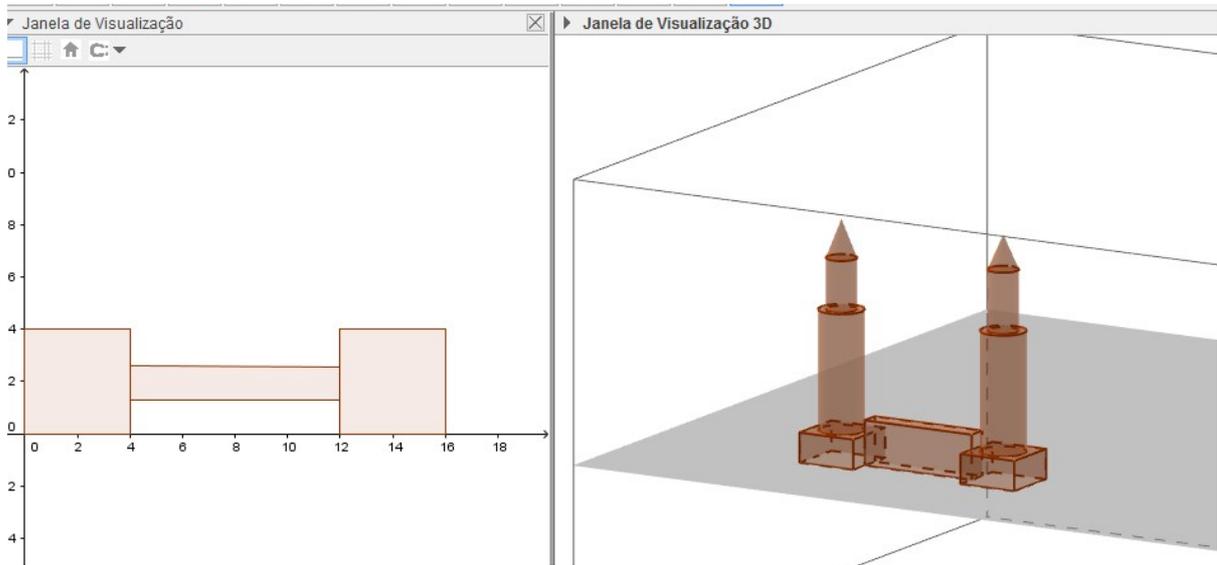
Figura 98: Construção no GeoGebra 3D do aluno H



FONTE: Elaboração própria

O aluno H representou uma cama com paralelepípedos e disse ter dificuldades no início, mas como o ajudei um pouco a fazer o primeiro pé da cama, ele conseguiu realizar a atividade.

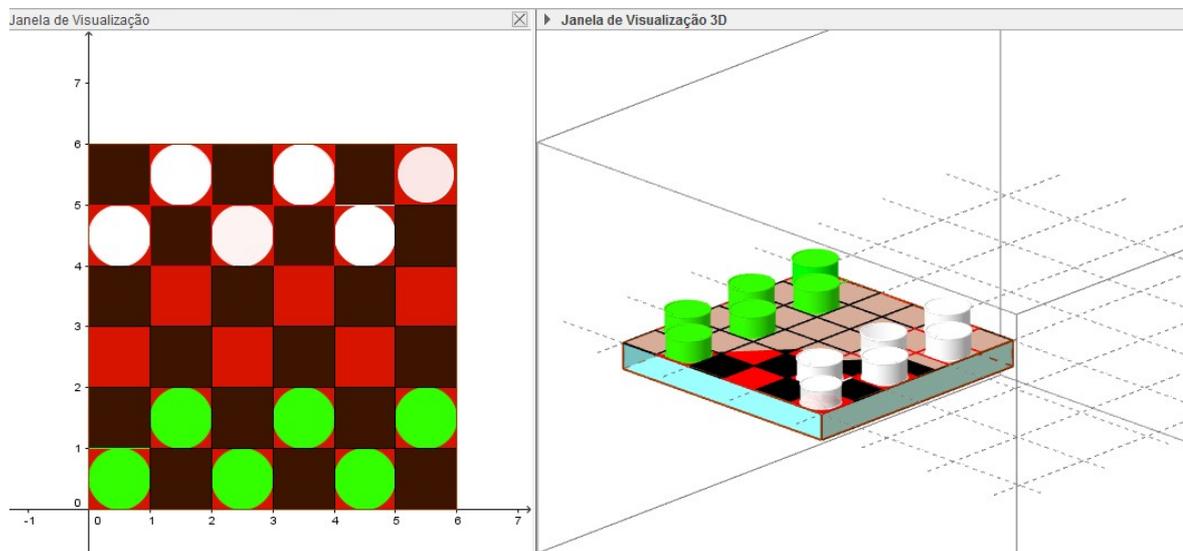
Figura 99: Construção no GeoGebra 3D do aluno 3



FONTE: Elaboração própria

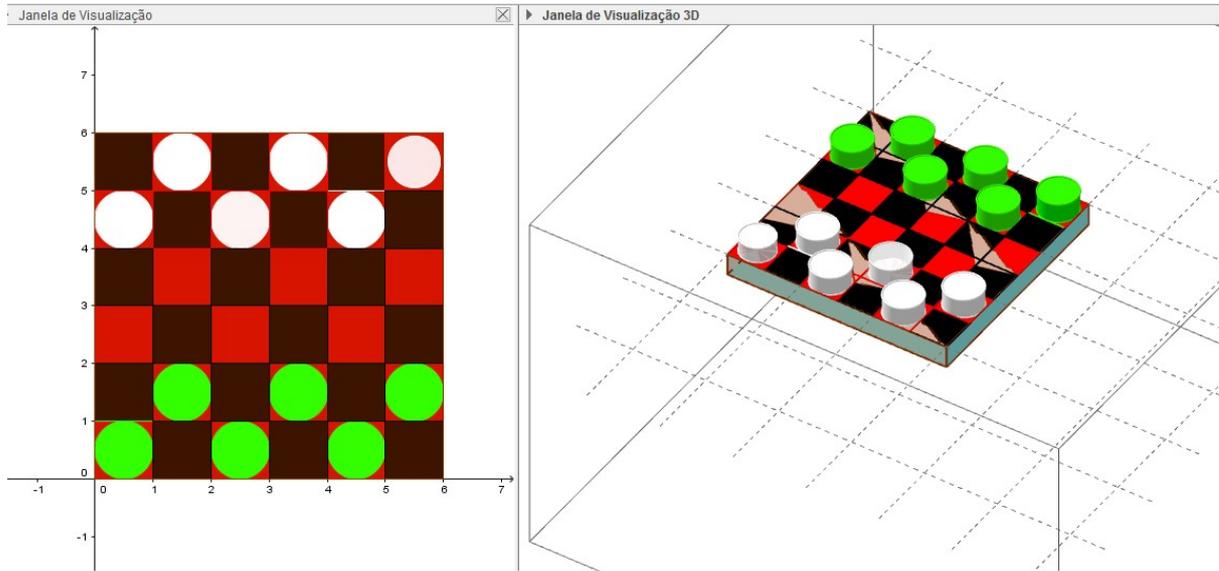
O aluno 3 não participou da pesquisa, mas sua construção ficou bem interessante. Ele representou um castelo com duas torres. O aluno disse não ter dificuldades e calculou o volume de todos os sólidos geométricos contidos na representação. Segundo ele, há paralelepípedos, cilindros e cones.

Figura 100: Construção no GeoGebra 3D do aluno J (com ajuda inicial do aluno D)



FONTE: Elaboração própria

Figura 101: Construção no GeoGebra 3D do aluno J (com ajuda inicial do aluno D)



FONTE: Elaboração própria

Os alunos representaram um jogo de damas, utilizando cilindros e um paralelepípedo. No quarto encontro os dois alunos começaram criando a representação. No quinto encontro, apenas o aluno J continuou desenvolvendo a atividade. Lembro que ele estava desanimado porque o colega não havia comparecido à aula. Por isso, passei várias vezes em sua mesa para ajudá-lo na construção e incentivá-lo a continuar fazendo. No final, ele havia construído todas as peças do jogo sozinho e estava muito feliz por isso. No questionário final, ele mostrou ter se superado em relação à atividade. Como dizia na atividade, os alunos deveriam apresentar suas construções, mas, infelizmente, não tivemos tempo. Eles me cobraram a apresentação, pois queriam ver as representações dos colegas.

Vale ressaltar que as construções dos alunos no GeoGebra 3D não conservam suas propriedades quando manipuladas, isto é, ao arrastar alguns pontos das imagens as figuras geométricas se deformam. Apenas os sólidos, que foram construídos a partir dos menus do software, mantêm suas propriedades quando arrastados. No caso dessa atividade e da prática proposta, a manutenção das propriedades das figuras geométricas não era um objetivo. O mais importante naquele momento era que os alunos reproduzissem o objeto escolhido no software e conseguissem relacioná-lo com a Geometria. Observa-se, porém, que uma atividade semelhante pode ser realizada exigindo-se a manutenção das propriedades das figuras geométricas, o que irá exigir, também, outros conhecimentos de Geometria por parte dos alunos.

Esta atividade contribuiu para a construção de uma visão de mundo, para ler e interpretar a realidade e para desenvolver capacidades que serão exigidas ao longo da vida social e profissional dos alunos, ideia descrita no PCN+ (BRASIL, 2002). Desse modo é possível ilustrar aos alunos que o mundo real é que dá origem aos conceitos básicos da geometria e não ao contrário (MONTENEGRO, 2005 apud FILHO, 2014).

4.5.2 Questionário final

Figura 102: Questionário final

<p>Agora que você já realizou as atividades propostas no GeoGebra, responda as seguintes perguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) O que você achou das atividades? 2) O que você aprendeu com elas? 3) Quais as dificuldades que você teve? 4) Como foi para você trabalhar com o software GeoGebra? Cite algo que você tenha gostado ou não e o porquê dessa escolha.
--

FONTE: Elaboração própria

Este questionário teve como objetivo conhecer a opinião dos alunos sobre as atividades propostas e sobre o GeoGebra 3D. Eles também deveriam citar seus aprendizados e dificuldades. Mostrarei as respostas dos alunos a seguir (Figuras 103, 104, 105 e 106).

Figura 103: Respostas dos alunos para a primeira pergunta

1) O que você achou das atividades?	
Resposta do aluno A	Ótimas
Resposta do aluno B	Muito boas
Resposta do aluno C	Super legais e interessantes
Resposta do aluno D	Muito boas e criativas, pude aprender como usar o GeoGebra e fazer muitos desenhos legais
Resposta do aluno E	Achei muito legal
Resposta do aluno F	Ótimas
Resposta do aluno G	Achei legal, pois trouxe para mim novidades e aprendizado
Resposta do aluno H	Bom, é a primeira vez que eu utilizei esse programa, eu agradeço a do fundo do meu coração à professora Jaqueline porque ela me auxiliou no trabalho
Resposta do aluno I	Eu achei ótimo, dinâmico
Resposta do aluno J	No começo achei que seria chato, mas com o desenvolver das atividades fui gostando. Mas no final tive um grande desafio,

	pensei em desistir, mas consegui terminar a tarefa
Resposta do aluno 1	Bem legais, é uma forma bem prática de aprender
Resposta do aluno 2	Ótima, boa aprendizagem e bem estimulante
Resposta do aluno 3	São muito boas para trabalhar, para ensinar
Resposta do aluno 4	Muito boas, legais, divertidas e diferentes do normal do nosso dia a dia

FONTE: Elaboração própria

Figura 104: Respostas dos alunos para a segunda pergunta

2) O que você aprendeu com elas?	
Resposta do aluno A	Apreendi formas de como calcular os sólidos
Resposta do aluno B	Ser criativa e entender melhor a matéria
Resposta do aluno C	Digamos que tudo
Resposta do aluno D	Como calcular o volume de figuras geométricas e o que podemos desenhar com apenas figuras geométricas
Resposta do aluno E	Apreendi muita coisa, por exemplo, criar vários objetos em 3D
Resposta do aluno F	Criar objetos em 3D
Resposta do aluno G	Apreendi que não é apenas em papéis que podemos desenhar e sim fazer vários objetos no programa
Resposta do aluno H	Eu aprendi a utilizar diversas formas geométricas e a fazer objetos
Resposta do aluno I	Apreendi muitas formas de calcular que fica mais fácil e se aprende melhor
Resposta do aluno J	Na verdade tudo, pois não sabia nada. Apesar da ajuda dos colegas, já sei fazer cilindros, paralelepípedos, quadrados, cubos
Resposta do aluno 1	Apreendi a calcular volume de sólidos
Resposta do aluno 2	Cálculo de ângulos, construção 3D
Resposta do aluno 3	Como calcular o volume e como aprender a usar várias formas de Geometria
Resposta do aluno 4	Tive muito mais entendimento da nossa matéria, foi muito divertido de aprender

FONTE: Elaboração própria

Figura 105: Respostas dos alunos para a terceira pergunta

3) Quais as dificuldades que você teve?	
Resposta do aluno A	Quase nenhuma, só nos cálculos finais, muitos detalhes
Resposta do aluno B	Foram poucas, acho que mais na última atividade
Resposta do aluno C	Tive algumas dificuldades para realizar a atividade 3 ao montar o sólido
Resposta do aluno D	Construir figuras geométricas
Resposta do aluno E	Tive várias dificuldades no começo, mas depois consegui com mais facilidade
Resposta do aluno F	Encontrei várias dificuldades, mas depois consegui entender
Resposta do aluno G	Tive que conseguir compreender às vezes o local das coisas que eu iria usar. Desfazer retas para baixo
Resposta do aluno H	Em reproduzir meu trabalho

Resposta do aluno I	Não tive, pois ela estava sempre nos auxiliando e ela tem uma clareza ao explicar as atividades
Resposta do aluno J	Todas, mas superei durante as aulas apesar de difícil, o GeoGebra é divertido podendo tirar da imaginação e por em prática na tela 3D
Resposta do aluno 1	Só tive problemas com o GeoGebra
Resposta do aluno 2	Com as somas
Resposta do aluno 3	Em mexer no software e em algumas contas
Resposta do aluno 4	Tive muita dificuldade para calcular algumas contas e como calcular

FONTE: Elaboração própria

Figura 106: Respostas dos alunos para a quarta pergunta

4) Como foi para você trabalhar com o software GeoGebra? Cite algo que você tenha gostado ou não e o porquê dessa escolha.	
Resposta do aluno A	Foi muito bom, ainda mais que gosto disso tudo que envolve computadores
Resposta do aluno B	Foi muito bom, do último trabalho porque teve bastante trabalho difícil pra fazer e usar a criatividade
Resposta do aluno C	Foi uma experiência legal. Gostei de montar sólido, transformar a peça 2D para 3D
Resposta do aluno D	Para mim foi ótimo. Eu gostei das funções que o GeoGebra nos oferece para construirmos desenhos e calcular as figuras geométricas etc
Resposta do aluno E	Gostei de criar objetos em 3D, movimentar, etc
Resposta do aluno F	Gostei da janela 3D que é muito bom para visualizar
Resposta do aluno G	Foi uma experiência incrível, gostei de desenhar objetos que jamais pensei conseguir
Resposta do aluno H	Eu adorei trabalhar com ele porque dá para se fazer diversas coisas e é também melhor para levar para o futuro
Resposta do aluno I	Eu gostei e a parte que fiquei mais interessada foi a parte 3D
Resposta do aluno J	A tela 3D, pois parece mais real
Resposta do aluno 1	Gostei bastante, principalmente quando ele não trava
Resposta do aluno 2	Foi bom, visualização 3D
Resposta do aluno 3	Eu gostei porque fica mais fácil de aprender
Resposta do aluno 4	Gostei muito porque vimos peças em 3D; Foi muito diferenciado, deu outra realidade

FONTE: Elaboração própria

O aluno A achou as atividades ótimas e disse gostar muito de tudo que envolve computadores. O aluno F, em suas justificativas, cita a ideia de visualização que o software proporcionou para ele.

O aluno G indica que as atividades trouxeram novidades e aprendizado a ele. Segundo o aluno, ele aprendeu que não é apenas em papéis que se pode desenhar, mas também no software. O aluno mostra que gostou de usar o GeoGebra 3D, pois desenhou

objetos que jamais pensou conseguir desenhar. O aluno H mostra que aprendeu a fazer várias formas geométricas e objetos. Ele cita que ajudou em seu futuro, pois conforme a conversa que tive com ele, o aluno quer cursar o técnico em Mecânica no ano que vem, no qual se constrói peças em 3D. O aluno I cita o dinamismo do software como característica das atividades. Ele mostra que aprendeu formas de calcular (acredito que tenha sido do volume), que segundo o aluno são mais fáceis e compreensíveis. O aluno indica que gostou mais da “Janela de Visualização 3D” do GeoGebra. Nas respostas do aluno J ao questionário final (Figuras 103, 104, 105 e 106), foi possível perceber também uma ideia de visualização, visto que ele cita que com o GeoGebra podemos “tirar da imaginação e pôr em prática na tela 3D” indicando que quando ele ouvia falar de Geometria Espacial, sólidos geométricos, figuras planas, entre outros, esses conceitos ficavam apenas em sua imaginação. Com as atividades, ele conseguiu concretizar o abstrato no software, podendo visualizar na tela 3D. O aluno 3 indicou que as atividades são muito boas para ensinar e gostou do software, pois ficou mais fácil de aprender. O aluno 4, conforme suas respostas, indica que ele gostou das atividades por serem mais divertidas e diferentes das aulas tradicionais, nas quais os alunos estão acostumados. Também citou a ideia do software ter dado outra realidade à Geometria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos dados da proposta, realizada no capítulo anterior, concluiu-se que o uso do GeoGebra 3D em sala de aula contribuiu para a visualização e compreensão do conceito de vértice, aresta, face, área de superfície, volume, planificação, entre outros por parte dos alunos envolvidos na pesquisa. Essas contribuições devem-se principalmente ao dinamismo do software utilizado, o qual oportunizou aos alunos girarem os objetos, observarem sua planificação de forma dinâmica, assim como visualizar o objeto “por dentro e por fora” simultaneamente. Os próprios alunos indicaram, durante a prática, precisar de um recurso que os ajudasse na visualização de elementos da Geometria Espacial, e o software GeoGebra 3D caracterizou-se como um dos possíveis recursos para atender a essa demanda.

É interessante observar que o desenvolvimento dessa prática e essas contribuições poderão se manter presentes no colégio, uma vez que o laboratório de informática da escola continuará com o software instalado. De modo geral, as escolas do Estado do Rio Grande do Sul receberam computadores portáteis nos quais estão instalados, dentre outros softwares, o GeoGebra. Esses computadores poderão ser utilizados por alunos e professores em qualquer disciplina. Os professores dessas escolas tiveram formação para entenderem como o computador funciona e quais recursos ele possui. Em particular, a professora da turma pesquisada mostrou ter intenções em aprender mais sobre o GeoGebra e usar com seus alunos nos próximos anos.

A dificuldade que muitos professores de Matemática possuem com o uso de tecnologia no ensino foi percebida durante meu trabalho de monitoria na disciplina de Educação Matemática e Tecnologia no segundo semestre de 2015. Nela, diferentes softwares foram utilizados pelos alunos da disciplina, os quais são futuros professores de Matemática. Foi possível identificar que alguns alunos possuíam inicialmente muitas dificuldades, mas com o decorrer das atividades propostas nas aulas, eles conseguiram se familiarizar com os softwares. Mesmo assim, percebi que alguns (e poucos) ainda têm certos receios quanto ao uso de tecnologia em sala de aula, visto que ainda não possuem domínio considerável dos softwares. Essas dificuldades provavelmente serão um obstáculo futuramente, que farão esses futuros professores resistirem mais ao uso de tecnologia em suas aulas. Por isso, defendo a inserção de cursos, disciplinas, palestras, entre outros, nos cursos de Licenciatura que discutam sobre o uso de tecnologias no Ensino de Matemática, para que cada vez mais alunos e futuros professores possam conhecer e, quem sabe, utilizar esses recursos em suas aulas.

Por outro lado, o uso de um software em sala de aula pode apresentar alguns obstáculos: falta de luz na escola, problemas técnicos nos computadores, mau funcionamento do software, entre outros. Pior ainda, a escola pode não ter uma sala de informática com computadores em uso. Pensando nisso, há maneiras de mesmo assim utilizar o software nas aulas. O professor pode levar seu computador portátil para a escola, mostrando aos alunos as ferramentas do software. Ele também pode projetar a manipulação do software numa tela maior para que todos os alunos vejam, se a escola tiver o aparelho disponível. Obviamente, essas alternativas podem não apresentar tantas contribuições para os alunos na aprendizagem, visto que eles não manipularão as construções, mas mesmo assim, a ideia é válida, pois os alunos conhecerão uma maneira diferente de representar elementos de Geometria, podendo até instalar o software em seus computadores pessoais.

Gostaria de ressaltar que não sou contra o uso de material concreto, visto que ele também ajuda na visualização e compreensão do conteúdo em questão. Ainda assim, prefiro e acredito mais nos softwares de geometria dinâmica, visto que estes fazem os alunos pensarem mais de forma mais intensa no objeto construído. Por exemplo, ao construir um paralelepípedo com material concreto e preenchê-lo com cubos de volume 1, ao que tudo indica, os alunos irão apenas colocar os cubos dentro do sólido e contar a quantidade de cubos que coube no sólido. No GeoGebra 3D, os alunos precisavam pensar no lugar onde o cubo deveria estar. Ao construírem um cubo que não seguia seus comandos, o mesmo ficava pra fora do sólido geométrico e os alunos entendiam que aquilo não estava correto, precisando construir outro cubo. Essa experimentação não é possível com o material concreto, já que eles apenas preencheriam um sólido geométrico de maneira correta, sem chances de errar. Outro exemplo que indica essa diferença é a construção de quadrados e retângulos. Os alunos perceberam que, ao criarem um quadrado a partir da ferramenta “Polígono Regular”, este mantinha suas propriedades mesmo com a manipulação de um de seus lados. Quando criaram um retângulo, os alunos perceberam que não seria possível criá-lo a partir da mesma ferramenta utilizada no cubo, pois este não era um polígono regular. Essa diferenciação provavelmente não seria pensada se os alunos apenas desenhassem essas figuras planas num papel.

Essa pesquisa busca mostrar aos professores que propostas com o uso de softwares podem trazer contribuições e experiências para professores e alunos envolvidos no trabalho. São mais difíceis de serem elaboradas e necessitam de mais tempo para colocarem em prática do que as atividades tradicionais, mas afirmo que valeu a pena. Acredito que cada sujeito

envolvido na presente pesquisa leva consigo aprendizagens únicas de Geometria, frutos deste trabalho desenvolvido com muita dedicação.

REFERÊNCIAS

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Editora Porto, 2010.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2001. 98 p.

FILHO, Gilberto Beserra da Silva. **Reflexões Sobre o Ensino de Geometria Espacial no Ensino Médio: partindo do concreto para abstrato**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2014

GAZIRE, Eliane S. **O não resgate das geometrias**. Dissertação (Doutorado em Educação) – Unicamp, Campinas, São Paulo, 2000.

GOUVEIA, Carolina Augusta Assumpção. **Processos de Visualização e Representação de Conceitos de Cálculo Diferencial e Integral com um Software Tridimensional**. Rio Claro, 2010. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2007.

GRAVINA, Maria Alice. **Os ambientes de geometria dinâmica e o pensamento hipotético-dedutivo**. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2001.

GRAVINA, M. A., e M. V. A. BASSO. **Mídias digitais na Educação Matemática**. In: GRAVINA, M. A.; BÚRIGO, E. Z.; BASSO, M. V. A.; GARCIA, V. C. V. (Orgs). In: **Matemática, Mídias Digitais e Didática: tripé para formação do professor de Matemática**. Porto Alegre: Evangraf, 2011. p. 11 – 60.

MISKULIN, R. G. S. **Concepções teórico-metodológicas sobre a introdução e a utilização de computadores no processo ensino-aprendizagem da geometria**. Tese de Doutorado - Unicamp, Campinas, São Paulo, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares**. 3. ed. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, 2002.

RITTER, Andréa Maria. **A visualização no ensino de geometria espacial: possibilidades com o software Calques 3D**. Dissertação de Mestrado Profissionalizante no Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2011.

ROSSI, Gicele da Rocha. **Explorando a Geometria dos pisos e frisos por meio do software Geogebra**. RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 7, p. 1-10, 2009.

Consulta no site:<<http://www.geogebra.org>>. Acesso em: 20 nov. 2015

APÊNDICE**APÊNDICE A****TERMO DE CONSENTIMENTO DA ESCOLA**

O Colégio Estadual Ivo Böhler – CIEP, neste ato representada pela direção por intermédio do presente instrumento, autoriza Jaqueline Maria Götz Mentz, brasileira, estudante, CPF _____, a aplicar a proposta de ensino: “A visualização e compreensão de conceitos de Geometria Espacial com o uso do software GeoGebra 3D” na turma ____ do Ensino Médio. A Escola está ciente de que a referida proposta de ensino é base para o trabalho de conclusão de curso (TCC) de Jaqueline, o qual é uma exigência parcial para a obtenção do título de Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e é orientado pela Prof^a. Dr^a. Débora da Silva Soares. A autorizada, por sua vez, se obriga a manter em absoluto sigilo a identidade dos discentes da escola que participarão da aplicação da proposta de aula.

Montenegro, __ de _____ de 2015.

Jaqueline Maria Götz Mentz

Prof^a. Dr^a. Débora da Silva Soares

Direção da Escola

APÊNDICE B

TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “A visualização e compreensão de conceitos de Geometria Espacial com o uso do software GeoGebra 3D”. Seus pais permitiram que você participe. Queremos saber como o uso do software GeoGebra 3D pode contribuir para a visualização e compreensão de conceitos de Geometria Espacial. Os adolescentes que participarão dessa pesquisa são estudantes do Colégio Ivo Bühler - CIEP e frequentam o 3º ano do Ensino Médio. E serão convidados a realizar algumas atividades propostas nos computadores do presente colégio.

Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, não terá nenhum problema se desistir.

Eu _____ aceito participar da pesquisa “A visualização e compreensão de conceitos de Geometria Espacial com o uso do software GeoGebra 3D”. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e comunicaram os meus responsáveis. Li esse termo de assentimento e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do menor

Assinatura da pesquisadora

Montenegro, ____ de _____ de 2015.

APÊNDICE C

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____, R.G. _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____, da turma ____, declaro, por meio deste termo, que concordei que o(a) aluno(a) participe da pesquisa intitulada “A visualização e compreensão dos conceitos de Geometria Espacial com o uso do software GeoGebra 3D”, desenvolvida pela pesquisadora Jaqueline Maria Götz Mentz. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é orientada pela Professora Débora da Silva Soares, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, através do telefone _____ ou email _____. Tenho ciência de que a participação do(a) aluno(a) não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) do objetivo estritamente acadêmico do estudo, que, em linhas gerais, é investigar como o uso do software GeoGebra 3D pode contribuir para a visualização e compreensão de conceitos de Geometria Espacial. Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações oferecidas pelo(a) aluno(a) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários, etc.), identificadas apenas pela inicial de seu nome e pela idade, ou por nomes fictícios. A colaboração do(a) aluno(a) se fará por meio de questionário escrito, bem como da participação em aulas/encontros, em que ele(a) será observado(a) e sua produção analisada, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. No caso de fotos, obtidas durante a participação do(a) aluno(a), autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, sem identificação. A colaboração do(a) aluno(a) se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado. Estou ciente de que, caso eu tenha dúvida, ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar a pesquisadora responsável pelo email _____. Fui ainda informado(a) de que o(a) aluno(a) pode se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Montenegro, ____ de _____ de 2015

Assinatura do responsável: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

Assinatura da orientadora da pesquisa: _____