

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE MATEMÁTICA**

**DÉBORA BUSSOLOTTO**

**Gênese Instrumental do GeoGebra 3D: um estudo no Ensino Médio  
Normal/Magistério**

**Porto Alegre/RS**

**2019**

**DÉBORA BUSSOLOTTO**

**Gênese Instrumental do GeoGebra 3D: um estudo no Ensino Médio  
Normal/Magistério**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Márcia  
Rodrigues Notare Meneghetti**

Porto Alegre/RS

2019

**DÉBORA BUSSOLOTTO**

**Gênese Instrumental do GeoGebra 3D: um estudo no Ensino Médio  
Normal/Magistério**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Aprovado em 27 de março de 2019.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Márcia Rodrigues Notare Meneghetti (Orientadora) – IME/PPGEMAT/UFRGS

---

Marcus Vinicius de Azevedo Basso – IME/PPGEMAT/UFRGS

---

Vandoir Stormowski – IME/PPGEMAT/UFRGS

---

Carmen Vieira Mathias – UFSM

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força divina presente no decorrer de toda a caminhada.

Ao meu esposo André, pelo equilíbrio oferecido durante toda a jornada de estudo, por me apoiar, incentivar, mas principalmente nunca desacreditar em mim, fazendo com que eu retomasse a confiança.

À minha mãe, por todo amor e orgulho que poderia me demonstrar, fazendo com que suas preces chegassem até mim, fortalecendo minhas forças.

À Prof.<sup>a</sup> Dra. Márcia Rodrigues Notare Meneghetti, orientadora desta dissertação, por ter acreditado na minha pesquisa e me possibilitado enriquecê-la através de seu conhecimento e de sua orientação.

Aos meus irmãos e amigos, por compreenderem sempre minhas ausências e me incentivarem com palavras de ânimo e coragem. Em especial aos amigos Aline e Solano, pela estadia e caronas concebidas.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da UFRGS, por enriquecerem minha prática docente através dos seus ensinamentos.

Aos professores Marcus Basso, Vandoir Stormowski e Carmen Vieira Mathias, membros da banca examinadora, pelas contribuições no enriquecimento desta dissertação.

Aos colegas de mestrado, pelo companheirismo e troca de experiências.

Ao colega e amigo Diogo, pela parceria e cumplicidade durante as horas de estudo das disciplinas, e pela amizade ganha no mestrado.

A todo o Instituto Estadual de Educação Tiradentes, por confiar na proposta de pesquisa, cedendo espaço para a realização da mesma. Em especial, aos alunos participantes da pesquisa, pela dedicação e empenho depositados no decorrer dela.

A todos que de alguma forma passaram pela caminhada do mestrado.

Meus mais sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Esta pesquisa descreve estudo realizado com alunos do 3º ano do Ensino Médio Normal/Magistério de uma instituição pública na cidade de Nova Prata/RS. A partir do estudo de conceitos básicos da Geometria Espacial, buscou-se responder a seguinte pergunta norteadora: Como alunos normalistas vivenciam os processos de gênese instrumental pessoal e profissional do GeoGebra 3D? Tomando como base a teoria instrumental de Rabardel (1995), analisou-se o processo de elaboração de esquemas de utilização do GeoGebra desenvolvidos pelos alunos participantes de uma oficina cujo foco foi a construção de peças virtuais do jogo Brincando de Engenheiro®. A pesquisa teve como objetivo também observar, a partir da construção destas peças, a apropriação de conceitos geométricos desenvolvidos no decorrer deste processo. O estudo, de caráter qualitativo, baseado na metodologia Estudo de Caso, busca nas construções realizadas no GeoGebra 3D identificar os esquemas de utilização desenvolvidos pelos alunos juntamente aos conceitos geométricos construídos, para observar o processo de gênese instrumental pessoal e indícios da gênese instrumental profissional desses estudantes. O software de matemática dinâmica utilizado nessa pesquisa possibilita que o estudo da geometria espacial seja ancorado pela manipulação dos objetos geométricos construídos a partir de suas propriedades, na qual novos conceitos matemáticos vão sendo construídos. Os resultados apontam para a ocorrência do processo de gênese instrumental nos estudantes participantes da pesquisa, que elaboraram esquemas de utilização do instrumento ao longo da oficina. Mesmo observando que o processo de gênese instrumental ocorreu de maneiras distintas em cada estudante, e que esse processo é complexo e contínuo, há indícios de que o GeoGebra passou de artefato para instrumento na realização das atividades propostas.

**Palavras-chave:** Gênese Instrumental. Esquemas. GeoGebra. Brincando de Engenheiro. Geometria Espacial.

## **ABSTRACT**

This research describes a study carried out with students of Public high School institution in Normal School degree in the city of Nova Prata / RS. From the study of basic concepts of Spatial Geometry, we sought to respond the following guiding question: How do normal students experience the processes of personal and professional instrumental genesis of GeoGebra 3D? Based on the instrumental theory of Rabardel (1995), we analyzed the process of elaboration of schemes of the use of GeoGebra developed by the participating students in a workshop whose focus was the construction of virtual pieces of the game Playing Engineer. The research also aimed to observe, from the construction of these pieces, the appropriation of geometric concepts developed in the course of this process. The qualitative study, based on the Case Study methodology, searches the constructions carried out in GeoGebra 3D to identify the use schemes developed by the students along with the geometric concepts constructed, to observe the process of personal instrumental genesis and indications of the professional instrumental genesis of these students. The dynamic geometry software used in this research allows the study of spatial geometry be anchored by the manipulation of geometric objects constructed from their properties, in which new mathematical concepts are being constructed. The results point to the occurrence of the process of instrumental genesis in the participating students in the research, who developed schemes of use of the instrument throughout the workshop. Even observing that the process of genesis instrumental occurred in different ways in each student, it was possible to identify that in all cases GeoGebra went from an artifact to an instrument in the accomplishment of the proposed activities.

**Key-words:** Instrumental Genesis. Schemes. GeoGebra. Playing Engineer. Spatial Geometry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema ilustrativo do processo de Gênese Instrumental .....	21
Figura 2 – 1º passo para a criação de uma Nova Ferramenta .....	27
Figura 3 – 2º passo para a criação de uma Nova Ferramenta .....	28
Figura 4 – 3º passo para a criação de uma Nova Ferramenta .....	28
Figura 5 – 4º passo para a criação de uma Nova Ferramenta .....	29
Figura 6 – Resultado final obtido com a utilização do recurso Nova Ferramenta.....	29
Figura 7 - Peças do jogo “Brincando de Engenheiro”.....	46
Figura 8 - Interface do software GeoGebra utilizando a malha quadriculada.....	52
Figura 9 - Construção do quadrado, realizada pelo Aluno2 .....	53
Figura 10 – Protocolo de Construção do Quadrado pelo Aluno2 .....	53
Figura 11 - Construção do quadrado pelo Aluno5: construir o círculo.....	54
Figura 12 – Interface de trabalho da janela de visualização 3D do GeoGebra .....	55
Figura 13 – Construção do prisma pelo Aluno 1 .....	56
Figura 14 – Peças do jogo a serem construídas .....	57
Figura 18 - Considerações sobre o Encontro2 no Chat .....	60
Figura 19 - Multiplicidade de objetos obtidos na construção. ....	62
Figura 20 - Construção de um plano perpendicular ao plano inicial pelo Aluno4 .....	66
Figura 21 – Determinação da base do cubo: construção do Aluno3 .....	66
Figura 22 - Construção do cubo pelo Aluno1. ....	67
Figura 23 - Esfera com centro em "C" cujo centro deveria estar em "A" .....	69
Figura 24 - Construção do Prisma de base quadrangular pelo Aluno1 .....	71
Figura 25 - Nomenclatura utilizada pelo Aluno5 para a o prisma de base quadrangular .....	72
Figura 26 – Construção do Prisma de base retangular pelo Aluno3. ....	74
Figura 27 – Construção do prisma de base triangular menor “telhadinho” pelo Aluno2 .....	76
Figura 28 – Construção inicial do prisma de base triangular menor pelo Aluno3.....	78
Figura 29 – Construção do prisma de base triangular maior, “Telhado”, pelo Aluno5 .....	80
Figura 30 – Elementos necessários para inserir a peça Cubo do jogo Brincando de Engenheiro .....	81
Figura 31 – Criação elaborada pelo Aluno1 .....	81

Figura 32 – Criação elaborada pelo Aluno2 .....	82
Figura 33 – Criação elaborada pelo Aluno3 .....	82
Figura 34 – Criação elaborada pelo Aluno4. ....	83
Figura 35 - Arquivo construído pelo Aluno1 na realização da proposta de atividade	84
Figura 36 - Arquivo construído pelo Aluno2 na realização da proposta de atividade	86
Figura 37 - Arquivo construído pelo Aluno3 na realização da proposta de atividade	87
Figura 38 - Arquivo construído pelo Aluno4 na realização da proposta de atividade	89
Figura 39- Arquivo construído pelo Aluno5 na realização da proposta de atividade .	90



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos correlatos e respectivos programas e instituições a que pertencem .....	34
Quadro 2- Organização dos encontros da oficina .....	43

## **LISTA DE SIGLAS**

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
E.U	Esquema de Utilização
E.Us	Esquema de Uso
E.A.I	Esquema de Ação Instrumentada
HEM	Habilitação Específica para o Magistério
LDB	Lei 9.394/96 – Lei de Diretrizes e Bases

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 A Gênese Instrumental – uma abordagem cognitiva sobre apropriação tecnológica.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Tecnologias Digitais na Aprendizagem de Geometria Espacial .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3 Um apanhado histórico sobre o Ensino Médio Normal/Magistério .....</b>	<b>30</b>
<b>2.4 Trabalhos Correlatos .....</b>	<b>34</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1 Metodologia: Estudo de caso .....</b>	<b>39</b>
<b>3.2 Cenário de pesquisa .....</b>	<b>40</b>
<b>3.3 Instrumentos .....</b>	<b>42</b>
<b>3.4 Sequência de atividades .....</b>	<b>43</b>
3.4.1 Encontro 1 .....	43
3.4.2 Encontro 2.....	45
3.4.3 Encontro 3.....	46
3.4.4 Encontro 4.....	47
3.4.5 Encontro 5.....	48
<b>4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1 Considerações gerais sobre os encontros.....</b>	<b>50</b>
4.1.1 Encontro 1 .....	50
4.1.2 Encontro 2.....	57
4.1.3 Encontro 3.....	60
4.1.4 Encontro 4.....	62
4.1.5 Encontro 5.....	63
4.1.6 Encontro 6.....	64
<b>4.2 Construção das peças do jogo Brincando de Engenheiro – Análise da Gênese Instrumental .....</b>	<b>64</b>
4.2.1 Peça: “Cubo” .....	65
4.2.2 Peça: “Prisma de base quadrangular / Prisma Vertical” .....	70
4.2.3 Peça: “Prisma de base retangular / Prisma Horizontal” .....	73
4.2.4 Peça: “Prisma de Base Triangular menor / Telhadinho” .....	75
4.2.5 Peça: “Prisma de Base triangular maior – Telhado”.....	79

<b>4.3 Construção do projeto Arquitetônico .....</b>	<b>81</b>
<b>4.4 Elaboração da proposta de aula .....</b>	<b>83</b>
4.4.1 Proposta de atividade Aluno1 .....	84
4.4.2 Proposta de atividade Aluno2 .....	86
4.4.3 Proposta de atividade Aluno3 .....	87
4.4.4 Proposta de atividade Aluno4 .....	88
4.4.5 Proposta de atividade Aluno5 .....	90
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE A - CARTA DE APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO.....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO .....</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE D – PLANO DE AULA ALUNO1 .....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE E – PLANO DE AULA ALUNO2 .....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE F – PLANO DE AULA ALUNO3.....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE G – PLANO DE AULA ALUNO4 .....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE H – PLANO DE AULA ALUNO5 .....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE I – PRODUTO DA DISSERTAÇÃO – SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES .....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE J – AUTORIZAÇÃO DE USO DO JOGO BRINCANDO DE ENGENHEIRO .....</b>	<b>117</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Matemática é componente curricular obrigatória para o Ensino Médio Normal/Magistério, por compor a base nacional comum para o Ensino Médio, conforme instituído em 2013 pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2013). As experiências que o Curso Normal proporciona leva os estudantes a realizarem práticas em sala de aula, quando muitas vezes o conteúdo curricular obrigatório e comum ao Ensino Médio ainda não foi estudado ou concluído. Participei<sup>1</sup> deste processo durante um período em que fui professora nesta modalidade, em uma escola de Ensino Médio na cidade de Nova Prata, hoje então conhecido por Instituto Estadual de Educação Tiradentes. Vivenciei experiências nas três séries do Ensino Médio, perpassando pelo currículo de todas as séries.

Ao presenciar a realidade de sala de aula destes alunos, surge a curiosidade e a vontade de contextualizar a matemática para suas futuras vivências em sala de aula, com crianças da Educação Infantil e dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Outro aspecto da realidade desses estudantes que gerou inquietação remete-se à carga horária da disciplina de Matemática. O currículo desta modalidade de ensino é composto pela Base Nacional Comum Curricular - BNCC e por itinerários formativos, conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Lei 9394/96 (BRASIL, 1996), nos arts. 35 e 36, cujos itinerários devem ser organizados em diferentes disposições curriculares, observando a realidade de cada sistema de ensino. A carga horária destinada ao cumprimento da BNCC é de mil e oitocentas horas, conforme também regulamentado pela LDB, não estando estabelecida a carga horária mínima destinada a cada disciplina, inclusive no que diz respeito à disciplina de Matemática. No período trabalhado com estes alunos, a carga horária da disciplina de Matemática, por exemplo, na 3ª série, era de três períodos semanais de 45 minutos cada.

Conforme Curi (2004), a maioria dos cursos (90% deles) traz como prioridade as disciplinas metodológicas na formação dos professores, deixando em segundo plano a Matemática. Porém, sabe-se que os futuros professores irão se deparar em situações de sala de aula que lhes exigirão conhecimento matemático e raciocínio

---

<sup>1</sup> A introdução foi escrita na primeira pessoa do singular por apresentar relatos das experiências vivenciadas pela autora deste trabalho, vindo a situar os leitores quanto à escolha da pesquisa.

lógico-dedutivo. O conhecimento adquirido pelos futuros professores ao longo de sua formação é levado para suas salas de aula, fazendo com que eles, na docência, trabalhem com estes conteúdos por meio de abordagens adequadas. Porém, a ausência de dedicação ao estudo dos conteúdos de Matemática acaba deixando lacunas no decorrer do processo de formação do futuro professor.

A experiência vivenciada naquele período, em específico com a 3ª série, trouxe à tona alguns questionamentos que me deixaram inquieta e permaneceram comigo, mesmo após sair daquela escola. Porém, passado aproximadamente um ano que havia me afastado completamente daquela escola, ao ingressar neste programa de pós-graduação, as inquietações que me acompanhavam vieram à tona e a possibilidade de olhar com mais cuidado e atenção para esta modalidade apresentou-se como uma fonte de inspiração para esta pesquisa.

Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa é aliar a Matemática prevista no currículo da Educação Básica, em específico na 3ª série do Ensino Médio, que contempla, dentre outros conteúdos, a Geometria Espacial, a uma prática que possibilite aplicação nas futuras salas de aula. O conteúdo matemático formal abre espaço para aplicações e readequações. Nesta proposta, os normalistas têm a possibilidade de vivenciar essas duas realidades - ser aluno e ser professor - experienciando uma Matemática com possibilidades de aplicação futura em suas práticas docentes.

Acompanhando este desejo, a presença constante e sempre desafiadora do uso das tecnologias digitais em sala de aula, os recursos tecnológicos presentes no meio educacional se incorporam a essa investigação. O software GeoGebra, escolhido para esta pesquisa, mostra-se uma ferramenta que relaciona os conceitos matemáticos inerentes à Geometria a explorações, manipulações e visualizações, sejam elas planas ou espaciais. Este recurso, considerado um ambiente de matemática dinâmica, proporciona a dinamicidade das construções, exigindo que as propriedades geométricas das figuras construídas se mantenham.

Assim a proposta de pesquisa ganha corpo, ao incorporar a ela uma teoria que efetive este estudo. A Teoria da Gênese Instrumental (RABARDEL, 1995) possibilita observar os caminhos percorridos por cada sujeito ao utilizar o recurso tecnológico não mais como um artefato, mas como um instrumento funcional para a realização de construções geométricas no plano e no espaço. As análises realizadas buscaram acompanhar esse processo de transformação de artefato em instrumento

pelos estudantes participantes da pesquisa, inicialmente na dimensão pessoal e, posteriormente, na dimensão profissional - as chamadas gênese instrumental pessoal e gênese instrumental profissional.

Considerando os aspectos acima citados, definiu-se o tema de pesquisa como sendo a análise do processo de gênese instrumental pessoal do GeoGebra em alunos do Ensino Médio Normal/Magistério, e indícios de processo de gênese instrumental profissional, ou seja, a utilização do instrumento nas futuras salas de aula dos normalistas.

O tema de pesquisa desencadeou a discussão sobre como aliar conceitos de Geometria Espacial com o uso do recurso tecnológico, a fim de proporcionar a construção de conhecimentos pessoais com potencial para a possibilidade de uso profissional. Os objetivos foram assim definidos:

1. Analisar o processo de gênese instrumental pessoal do GeoGebra 3D em alunos do Ensino Médio Normal/Magistério.
2. Analisar indícios de processo de gênese instrumental profissional do GeoGebra 3D em alunos do Ensino Médio Normal/Magistério.
3. Analisar o processo de compreensão de conceitos de Geometria Espacial a partir do uso do software GeoGebra 3D.

Estes objetivos conduzem à pergunta que norteia este trabalho: Como alunos normalistas vivenciam os processos de gênese instrumental pessoal e profissional do GeoGebra 3D?

A questão norteadora do trabalho traz à tona outras indagações por trás do processo de elaboração, execução e finalização da pesquisa. Questionamentos estes que pairam o desenrolar das situações e nos levam a sair da estabilidade. O primeiro deles está atrelado a de que maneira aliar os conceitos de geometria espacial abordados no currículo e os recursos tecnológicos a algo que seja manipulável e faça parte do contexto da vida dos normalistas, os quais trabalharam com crianças da Educação Infantil e dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Em seguida, questiona-se “quem” ou “quais” recursos poderão exercer este papel. Surge então a ideia de utilizar o jogo “Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>”<sup>2</sup>, composto por peças de madeira em forma de prismas de bases quadrada e triangular, a fim de que os

---

<sup>2</sup> A utilização das peças do jogo e respectivas imagens nessa pesquisa foi autorizada pela Xalingo, conforme APÊNDICE J.

alunos pudessem explorar as peças, estabelecer relações, para realizar a construção geométrica das peças no ambiente dinâmico do GeoGebra utilizando a janela de visualização 3D. Nesse processo, os alunos deveriam desvendar o ambiente de matemática dinâmica do GeoGebra, até então desconhecido por eles, identificando suas potencialidades para construções geométricas, bem como suas limitações e, de forma simultânea e entrelaçada, avançar na compreensão de conceitos de geometria espacial. Outro questionamento inicial levantado, refere-se à teoria a ser utilizada como base para as análises. Assim sendo, esse processo foi analisado com suporte da teoria instrumental de Rabardel (1995), a partir da identificação de esquemas de utilização que foram sendo elaborados e evocados ao longo da realização de uma oficina, dando indícios do processo de transformação do artefato em instrumento.

O texto está organizado da seguinte forma: o capítulo 2 apresenta o referencial teórico utilizado, trazendo um estudo sobre a teoria da Gênese Instrumental, uma discussão sobre a utilização das tecnologias digitais na Educação Matemática, com ênfase no software GeoGebra e na aprendizagem de Geometria Espacial e, por fim, um apanhado sobre o histórico do Curso Normal. O capítulo 3 aborda trabalhos correlatos a esta pesquisa. No capítulo 4 descreve-se a metodologia utilizada na pesquisa, contemplando aspectos de cenário, métodos utilizados e descrevendo em um panorama geral a organização da aplicação do experimento prático que foi realizado em formato de oficina. Já no capítulo 5, apresentam-se a descrição e análise dos dados, discutindo o processo de gênese instrumental pessoal a partir da identificação de esquemas desenvolvidos para a realização das construções propostas. Neste mesmo capítulo, serão apresentadas e analisadas as propostas de atividade com uso do GeoGebra elaboradas pelos alunos participantes, visando possível aplicação enquanto futuros professores, a fim de observar indícios do processo de gênese instrumental profissional. Finalmente, o capítulo 6 apresenta as considerações finais ao término da pesquisa.



## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Esse capítulo apresenta o aporte teórico utilizado nesta pesquisa e está subdividido em três seções. Na primeira seção apresenta-se a Teoria Instrumental de Rabardel (1995), que servirá como base central na análise dos dados pesquisados. A segunda seção apresenta o papel das tecnologias digitais na aprendizagem de Matemática, em especial do software GeoGebra, com ênfase no modo de construção 3D, para o ensino de Geometria Espacial e aspectos relevantes sobre a aprendizagem de Geometria Espacial. Na terceira seção, são apresentados pontos históricos do Curso Normal até os tempos atuais. Na quarta seção, são apresentados trabalhos correlatos a este, observando aspectos sobre a Gênese Instrumental, a geometria espacial, o GeoGebra e sobre o Ensino Médio Normal/Magistério, buscando relações entre estes.

### **2.1 A Gênese Instrumental – uma abordagem cognitiva sobre apropriação tecnológica**

O aporte teórico escolhido para sustentar a pesquisa é a teoria Instrumental de Rabardel (1995), que se baseia na ergonomia cognitiva. A teoria busca diferenciar artefato de instrumento e analisar o processo de transformação do artefato em instrumento (NOTARE; BASSO, 2017). Nessa abordagem, deve-se considerar o sujeito, sendo ele o operador da ação psíquica; o instrumento, como mediador da ação entre sujeito e objeto; e o objeto, sobre o qual a ação é dirigida (ALENCAR, 2012).

Com isso, a abordagem instrumental analisa situações entre o sujeito e o objeto, mediadas pelo instrumento. Nesta relação, o artefato é caracterizado pelo objeto físico ou simbólico (por exemplo: martelo, calculadora, computador, gráfico...). Já o instrumento pode ser considerado como uma extensão do corpo, ou seja, um órgão funcional constituído por dois componentes: um componente artefato (sendo este o artefato ou parte dele mobilizado na atividade) e um componente psicológico (TROUCHE, 2004). O instrumento é construído pelo sujeito a partir de sua interação com o artefato, sendo moldado no processo de resolver determinada tarefa, imprimindo a marca do sujeito que o construiu (RESTREPO, 2008). O processo de

construção do instrumento, considerando as duas componentes anteriormente citadas, é denominado por Rabardel de gênese instrumental.

A componente psicológica a que se refere, trata-se dos esquemas de utilização. Os esquemas, segundo Rabardel (1995), desenvolvem meios de assimilação de novos conteúdos, novos conceitos, que agregam uma realidade externa ao meio em que se está vivenciando. Essa assimilação decorre de dois componentes: psicológico, que vem a ser a disposição para a preservação da conduta; e reprodutivo, no qual uma nova conduta gerará a reprodução de esquemas. Quando pensamos em esquemas, conforme Bittar (2011), pensamos no sujeito que age sobre alguma coisa.

Os esquemas aprimoram-se ao longo do tempo, onde a relação do sujeito com o artefato evolui por meio da utilização e manipulação do artefato em tarefas particulares, transformando este artefato em um instrumento para o sujeito (ROCHA; BITTAR, 2012). Logo, os esquemas são resultado das experiências vividas, trazendo aspectos do passado em sua constituição. De um lado os novos objetos inseridos no cotidiano resultam de esquemas que permitem a sua adaptação e a ressignificação de conceitos. Do outro lado, tem-se esquemas que precisam se adaptar a novas realidades, necessitando fazer uso de outros esquemas já existentes.

Rabardel (1995) distingue os **esquemas de utilização (E.U)**<sup>3</sup>, fazendo-se presentes na concretização de atividades em dois planos: o secundário, referentes à coordenação de características e propriedades do artefato (aqui se destacam os padrões básicos de manipulação do artefato); e o primário, direcionado para o objeto da atividade, no qual o artefato é um meio de consolidação.

Estes dois planos permitem diferenciar dois níveis de esquemas de utilização (E.U): (1) os **esquemas de uso (E.U<sub>s</sub>)**, pertencentes ao plano de atividades secundárias, diretamente direcionadas ao uso do artefato, como por exemplo, abrir um arquivo no software GeoGebra. Estes esquemas são necessários para a realização e concretização de atividades maiores; (2) os **esquemas de ação instrumentada (E.A.I)**, relativos a tarefas do primeiro plano, que visam a realização de uma atividade específica, possibilitando modificar o objeto que constitui a atividade, como por exemplo, construção de figuras dinâmicas a partir de

---

<sup>3</sup> As abreviações para as diferentes classes de esquemas utilizadas na teoria da gênese instrumental são inspiradas nas abreviações encontradas em Rabardel (1995) e Stormowski (2015).

propriedades geométricas. Os E.A.I englobam os esquemas de primeiro plano (E.U.s). Todos os esquemas são dependentes e evoluem conforme as necessidades e aprimoramentos adquiridos a partir da influência que os esquemas exercem sobre si, tornando-se um processo dinâmico. Um E.U pode apresentar E.U.s e também E.A.I. Ambos são identificados apenas ao final da tarefa executada pelo sujeito, onde determinado esquema pode representar E.U para alguns sujeitos ou E.A.I para outros.

Rabardel (1995) também define os **esquemas de atividade coletiva (E.A.C)**, que vai além do sujeito individual, pois entende que o uso de instrumentos ocorre com frequência em contextos de atividades coletivas. Isto vem ocorrer quando um grupo de indivíduos faz uso de um mesmo instrumento para a realização de uma tarefa comum e compartilha suas soluções coletivamente, no qual as opiniões podem influenciar a elaboração de outros esquemas de utilização, dado que todos visam atender ao mesmo objetivo na realização da tarefa. Conforme Rabardel (1995), de um lado os E.U.s e E.A.I fazem surgir os E.A.C, e do outro os E.A.C. fazem com que os outros dois esquemas evoluam.

Conforme Trouche (2004), gestos simples, ligados aos esquemas de uso, possibilitam ao sujeito desenvolver esquemas de ação instrumentada. Ou seja, para o sujeito construir um esquema de ação instrumentada, por vezes, se tornará indispensável os esquemas de uso, ou seja, os esquemas de ação instrumentada incorporam os esquemas de uso em uma totalidade, podendo assim proceder na realização global de determinada atividade. Em outras palavras, para a realização de uma atividade “é necessário o domínio de um esquema formado por uma totalidade articulada e simultânea de esquemas de uso – este é o esquema de ação instrumentada” (STORMOWSKI, 2015, p.53). Os três esquemas (esquemas de uso, esquemas de ação instrumentada e os esquemas de atividade coletiva), mesmo que possuam suas particularidades, estão entrelaçados, ocorrendo mutuamente no processo de transformação do artefato em instrumento. Conforme Restrepo (2008) a constituição dos esquemas está diretamente ligada às soluções almejadas, fazendo com que o sujeito passe a construir esquemas capazes de auxiliá-lo na resolução do problema ou execução de uma tarefa.

Segundo Rabardel (1995), os esquemas possuem duas dimensões: uma dimensão privada, que é única para cada indivíduo, e uma dimensão social, em que

os esquemas são elaborados em um ambiente no qual o sujeito não está isolado, havendo contribuição de outros indivíduos na elaboração destes esquemas.

Os E.U são organizadores da ação, da utilização e do uso do artefato e, ora podem estar diretamente relacionados ao artefato em si, ora relacionados ao objeto sobre o qual o artefato permite agir. Os E.U são aplicados de diferentes maneiras e em distintas situações, variando conforme o contexto específico de cada situação. Em situações novas para o sujeito, este passa por um processo de acomodação, para transformar, reestruturar e reorganizar os esquemas já disponíveis, passando progressivamente a construir novos esquemas e novas composições de esquemas que permitam resolver o novo problema ou a nova classe de problemas.

Assim, a composição e origem de um instrumento dependem de esquemas de utilização e de artefatos que são instrumentalizados (utilizados) pelo sujeito, sendo os esquemas pertencentes a cada sujeito e acomodados para o artefato (ABAR e ALENCAR, 2013). O instrumento constitui-se da associação do artefato a esquemas de utilização pré-existentes e adquiridos no decorrer do processo. Com isso, a gênese instrumental, busca a integração do artefato, considerando suas limitações e potencialidades, às atividades a serem realizadas pelo sujeito. Mesmo que artefato e esquemas sejam elementos indissociáveis, eles possuem uma independência, conforme Rabardel (1995). Considerando um mesmo E.U, este poderá ser aplicado a uma multiplicidade de artefatos que pertençam à mesma classe ou a classes semelhantes. Em contrapartida, um mesmo artefato se encaixará em distintos esquemas de utilização, dando significado ao artefato ou lhe possibilitando funções diferentes.

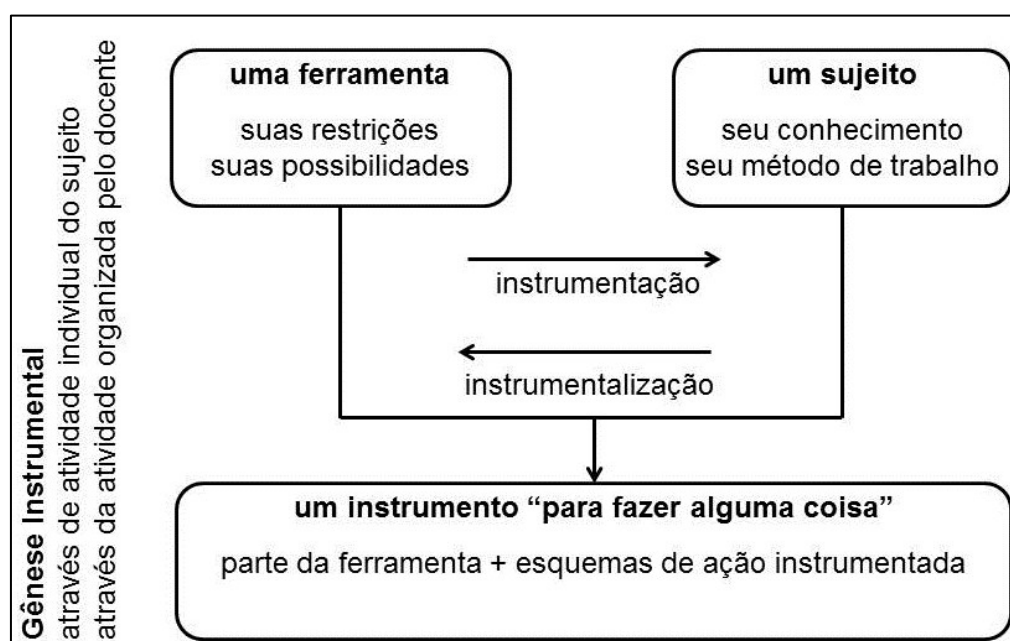
O desenvolvimento de um instrumento depende de dois invariantes. Por um lado, temos o artefato, que evolui constantemente, fazendo com que, do outro lado, os esquemas existentes tenham que ser reformulados ou novos esquemas sejam agregados, sendo que estes dois fatores, esquema e artefato, resultem na constituição do instrumento. Conforme Rabardel (1995), o desenvolvimento de um instrumento ocorre da necessidade de realização de tarefas por parte do usuário. As elaborações instrumentais realizadas pelo sujeito são direcionadas a si mesmo, caracterizando o processo de **instrumentação**, e ao mesmo tempo, direcionadas ao artefato, sendo este o processo de **instrumentalização**.

O processo de instrumentalização é caracterizado pelo reconhecimento dos diferentes potenciais e limitações que o artefato fornece ao sujeito. Ele possibilita ao

usuário identificar, selecionar, agrupar funções, atribuir propriedades e transformar o artefato (RABARDEL, 1995). Este processo caracteriza-se pela orientação sujeito → objeto. Trouche (2004) apresenta diferentes estágios neste processo: o primeiro deles, de descoberta e identificação das funções relevantes do artefato; um segundo estágio relacionado à personalização do artefato; e um terceiro estágio de transformação do artefato, sendo este, por vezes, não previsto, no qual o sujeito vai adequando as suas necessidades, como por exemplo a criação de atalhos pelo teclado. A instrumentalização proporciona o enriquecimento do artefato por parte do sujeito, no que diz respeito aos esquemas de uso e as componentes do artefato.

A instrumentação é caracterizada pelo desenvolvimento e adequação dos esquemas de utilização, processo este orientado na direção objeto → sujeito. Segundo Trouche (2004, p.290), “a instrumentação é precisamente o processo pelo qual o artefato imprime sua marca no sujeito, ou seja, permite que ele / ela desenvolva uma atividade dentro de alguns limites (as restrições do artefato)”. A Figura 1 - Esquema ilustrativo do processo de Gênese Instrumental ilustra um esquema que apresenta o processo de gênese instrumental.

Figura 1 - Esquema ilustrativo do processo de Gênese Instrumental



Fonte: traduzido de Trouche (2004)

Ao caracterizar o processo de instrumentalização, Rabardel (1995) distingue dois níveis no que diz respeito às funções do artefato: no primeiro nível, temos um processo local, no qual o artefato é momentaneamente instrumentalizado a fim de

solucionar um problema; no segundo nível, a função adquirida anteriormente é conservada como propriedade do artefato. Os dois níveis não modificaram o artefato, apenas o enriquecem com novas propriedades, que até então não eram existentes a ele.

Ao mesmo tempo em que a descoberta de propriedades do artefato surge, os esquemas elaborados passam a construir o instrumento. A assimilação de novos artefatos aos esquemas (passando a dar novo sentido aos artefatos) e a acomodação de novos esquemas, caracterizam o processo de instrumentação. Assim sendo, esquemas e artefatos passam a receber novos significados.

Ambos processos – instrumentalização e instrumentação - são conectados e compõe a gênese instrumental, ficando impossibilitada a distinção entre processo de instrumentação ou instrumentalização. A distinção a ser feita refere-se ao sujeito e ao artefato, em vista que toda a atividade possui objetivos específicos, mas a realização desta requer esquemas de ação instrumentada que possuirão marcas dos dois processos.

O sujeito explora as funções do artefato e, posteriormente, adequa a sua necessidade, selecionando as funções necessárias por meio da instrumentalização. Mas somente no processo de instrumentação o artefato deixará marcas no sujeito (NOTARE; BASSO, 2017). Os esquemas a serem construídos por cada sujeito perpassarão por caminhos diferentes, onde novos esquemas serão agregados aos já existentes, em virtude das diferentes situações a serem resolvidas ou do aprimoramento das já existentes. Novos artefatos podem ser inseridos, conforme a necessidade do sujeito, sendo também o instrumento algo em constante transformação pelo sujeito, buscando utilizá-lo nas diferentes atividades a serem realizadas.

A gênese instrumental apresenta como resultado um instrumento, constituído inicialmente pelo artefato, sendo este modificado a partir do seu estado inicial por esquemas, caracterizando os componentes psicológicos, sendo eles construídos pelo sujeito ao longo da trajetória. Conforme Artigue (2002), o sujeito tem a sua disposição diversos artefatos e, transformá-los em instrumentos não é uma tarefa fácil, tornando-se importante o papel do professor para orientar o aluno nesta trajetória. A autora destaca também que a utilização de um mesmo instrumento é capaz de resolver diversas situações.

A teoria da Gênese Instrumental, a partir do estudo acerca da transformação do artefato em instrumento, considerando os esquemas elaborados e os processos observados, torna-se relevante aporte teórico no estudo de atividades em matemática dinâmica. A teoria permite a análise dos esquemas de utilização adotados durante as atividades propostas em ambiente de matemática dinâmica, levando a observar os conceitos matemáticos construídos pelos alunos ao longo do processo. Permite também analisar aspectos acerca das ferramentas utilizadas, observando se (e como) as mesmas tornaram-se instrumentos relevantes para o sujeito no processo de resolução de problemas.

O software é inicialmente disponibilizado ao aluno, caracterizado como um artefato. Transformar este software em um instrumento para a aprendizagem de matemática, a partir da atividade do próprio sujeito, é um processo gradativo e não-trivial, mas que evolui através dos processos de instrumentação e instrumentalização e é enriquecido pelas situações de ações nas quais o sujeito se engaja, ampliando seu repertório de esquemas de utilização.

A exploração e apropriação do software de matemática dinâmica pelos alunos será analisado, nesse caso, sob a perspectiva da gênese instrumental pessoal e indícios da gênese instrumental profissional. A gênese pessoal envolve diretamente o sujeito e sua interação com o artefato, observando os esquemas de utilização elaborados pelo mesmo no decorrer das atividades. Pretende-se observar a evolução no desenvolvimento de esquemas, os conhecimentos matemáticos que cada um emprega e a interação com as ferramentas disponibilizadas pelo instrumento. Já no que diz respeito à gênese profissional, cabe observar a postura a ser adotada pelos alunos, que são futuros professores, ao planejarem suas atividades de sala de aula, fazendo uso do instrumento construído. Para que isto ocorra, o aluno e futuro professor necessita desenvolver amplo repertório de esquemas de utilização no que diz respeito ao uso do GeoGebra como instrumento funcional para a aprendizagem da matemática.

Conforme Stormowski (2015), o aluno participante da pesquisa (futuro professor) ao pensar em atividades didáticas com o uso do software, precisará ter desencadeado os conceitos matemáticos existentes e que podem ser favorecidos com o uso do mesmo. O essencial é pensar em atividades matemáticas que desencadeiem o uso do software. Logo pode-se considerar que a Gênese Instrumental Pessoal favorece a ocorrência da Gênese Instrumental Profissional.

Dessa forma, pensar em Gênese Instrumental de um instrumento por um professor implica na análise sob dois aspectos. No primeiro deles é a apropriação do recurso propriamente dita, a gênese pessoal; e no segundo, a gênese profissional, cuja análise se dá quanto às potencialidades do instrumento para desencadear a aprendizagem de conceitos matemáticos. Construir esquemas e apropriar-se do software, no processo de transformação de artefato em instrumento, compõe a gênese pessoal, mas reconhecer as funcionalidades do software a fim de pensá-las em atividades para a sala de aula, caracterizam o processo de gênese instrumental profissional.

Segundo Notare e Basso (2017), o processo de gênese instrumental do professor irá impactar o processo de gênese instrumental dos alunos. Assim, segundo os autores,

[...] o processo de gênese instrumental do professor de Matemática é complexo e precisa ser analisado por estas diferentes dimensões: a construção e apropriação para transformar o artefato em uma ferramenta de trabalho matemático (gênese pessoal); e o processo de descoberta das funcionalidades didáticas do artefato, que vão sendo atribuídas a partir do processo de integração do instrumento a suas estratégias de ensino (gênese profissional). Esta dimensão da gênese instrumental se dá, então, pela construção e apropriação de um instrumento didático para a aprendizagem de Matemática, a partir do primeiro instrumento, construído pela gênese pessoal. (NOTARE, BASSO, 2017, p.4).

Dessa forma, o processo de gênese profissional está diretamente relacionado à gestão do recurso a fim de proporcionar a aprendizagem dos alunos por meio da utilização do instrumento e a gênese pessoal do professor está relacionada ao desenvolvimento de esquemas para a utilização do instrumento.

A teoria da gênese instrumental apresentada nesta seção possibilita a análise da apropriação do GeoGebra pelos alunos, observando os esquemas desenvolvidos ao longo das atividades realizadas. Serão observados também, à luz da teoria, indícios da gênese profissional, mesmo que de maneira embrionária, atentando para a construção das propostas de atividades dos alunos que serão futuros professores.

## **2.2 Tecnologias Digitais na Aprendizagem de Geometria Espacial**

Pensar em Geometria Espacial é remeter-se à visualização e à manipulação dos elementos geométricos espaciais. Porém compreender o objeto espacial leva



também à compreensão dos elementos que o constituem, estabelecendo relações entre eles. Sinclair e Bruce (2014) destacam a importância do desenvolvimento do pensamento espacial, elencando três razões que a justificam: a primeira delas destaca que o desenvolvimento de habilidades espaciais desencadeia também sucesso em outras áreas da Matemática e Ciências; a segunda destaca que muitos alunos pequenos chegam à escola com um pensamento espacial informal, porém este só é formalizado muito adiante na sua vida escolar; a terceira traz à tona o significativo aumento das tecnologias digitais, juntamente ao aprimoramento dessas tecnologias, as quais promovem visualizações mais reais, possibilitando o desenvolvimento do raciocínio espacial.

Os aspectos acima citados apontam para a necessidade dos alunos desenvolverem o pensamento espacial. Criar conjecturas a partir da visualização espacial possibilita ao aluno compreender os elementos matemáticos que compõe a figura espacial. Conforme Hershkowitz (1998) a criação de conjecturas não deve ser deixada de lado, mas deve estar associada a ambientes de aprendizagem diversificados. Estes ambientes de aprendizagem levam o aluno a questionar-se e desenvolver alternativas que possibilitem a resolução dos problemas encontrados.

Atualmente desenvolver ambientes de aprendizagem em sala de aula torna-se cada vez mais desafiador. Preparar uma aula que desperte o interesse do aluno e concluir se a mesma de fato surtiu efeitos positivos no processo de aprendizagem é um desafio para o professor. Diferentes ambientes surgem para dar conta desta necessidade, outros ambientes vão se aprimorando, mas independente de qual seja utilizado, ambos almejam um caminho mais dinâmico e prazeroso ao aluno. Dentro deste contexto, a tecnologia faz parte do conjunto dos diversos ambientes de aprendizagem capazes de desenvolver o pensamento espacial.

Fator presente nas escolas seja na utilização de celulares, *tablets*, computadores ou outros recursos, a tecnologia é intrínseca às mudanças da sociedade. “Os recursos tecnológicos disponíveis hoje em dia podem proporcionar um grande avanço no processo de aprendizagem de Matemática” (NOTARE, BASSO, 2012, p.5). Acompanhar a evolução tecnológica é uma tarefa de constante pesquisa e busca. As tecnologias educacionais avançam, suprimindo necessidades anteriormente desconhecidas.

O desenvolvimento dos recursos tecnológicos possibilitou a integração de softwares educacionais que vem como apoio ao fazer docente. No campo da

Educação Matemática, o aprimoramento e o surgimento destes recursos possibilitaram uma sala de aula mais dinâmica e aberta a discussões.

O desenvolvimento de sistemas dinâmicos voltados para a aprendizagem de Matemática tem possibilitado novas formas de tratamento para problemas, pela possibilidade de tornar acessíveis e manipuláveis objetos matemáticos que até então precisavam ser tratados de maneira estática e abstrata. (NOTARE, BASSO, 2016, p.2)

Diante de uma vasta gama de opções, o software escolhido para essa pesquisa foi o GeoGebra. Por ser um software de matemática dinâmica, permite ao aluno criar construções que mantêm suas características quando movimentadas e suas regularidades e propriedades podem ser observadas e exploradas a partir destes movimentos. Segundo Notare e Basso (2012), o GeoGebra possibilita estabelecer uma relação entre os dados a serem observados e a ação do aluno, que ao buscar novos recursos para realizar suas construções, passa a compreender novos conceitos matemáticos envolvidos.

No campo da geometria, o GeoGebra apresenta uma janela de visualização 2D, para uso em Geometria Plana<sup>4</sup>. Nela podem-se realizar construções de retas, polígonos, circunferências, entre outros, a partir da análise e imposição de conceitos matemáticos necessários para que estas construções sejam estáveis. O software também possui uma janela de visualização 3D, para uso em Geometria Espacial. Nesta interface, são possíveis construções de objetos geométricos no espaço, como planos, poliedros e corpos redondos. Para as construções, é importante que o aluno imponha as propriedades necessárias, para que ao término da mesma a figura construída seja dinâmica, preservando as propriedades inicialmente desejadas.

Cabe destacar que o software abrange outros campos da Matemática, como funções, álgebra, estatística, porém este trabalho se deterá na utilização do software como instrumento de estudo e exploração em Geometria Espacial.

O software GeoGebra possibilita que as construções geométricas sejam dinâmicas, mas que ao mesmo tempo mantenham as propriedades matemáticas pertencentes à figura construída. Conforme Restrepo (2008), a geometria dinâmica possibilita passar de uma geometria estática, na qual os desenhos e objetos são trabalhados em configurações particulares, para uma geometria em que o

---

<sup>4</sup>Cabe destacar que outros recursos como funções, álgebra, dentre outros também podem ser explorados nas janelas de visualização 2D.

movimento de um desenho e objeto mantêm as propriedades geométricas e possibilita observar configurações não vistas antes. A autora também destaca que a apropriação da dinamicidade oferecida não é óbvia nem para professores nem para alunos.

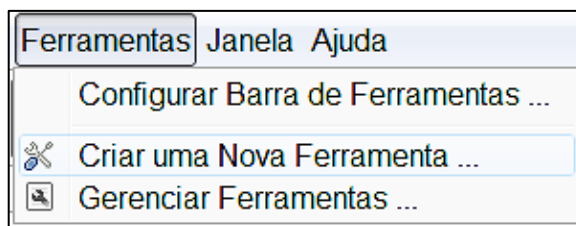
O modo de construção tridimensional oferecido pelo software dispõe de uma gama de ferramentas que vai além das ferramentas oferecidas no modo bidimensional, levando o sujeito que o utiliza a investigá-lo e explorá-lo. É nesse processo de exploração que o sujeito necessita elaborar novos esquemas para que as construções realizadas preservem as propriedades matemáticas, assegurando que a construção não se deforme ao ser movimentada. Segundo Breda, Trocado e Santos (2013) no campo da geometria, a tridimensionalidade dos objetos, além de uma fonte de estudo, torna-se desafiadora ao relacionar com as conexões algébricas, favorecendo a compreensão de conceitos e a aprendizagem.

O realismo oferecido pelas construções geométricas espaciais no software GeoGebra proporciona aos indivíduos identificar propriedades e alterá-las. As construções realizadas no software podem ser comparadas com construções reais, estabelecendo assim uma dualidade, que segundo Notare e Basso (2016), torna possível concretizar objetos espaciais em ambiente virtual, possíveis de serem manipulados e compreendidos.

Dentre todos os recursos oferecidos pelo software, o recurso “Nova Ferramenta” é destacado nesta pesquisa. Ele proporciona que os passos de uma determinada construção sejam salvos e possam ser utilizados novamente em construções futuras, sem que seja necessário refazer todos os passos da construção.

Para utilizar o recurso “Nova Ferramenta”, é preciso que a construção esteja finalizada, com todas as propriedades e relações de dependência entre os objetos geométricos realizadas corretamente. Finalizada a construção, deve-se clicar sobre a aba “Ferramentas” e, em seguida, selecionar a opção “Criar uma Nova Ferramenta”, conforme Figura 2.

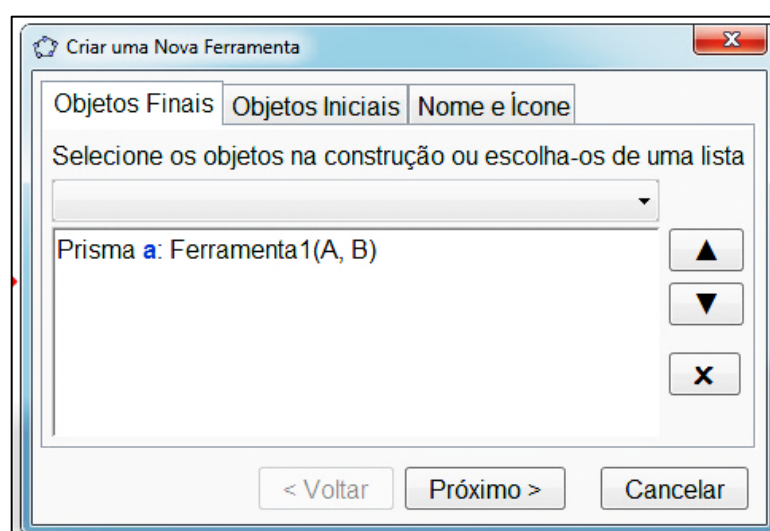
Figura 2 – 1º passo para a criação de uma Nova Ferramenta



Fonte: Acervo pessoal.

Uma janela aparecerá, na qual deverão ser escolhidos os “Objetos Finais”, sendo estes os resultantes da construção, conforme Figura 3.

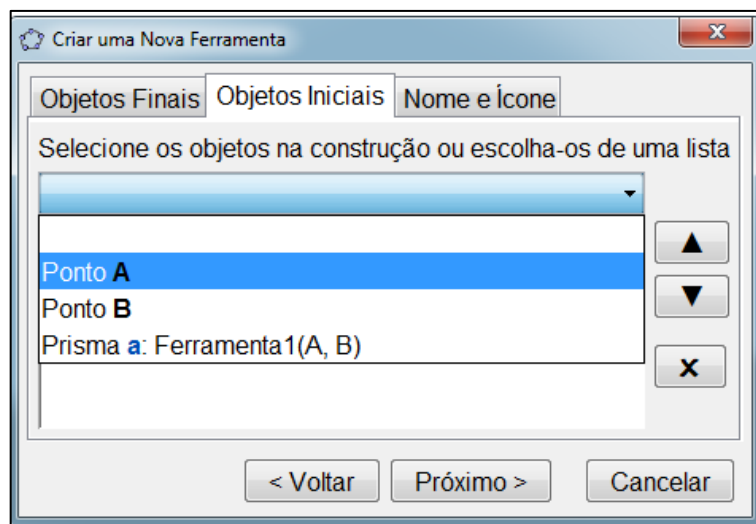
Figura 3 – 2º passo para a criação de uma Nova Ferramenta



Fonte: Acervo pessoal.

Em seguida, na aba “Objetos Iniciais” da construção, devem ser inseridos os elementos necessários para reproduzir a Nova Ferramenta, conforme Figura 4.

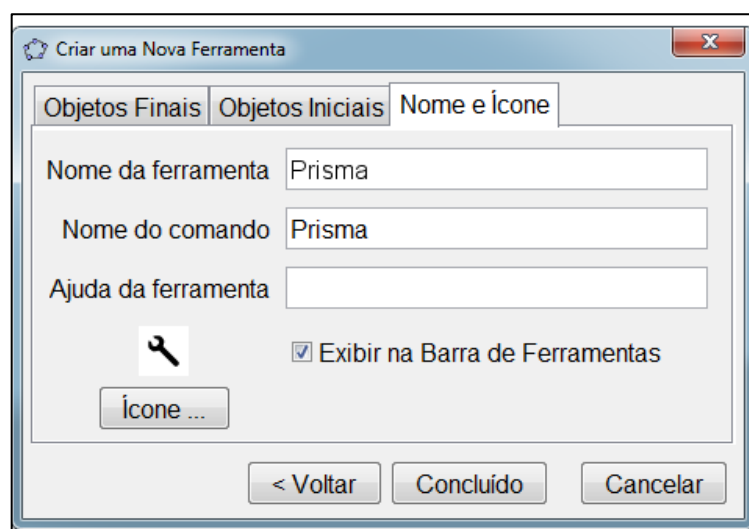
Figura 4 – 3º passo para a criação de uma Nova Ferramenta



Fonte: Acervo pessoal.

Finalmente, é possível atribuir um nome à nova ferramenta criada, conforme pode-se observar na Figura 5.

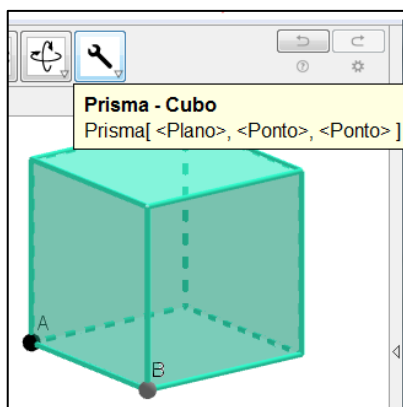
Figura 5 – 4º passo para a criação de uma Nova Ferramenta



Fonte: Acervo pessoal.

Seguidos os passos acima descritos, origina-se a Nova Ferramenta, cuja interface é apresentada no software como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Resultado final obtido com a utilização do recurso Nova Ferramenta



Fonte: Acervo pessoal.

O recurso Nova Ferramenta possibilita que as construções passem a ser utilizadas posteriormente como uma ferramenta a mais disponibilizada pelo GeoGebra. As construções realizadas tornam-se ferramentas úteis em uma mesma interface de trabalho, possibilitando explorá-las a partir de regularidades comuns e de particularidades presentes entre elas.

Diante da vasta gama de recursos de construção geométrica oferecidos pelo software e do bônus do recurso “Nova Ferramenta”, o GeoGebra passa a ser um aliado à proposta relativa a esta pesquisa, na qual ao compreender a apropriação de novos recursos pelos estudantes e os caminhos percorridos para efetivá-los, o estudo do processo de gênese instrumental estará ocorrendo.

Ainda, o GeoGebra conta com uma plataforma digital disponível no link <https://www.geogebra.org/>. Ao acessar este website, é possível navegar em uma biblioteca com materiais das mais diversas áreas da matemática, além da possibilidade de utilizá-lo como uma ferramenta para interações em grupo. Esta ferramenta “Grupo” pode ser associada a uma sala de aula virtual. Neste espaço, os participantes do grupo podem adicionar novos materiais e dialogar via um espaço semelhante a um *chat*. Outro recurso também disponibilizado na plataforma digital é a construção de um GeoGebra Book. Esse recurso permite a criação de um livro digital dinâmico e interativo, que pode ser composto por material teórico e construções dinâmicas (sendo essas de autoria própria ou compartilhadas por outros autores).

Esta pesquisa utilizará o recurso da plataforma digital para a construção das atividades da proposta. Um grupo será criado, onde farão parte os alunos

participantes da oficina e a pesquisadora. Neste grupo serão compartilhadas as construções geométricas e serão instigados alguns diálogos por meio do chat.

### **2.3 Um apanhado histórico sobre o Ensino Médio Normal/Magistério**

O Curso Normal teve uma caminhada histórica marcada por idas e vindas, deixando marcas na configuração que atualmente existe (SAVIANI, 2009; TANURI, 2000).

Em 1835, período imperial Brasileiro, se deu a criação da primeira Escola Normal do país, sendo esta situada na Província do Rio de Janeiro. Conforme Saviani (2009), as escolas normais surgem após a independência do país, emergindo da necessidade de formação do povo, ou seja, neste período passa-se a cogitar a necessidade de organização da instrução popular. Conforme Tanuri (2000) o modelo de escola normal implantado foi europeu, apresentando um currículo especificamente francês, sendo esta tendência resultado da cultura implantada no país.

Até 1840, passados quatro anos de funcionamento apenas 14 alunos se formaram na escola normal. A Escola Normal veio a ser extinguida em 1849, passando a ser instituída novamente em 1859 (TANURI, 2000). As escolas normais passam a ganhar estabilidade somente após 1870, neste período de idas e vindas elas foram consideradas, “muito onerosas, ineficientes qualitativamente e insignificantes quantitativamente, pois era muito pequeno o número de alunos formados” (SAVIANI, 2009, p. 144).

Uma intensa movimentação de ordem ideológica, política e cultural surge a partir de 1870, conforme Tanuri (2000), cujas movimentações tiveram fortes repercussões no setor educacional. Neste período os currículos passam a ser enriquecidos, ampliam-se as formas de ingresso, abrindo espaço para a seleção de alunos do sexo feminino.

O período que segue, de 1890 a 1932, é marcado pela reforma no plano de estudos do curso normal, que até então era caracterizado por um currículo deficiente e a ausência de preparo dos alunos para a prática. Segundo Saviani (2006) os dois principais aspectos neste período destacam-se pelo enriquecimento dos conteúdos curriculares e a inserção de exercícios práticos para os alunos. Estas mudanças ocorreram durante a reforma da instrução pública do estado de São Paulo, sendo

que a escola da capital passou a servir de modelo para as demais Escolas Normais, sendo estas primeiramente do interior do estado e em seguida para os demais estados. No fim dos anos 20, conforme Tanuri (2000), as escolas normais já haviam melhorado a qualidade do ensino e ampliado a duração do curso. O autor também aponta para uma educação vista em princípios mais tecnicistas, onde inicialmente era vista apenas com olhar para problemas pedagógicos, políticos e sociais.

Sob inspiração do movimento da Escola Nova surgem os Institutos de Educação. Em 1932 é criado e implantado por Anísio Teixeira o Instituto de Educação do Distrito Federal e em 1933, implantado por Fernando Azevedo, o Instituto de Educação de São Paulo. Anísio Teixeira “transformou a Escola Normal em Escola de professores” (SAVIANI, 2006), constituindo um currículo que abordava desde disciplinas teóricas como biologia, sociologia, até as disciplinas de ordem didática, incluindo a prática de ensino. A Escola de Professores passou a contar com uma estrutura que ia desde o suporte pedagógico ao espaço da biblioteca. O mesmo percurso se deu com o Instituto de Educação de São Paulo. Conforme Tanuri (2000, p.72), este momento é marcado pela revisão do papel tradicional,

Não mais programas rígidos, mas flexíveis, adaptados ao desenvolvimento e à individualidade das crianças; inversão dos papéis do professor e do aluno, ou seja, educação como resultado das experiências e atividades deste, sob o acompanhamento do professor; ensino ativo em oposição a um criticado “verbalismo” da escola tradicional.

Alguns anos depois os Institutos de Educação foram incorporados às Universidades, passando ao nível universitário. A organização destes cursos, o conhecido esquema “3+1”, dava-se numa composição de três anos para o estudo de disciplinas específicas, formando profissionais que iriam atuar nas disciplinas que compunham o currículo da escola secundária; e mais um ano para formação didática, completando a formação de professores que atuariam na docência em Escolas Normais (SAVIANI, 2006; TANURI, 2000).

Em 1946 é aprovado o decreto conhecido como Lei Orgânica do Ensino Normal. A lei estabelece uma nova estrutura para o segundo grau dividindo-o em dois ciclos: o primeiro ciclo de quatro anos formava regentes do ensino primário, vindo a funcionar em Escolas Normais regionais, cujo currículo era centrado nas disciplinas de cultura geral; o segundo ciclo de duração de três anos, tinha por objetivo formar professores do ensino primário, cujo funcionamento ocorreria nas



Escolas Normais e Institutos de Educação, com base num currículo que continha os fundamentos da educação.

O golpe militar de 1964 acabou exigindo modificações no campo educacional. O ensino primário e médio passou a ser denominado como primeiro e segundo graus, conforme a Lei 5.692/71 (BRASIL, 1971). As escolas Normais foram extintas e o segundo grau passou a habilitar os alunos para o exercício da docência, a chamada Habilitação Específica para o Magistério (HEM). A habilitação específica foi organizada em duas modalidades: uma com duração de três anos, habilitando a lecionar até a 4ª série; e outra habilitando a lecionar até a 6ª série do 1º grau, com duração de quatro anos (SAVIANI, 2006). O currículo era composto de uma parte comum, sendo esta presente em todos os currículos de 1º e 2º graus, e uma parte diversificada atendendo as necessidades da habilitação para o magistério.

A Lei 5.692/71 também definiu que, para lecionar nas quatro últimas séries do 1º grau, o professor deveria possuir licenciatura curta ou plena na área de atuação correspondente. O curso de Pedagogia possibilitaria formar professores em HEM e formar especialistas em educação, como diretores, supervisores.

A década que seguiu após 1971 é marcada pela falta de qualificação na formação docente. Segundo Tanuri (2000), as falhas na política de formação vinham acompanhadas de ausência de ações governamentais, acarretando na desvalorização do professor, seja no que diz respeito a sua qualificação ou remuneração, gerando consequências na qualidade em todos os níveis de ensino.

A Lei 9.394/96 (BRASIL, 1996), encontra um cenário em que os professores dos anos iniciais de escolaridade eram formados em instituições de ensino médio, em sua maioria, ou superior. Assim a Lei, no seu artigo 62, estabelece como norma a formação em ensino superior para atuar na educação básica, mas também aceita a formação obtida nos cursos normais de nível médio.

Conforme Corrêa (2017), os cursos de formação de professores sofreram diversas modificações, assumindo novas características conforme a época em que estavam inseridos. As mudanças ocorridas no século XX possuem as marcas de um mundo capitalista globalizado.

Assim, a partir desta década, o ensino normal a nível médio toma como base a LDB (BRASIL, 1996); o Parecer CNE/CEB nº 01, de 29 de janeiro de 1999 (BRASIL, 1999a), que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de Professores na Modalidade Normal em Nível Médio; a Resolução CEB nº 02, de

19 de abril de 1999 (BRASIL, 1999b), institui as diretrizes curriculares nacionais para a formação de docentes da Educação Infantil e dos anos iniciais do Ensino Fundamental, em nível médio, na modalidade Normal. A Resolução CNE/CEB de 19 de abril, regulamenta o curso normal a nível médio, prevendo os requisitos necessários para atuação em sala de aula, sejam eles referentes a conteúdos exigidos no currículo, quanto à carga horária necessária para a formação. Os direitos dos profissionais de educação a nível médio estão garantidos na Resolução CNE/CEB nº01, de 20 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003), assegurando aos que não possuem a formação mínima a nível médio, que a conquistem e aos que já possuem formação mínima, oferecer o prosseguimento dos estudos a nível superior.

Assim sendo, a formação na modalidade normal a nível médio visa atender alunos da Educação Infantil e dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

No que diz respeito ao estado do Rio Grande do Sul, conforme informações obtidas a partir do site<sup>5</sup> da Secretaria da Educação, a primeira Escola Normal iniciou em 1869 no Instituto Estadual Flores da Cunha, em Porto Alegre. Conforme tabela disponível no mesmo site, atualmente há aproximadamente 100 estabelecimentos que ofertam o Curso Normal.

A seção a seguir apresenta trabalhos de pesquisa correlatos, constituídos por teses e dissertações, que perpassaram o tema dessa pesquisa, a fim de situá-la no campo acadêmico.

## **2.4 Trabalhos Correlatos**

Alguns trabalhos, como livros, teses e dissertações foram investigados para complementar a pesquisa, buscando entender como a Geometria Espacial e o uso de tecnologias digitais têm sido abordados em pesquisas cujo público são estudantes do Ensino Médio Normal/Magistério. Porém, numa busca por bancos<sup>6</sup> de dissertações e teses nas últimas duas décadas, não foram identificados trabalhos que relacionam o uso de tecnologia digital ou o ensino de geometria espacial com o Ensino Médio Normal/Magistério. Diversos trabalhos encontrados remetem-se ao

---

<sup>5</sup> As informações obtidas podem ser encontradas através do link <http://www.educacao.rs.gov.br/curso-normal>.

<sup>6</sup> Os bancos pesquisados no primeiro semestre de 2018 em busca de teses e dissertações que permeiam este trabalho e foram: BDTD, Portal Domínio Público, Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES, LUME, Biblioteca Digital USP, Pantheon (UFRJ), Shoolar.

Ensino Superior (Pedagogia) e trabalhos referentes à educação continuada. A seleção dos trabalhos a seguir foi realizada considerando pelo menos a abordagem de dois temas tratados nesta pesquisa. Por exemplo, buscaram-se trabalhos que falassem de Geometria Espacial + GeoGebra, Gênese Instrumental + GeoGebra, Geometria Espacial + Curso Normal/Médio, dentre outros pares de relações. O Quadro 1 apresenta alguns dos trabalhos considerados nessa pesquisa e respectivos programas de pós-graduação e instituição a que pertencem.

Quadro 1 – Trabalhos correlatos

	<b>Título da Dissertação ou Tese</b>	<b>Autor</b>	<b>Programa de Pós-Graduação / Instituição</b>
[1]	A gênese instrumental na interação com o GeoGebra: proposta de uma oficina para professores de Matemática.	Sérgio Vicente Alencar	Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática / PUC-SP
[2]	Formação de professores para o uso de tecnologia: uma experiência com o GeoGebra na modalidade EAD.	Vandoir Stormowski	Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação / UFRGS
[3]	Investigações Geométricas: desde a formação do professor até a sala de aula de Matemática.	Daniela Santa Inês Cunha	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática / UFRJ
[4]	Uma proposta para o ensino de geometria espacial usando o GeoGebra 3D.	Loana Araújo Souza	Programa de Pós-Graduação em Matemática – CCT / UEPB
[5]	Professores polivalentes das séries iniciais do Ensino Fundamental: concepção da formação e do ensino de Matemática.	Maria Stefani Rocha	Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Educação/ Universidade Católica Dom Bosco
[6]	GeoGebra 3D no Ensino Médio: uma possibilidade para a aprendizagem da geometria	Caroline Borsoi	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática / UFRGS

especial.		
-----------	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir, encontra-se uma breve descrição dos respectivos trabalhos, destacando aspectos que se aproximam dessa dissertação.

[1] Alencar (2012) aborda estudo realizado a partir de uma oficina oferecida para professores que lecionam Matemática para educação básica. O objetivo foi proporcionar aos professores a interação com o GeoGebra, transformando este artefato em um instrumento para sua prática de sala de aula. O pesquisador utilizou a metodologia *Design Experiments*, no qual ao término de cada atividade adequa à anterior. Ao final, o trabalho conclui que o espaço de discussão possibilitou que os participantes da oficina testassem suas hipóteses, ocorrendo o processo de Gênese Instrumental.

O trabalho de Alencar (2012), ao destacar aspectos da Gênese Instrumental a partir da interação com o software GeoGebra, passa a nortear esta dissertação, a fim de complementar a teoria e atentar para a observação de aspectos na análise dos dados.

[2] Stormowski (2015) contempla a questão da formação de professores de Matemática para o uso do recurso tecnológico em suas salas de aula. Discute a apropriação do recurso tecnológico através da exploração do seu potencial. A pesquisa aplicou-se a uma disciplina pertencente a um curso EAD, visando observar e analisar as produções dos professores-alunos utilizando-se do recurso. Os resultados apontam para uma significativa apropriação do recurso tecnológico por parte dos alunos/professores participantes do curso. Destaca que alunos que nunca tinham tido contato com o software desenvolveram esquemas de ação instrumentada relevantes para a apropriação do software. O autor ressalta que a análise ocorreu num curto espaço de tempo, se considerado o tempo necessário para investigação do processo de gênese instrumental. Reafirma a necessidade de formação de professores de matemática para o uso de softwares de matemática dinâmica.

A fundamentação teórica e a análise dos dados dessa pesquisa inspiram-se no trabalho de Stormowski, pois utiliza a teoria da de Rabardel para analisar um grupo de professores de Matemática.

[3] Cunha (2009) realiza uma investigação em uma turma de Especialização em Ensino de Matemática, no qual, a partir da visualização de figuras espaciais, segundo as metodologias de investigação e resolução de problemas, busca compreender os desafios encontrados na resolução das tarefas e como estes conteúdos seriam transferidos para suas salas de aula. A autora destaca que a maioria dos professores alcançaram os resultados esperados e pode acompanhar a aplicação por parte de alguns professores das tarefas propostas nas suas respectivas salas de aula.

A observação dos aspectos sobre geometria espacial, no que diz respeito à resolução de problemas a partir da visualização de figuras espaciais, destacados por Cunha (2009), faz-se relevante para esta dissertação, no que diz respeito às análises a serem realizadas quanto à construção das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>.

[4] Souza (2014) aborda o estudo das propriedades específicas do cubo, da pirâmide, do cilindro e da esfera, através do software GeoGebra 3D, como um recurso facilitador. Aplicou sua oficina com alunos do 2º ano do Ensino Médio e observou resultado satisfatório no ensino de geometria espacial e mostrou-se um recurso atrativo para os alunos.

O trabalho de Souza (2014) vem auxiliar também quanto aos aspectos a serem destacados na análise dos dados, no que diz respeito à forma como as propriedades geométricas são exploradas pelos alunos participantes da pesquisa ao utilizarem o software GeoGebra.

[5] Rocha (2005) aborda em sua pesquisa um estudo sobre conhecimentos matemáticos adquiridos pelos professores nos cursos de formação de nível Médio e Superior, para ensinar tais conteúdos nas Séries Iniciais e Educação Infantil. Os resultados apontam que existem lacunas quanto ao ensino dos conteúdos de Matemática necessários aos professores “polivalentes” no Ensino Médio e/ou Ensino Superior. A autora destaca que a formação dada se deteve mais a questões metodológicas e didáticas, que aos conteúdos em si, revelando uma formação fragmentada, na qual o professor apresenta dificuldades ao ensinar determinados conteúdos.

A pesquisa de Rocha (2005) vai ao encontro da justificativa da pesquisa desta dissertação, destacando a preocupação que existe por parte da autora quanto aos conhecimentos matemáticos adquiridos nos Níveis Fundamental e Médio.

[6] Borsoi (2015) apresenta uma pesquisa que foi aplicada com alunos da 3ª série do Ensino Médio a fim de que, ao utilizar o software GeoGebra, os alunos passem da visualização de figuras geométricas no plano, à visualização destas mesmas figuras na base de construção 3D do GeoGebra. Segundo a pesquisadora, o software desempenhou um papel provocativo, a fim de que o aluno desenvolvesse argumentos de maneira dedutiva. Os resultados apontaram que o software proporcionou aos alunos participantes a visualização espacial de objetos tridimensionais, estabelecendo relações entre objetos e deduzindo propriedades geométricas.

O trabalho de Borsoi (2015) aproxima-se desta dissertação no que diz respeito à relação existente entre o software GeoGebra e o estudo da Geometria Espacial. O trabalho também inspirou as observações a serem realizadas na análise de dados.

Os trabalhos acima citados visam dar um panorama das pesquisas que têm sido realizadas sobre a temática dessa dissertação. Busca-se nestes trabalhos, associar o uso da tecnologia em sala de aula ao estudo da Geometria, em particular da Geometria Espacial. Os trabalhos complementam a pesquisa, por abordarem aspectos referentes ao uso de recursos tecnológicos, o estudo da Geometria Espacial, sendo ambos tratados nos diferentes níveis de ensino incluindo sua importância na formação continuada de professores. Entretanto, não foram encontrados trabalhos cujos sujeitos fossem estudantes do Ensino Médio Normal/Magistério.

O presente trabalho difere-se dos demais por contemplar conceitos de Geometria Espacial, construídos a partir do uso do GeoGebra, por alunos do Ensino Médio Normal/Magistério, que exercerão a docência futuramente. Além disso, esta pesquisa analisa o processo de gênese instrumental desses estudantes, a partir da identificação de esquemas que foram elaborados ao longo da oficina proposta.

O capítulo a seguir descreve os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, expondo a metodologia de pesquisa utilizada, apresentando o cenário de pesquisa, como se realizou a coleta de dados e, por fim, descrevendo as atividades propostas com base nos objetivos, expectativas e desenvolvimento.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O delineamento da pesquisa seguiu procedimentos metodológicos a fim de que a sua organização se efetivasse da melhor maneira possível. Neste capítulo, apresenta-se a descrição deste processo, com os caminhos planejados e percorridos e a organização da pesquisa.

O objetivo central da pesquisa foi analisar o processo de gênese instrumental do GeoGebra 3D de alunos do Ensino Médio Normal/Magistério. Para isso, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: Como alunos normalistas vivenciam os processos de gênese instrumental pessoal e profissional do GeoGebra 3D?

Para investigar o problema proposto, foi elaborada uma oficina, que constitui o experimento prático dessa pesquisa, denominada “Trabalhar conceitos de Geometria Espacial com alunos do Ensino Médio – Normal com o uso do GeoGebra 3D”, ofertada para alunos da 3ª série do Ensino Médio Normal/Magistério, na qual foram coletados os dados. As seções a seguir descrevem os procedimentos metodológicos da pesquisa.

#### **3.1 Metodologia: Estudo de caso**

A pesquisa constituiu-se em uma investigação qualitativa, cujos procedimentos técnicos utilizados inspiram-se em um estudo de caso. Esta metodologia, segundo Ponte (2006), possibilita a análise específica de cada situação, observando suas particularidades, considerando cada situação como única e especial.

Cada caso ao ser analisado particularmente, influencia diretamente na resposta à pergunta norteadora. Estes podem se mostrar favoráveis, auxiliando positivamente nas conclusões. Porém, ao apresentar contraexemplos, os casos podem também mostrar que os objetivos não foram alcançados, gerando um espaço de conclusões que se remeterão à discussão dos procedimentos adotados na pesquisa. Sendo assim, conforme afirma Ponte (2006), um caso pode mostrar resultados positivos ou negativos, mas independente, ambos mostram e levam a discussão dos fatores que a resultam, podendo, desta forma, efetivar conclusões acerca dos dados obtidos. Ainda, segundo o autor, destacam-se também os casos excepcionais e neutros. No primeiro, a raridade dos fatos, leva o pesquisador a

analisar todos os fatores envolvidos, repercutindo nos casos mais comuns. No segundo, destacam-se casos que não são nem marcadamente positivos nem negativos.

O caso estudado envolve alunas da 3ª série do Ensino Médio Normal/Magistério, composta por 06 (seis)<sup>7</sup> alunas, sendo esta a única turma da modalidade citada matriculada na escola. Nesse caso específico, tem-se uma turma constituída apenas por estudantes do sexo feminino. Estudar esse caso é relevante pelo fato dos sujeitos investigados serem futuros professores que atuarão com crianças das séries iniciais do Ensino Fundamental, na qual a Matemática tradicionalmente é vista como uma disciplina descontextualizada da realidade em que se vive. A oficina pretende quebrar com estes paradigmas, apresentando uma proposta em que os conceitos matemáticos venham a ser abordados de maneira contextualizada e inserida na realidade dos alunos. A metodologia então adotada visa observar o processo de gênese instrumental de cada aluno participante, observando as particularidades e generalidades em cada situação proposta.

### **3.2 Cenário de pesquisa**

A pesquisa contempla a elaboração e a análise de uma oficina realizada no Instituto Estadual de Educação Tiradentes (Nova Prata/RS), cuja ciência e concordância está apresentada no APÊNDICE A - Carta de Apresentação. O Instituto Estadual de Educação Tiradentes atende alunos desde a Pré-escola até o Ensino Médio, contemplando também as modalidades Normal/Magistério e EJA (Educação de Jovens e Adultos).

Com funcionamento nos três turnos, a escola recebe em torno de novecentos alunos de diversas partes da cidade. No turno da manhã, a escola recebe alunos para cursar o 8º e 9º anos do Ensino Fundamental II e Ensino Médio; no turno da tarde alunos que cursam o Ensino Fundamental I, 6º e 7º anos Ensino Fundamental II e também Ensino Médio; e no turno da noite alunos que buscam o Ensino Médio, inclusive na modalidade EJA.

---

<sup>7</sup> A turma conta com seis alunas matriculadas. Segundo conversa realizada com a direção da Instituição, este baixo número de estudantes ocorre por diversos motivos: alguns alunos desistem do curso ao chegarem na etapa de estágio; outros decidem não continuar na profissão, optando por cursar o Ensino Médio regular.



A escola prioriza o zoneamento da região central da cidade para Ensino Fundamental I e II. Porém por ser uma entre as duas escolas públicas que atendem o Ensino Médio, recebe alunos das diversas partes da cidade, advindos principalmente das escolas municipais.

O Instituto Tiradentes é referência na modalidade Ensino Médio Normal/Magistério nas cidades vizinhas. Por ser a única escola da região que tem esta modalidade oferecida de forma pública, recebe alunos de diferentes cidades para cursá-lo. No momento em que a pesquisa foi realizada (primeiro semestre de 2018), a escola contava com três turmas de Normal/Magistério, distribuídas uma em cada série.

A oficina foi realizada com alunos do 3º ano do Ensino Médio Normal/Magistério em período regular de aula<sup>8</sup>, no turno da noite, fazendo parte da carga horária exigida pela escola, conforme orientação e exigência da Instituição. Os alunos da turma foram convidados a participar da oficina, confirmando sua participação ao assinaram Termo de Consentimento, conforme apresentado no APÊNDICE B - Termo de Consentimento Informado e o Termo de Assentimento, conforme apresentado no APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO. Os dois termos garantiram a participação e a divulgação dos dados obtidos na pesquisa, sendo o termo de Consentimento assinados pelos pais dos alunos, visto que todos eram menores de idade, e o termo de Assentimento assinado pelos próprios alunos. A oficina foi organizada em cinco encontros com duração de duas horas e trinta minutos ou três horas, nas segundas-feiras e quartas-feiras, sendo estas as noites em que os alunos estão na escola regularmente.

A turma a qual a pesquisa foi aplicada não é de regência da pesquisadora, tendo sido cedidos períodos de aula dos professores para que a oficina ocorresse. A escola possui Laboratório de Informática equipado com computadores e acesso à internet. O software foi previamente instalado nos computadores, sob autorização da direção da escola, em quantidade suficiente para que os alunos envolvidos tivessem acesso ao software e à plataforma online do GeoGebra. Todos os encontros ocorreram no Laboratório de Informática.

---

<sup>8</sup> Os alunos do Ensino Médio Normal/Magistério no Instituto Estadual de Educação Tiradentes possuem aulas no turno da manhã e da noite, devido à carga horária ser estendida.

### 3.3 Instrumentos

Para a coleta de dados, foram utilizados diferentes recursos, descritos a seguir. O primeiro deles foi a criação de um grupo do GeoGebra composto pelos alunos e pela pesquisadora, intitulado “Brincando de Engenheiro – Curso Normal”. A criação de grupo é um recurso oferecido pelo website do GeoGebra (<https://www.geogebra.org/>). Esse recurso possui uma ferramenta chamada “Publicações”, na qual é possível utilizá-la como um *chat*, configurando-se como um diário de bordo virtual, no qual os alunos podem responder perguntas acerca do desenrolar da oficina. Também foi elaborado um diário de bordo construído a partir das observações por parte da pesquisadora ao término de cada aula, elencando episódios ocorrentes e de relevância para serem analisados posteriormente.

Os recursos de gravação de vídeo e áudio também foram utilizados durante a oficina, possibilitando análise de aspectos que, por vezes, passam despercebidos. Outro recurso examinado foi o “Protocolo de Construção”, possibilitando a análise dos recursos e ferramentas utilizadas, como também o processo de construção de cada peça do jogo, que ajudam na identificação dos esquemas de utilização do GeoGebra. As gravações de áudio e vídeo se deram individual e coletivamente. As gravações de áudio, em especial, ocorreram de forma individualizada, em momentos de discussões sobre a utilização dos recursos do software, assim como em momentos que se fez necessário instigar, por meio de perguntas ou de um diálogo aberto, os alunos para desenvolverem esquemas para suas construções. As gravações de vídeo ocorreram principalmente quando os questionamentos eram orientados para o grande grupo, sejam eles por parte da pesquisadora ou por parte dos alunos.

Ao longo dos encontros, foram realizadas intervenções, com o objetivo de identificar os esquemas de utilização que estão sendo evocados pelos alunos ao longo das resoluções dos problemas propostos. Ao término da oficina, buscou-se analisar estes dados a fim de observar o processo de gênese instrumental pessoal e indícios do processo de gênese profissional dos alunos, bem como a compreensão de conceitos de Geometria Espacial.

### 3.4 Sequência de atividades

As atividades propostas em cada encontro da oficina foram pensadas a fim de proporcionar ao aluno a familiarização com o software GeoGebra, seguido pela construção das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup> e por fim propondo a elaboração de uma atividade, por parte de cada aluno, visando a futura aplicação em suas salas de aula. Estas foram organizadas conforme Quadro 2.

Quadro 2- Organização dos encontros da oficina

ATIVIDADES	DATA
Exploração do software GeoGebra.	23/04
Construção das peças do jogo Brincando de Engenheiro <sup>®</sup> com o GeoGebra 3D.	02/05
Construção das peças do jogo Brincando de Engenheiro <sup>®</sup> com o GeoGebra 3D. Apresentação da proposta de atividade a ser criada pelos alunos.	07/05 e 14/05
Desenvolvimento da proposta de atividade.	16/05
Apresentação das propostas de atividades elaboradas.	14/06

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cada encontro foi desenvolvido a partir de objetivos específicos e expectativas. Logo, para melhor compreensão dos encontros, tais elementos são descritos a seguir.

#### 3.4.1 Encontro 1

##### Objetivo(s):

- Explorar os principais recursos do GeoGebra e, principalmente, da janela de visualização 3D, como software de matemática dinâmica;
- Realizar construções de figuras geométricas planas e espaciais estáveis (que preservem as propriedades geométricas);
- Identificar propriedades geométricas pertinentes em cada construção.

##### Expectativas:

Espera-se que os alunos tenham o primeiro contato com o GeoGebra (para muitos ainda um artefato), podendo conhecer e desvendar alguns recursos do mesmo, observando que as construções em geometria dinâmica estarão corretas se as propriedades matemáticas dos objetos forem impostas na construção, tornando as figuras estáveis sob a ação do movimento. Para este encontro, almeja-se também que os alunos criem uma conta no site oficial do GeoGebra e que sejam inseridos no grupo criado pela pesquisadora.

#### Desenvolvimento:

- 1) Apresentar o software e o site oficial do mesmo, no qual pode ser realizado download e apresentar o banco de materiais existente.
  
- 2) Fazer uma apresentação inicial das ferramentas que compõe o software GeoGebra, apresentando os principais recursos básicos como: ponto, retas, polígonos. Realizar a construção de um retângulo, afim de discutir o papel das propriedades geométricas nas construções. Propor construções básicas, porém estáveis, para realçar os princípios da geometria dinâmica.

Construções a serem propostas no ambiente 2D:

- Ponto;
- Segmento;
- Reta;
- Retas perpendiculares e paralelas;
- Polígonos (usando a ferramenta “polígono” do software);
- Propor a construção de um quadrado utilizando régua e compasso;
- Utilização do recurso “Nova Ferramenta”.

- 3) Seguir a exploração do software, apresentando o ambiente dinâmico 3D e seus recursos, além de propor a construção de alguns sólidos geométricos estáveis.

Construções propostas no ambiente 3D:

- Ponto, segmento, reta;
- Retas paralelas, retas perpendiculares e planos no espaço;
- Sólidos: prismas, cilindro, cone, pirâmide usando as ferramentas disponíveis no software;

- Utilizar o recurso “Nova Ferramenta”.

Destacar que as construções devem manter as propriedades geométricas, para não se deformarem quando movimentadas. Discutir sobre o dinamismo do software associado à estabilidade da construção.

- 4) Criar uma conta no site oficial do GeoGebra para posterior inserção, no GeoGebra Book, das resoluções das atividades desenvolvidas no decorrer da oficina e da respectiva proposta desenvolvida pelos alunos. O GeoGebra Book é um recurso disponível no website oficial, que possibilita a criação de um livro digital interativo. Neste livro, é possível inserir materiais próprios construídos no GeoGebra ou utilizar materiais construídos por outros autores e disponibilizados nos materiais públicos do website do GeoGebra, permitindo que o livro possa ser acessado por qualquer usuário com acesso à internet.

### 3.4.2 Encontro 2

#### Objetivo(s):

- Mostrar e manusear o material “Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>”;
- Construir peças do material “Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>” no GeoGebra 3D.

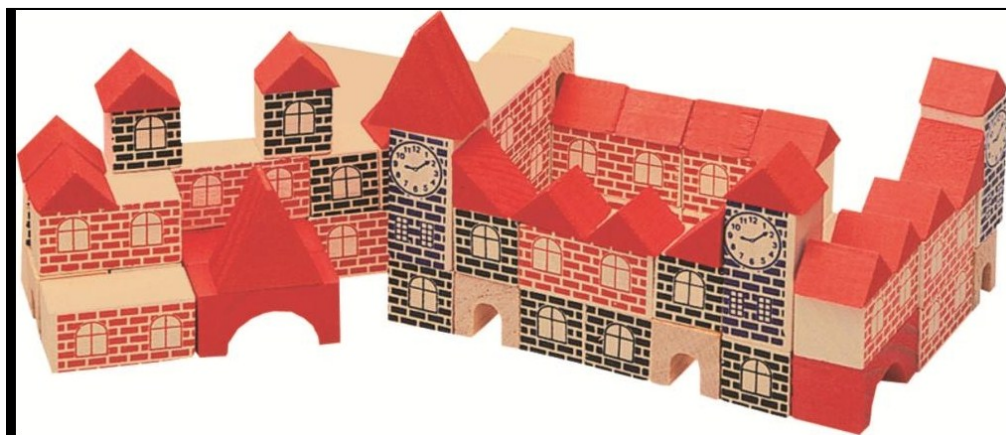
#### Expectativas:

A proposta para este encontro está na construção das peças do jogo “Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>” a partir de um segmento estabelecido inicialmente. As peças constituem-se, basicamente, de prismas de diferentes bases. Pretende-se nesta aula que os alunos consigam fazer as construções iniciais baseadas na elaboração dos prismas a partir de um segmento inicial, observando as propriedades geométricas necessárias para a construção das peças, tornando-as dinâmicas e estáveis, ou seja, sem perda das propriedades. No decorrer do processo, espera-se que o aluno busque os recursos do software conforme a necessidade da tarefa, elaborando esquemas de utilização e passando a instrumentalizar-se do mesmo.

#### Desenvolvimento:

- 1) Mostrar e possibilitar o manuseio das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup> (Figura 7), orientando para a observação de cada peça particularmente.

Figura 7 - Peças do jogo “Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>”.



Fonte: Site da Xalingo<sup>9</sup>.

- 2) Discutir a possibilidade de construção de peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup> na janela de visualização 3D do GeoGebra.
- 3) Propor a construção das peças que compõe o jogo (inicialmente priorizar a construção dos prismas) na janela de visualização 3D do software, tomando como ponto de partida um segmento de reta definido por dois pontos. Destacar que a cada construção realizada, deve-se criar uma *nova ferramenta*, com o objetivo de criar um atalho para futuras construções.
- 4) Mostrar que o software fornece as medidas de área e volume de cada sólido.

### 3.4.3 Encontro 3

#### Objetivo(s):

- Concluir a construção das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>;
- Realizar construções “arquitetônicas” a partir das peças elaboradas no encontro anterior;
- Apresentar a proposta de atividade a ser elaborada pelos alunos, visando aplicação nas salas de aula que atuarão na Educação Infantil e Fundamental I.

<sup>9</sup> Disponível em: <http://www.xalingo.com.br/brinquedos/pt/produtos/educativos/5276.5/brincando-de-engenheiro-ii>. Acesso em mai. 2019.

### Expectativas:

Espera-se que os alunos possam concluir, caso necessário, as peças que compõe o jogo, podendo assim realizar “construções arquitetônicas” com as peças construídas. Pretende-se também que os alunos tenham desenvolvido esquemas de uso e esquemas de ação instrumentada, apropriando-se do software, de modo que venha a se constituir um instrumento para sua vida acadêmica e profissional.

### Desenvolvimento:

- 1) Finalizar a construção das peças do jogo.
- 2) Propor que os alunos elaborem uma construção “arquitetônica” utilizando as peças construídas.
- 3) Inserir no GeoGebra Book um *applet* contendo as peças construídas e outro *applet* com a “construção arquitetônica” realizada.
- 4) A partir da construção proposta no item 2), solicitar que os alunos observem alguns aspectos geométricos, como o volume de cada peça para o volume total obtido na construção e o dinamismo entre as peças, mantendo ou não a estabilidade das construções.
- 5) Solicitar que os alunos desenhem a mão livre as vistas superior, frontal e laterais das “construções arquitetônicas”. Observar quantas peças podem ser vistas e quantas estão escondidas.
- 6) Propor a elaboração de uma atividade utilizando o GeoGebra para posterior aplicação em sala de aula dos alunos normalistas.

#### 3.4.4 Encontro 4

### Objetivo(s):

- Proporcionar o encontro para elaboração e construção da proposta;
- Observar, acompanhar, dar suporte e analisar a elaboração das propostas pelos alunos, no que cabe quanto ao uso do software e/ou dos conceitos que se fizerem necessários, com ênfase nos processos de gênese instrumental pessoal e profissional.

Expectativas:

Neste encontro espera-se que os alunos utilizem o recurso a fim de planejar e elaborar uma atividade visando futura aplicação em suas salas de aula. Com isto o recurso, que (espera-se) passou de artefato a instrumento para cada aluno, terá uma aplicação na sua vida profissional, vindo a mostrar indícios do processo de gênese instrumental.

Desenvolvimento:

- 1) Orientar e auxiliar na elaboração da atividade planejada pelos alunos.
- 2) Solicitar que registrem por escrito a atividade elaborada, anexando-as no grupo criado na plataforma do GeoGebra.

## 3.4.5 Encontro 5

Objetivo(s):

- Assistir à apresentação dos alunos quanto a suas propostas de trabalho;
- Discutir os processos de construção necessários e os conceitos a serem utilizados pelos futuros alunos dos normalistas.

Expectativas:

Espera-se que os alunos tragam propostas de atividade para suas futuras salas de aula, que visem a exploração do GeoGebra e o estudo de conceitos e relações matemáticas. A partir disso, pretendemos analisar o processo de evolução da gênese instrumental pessoal e os indícios de gênese instrumental profissional nos alunos pesquisados.

Desenvolvimento:

- 1) Apresentações das propostas pelos alunos;
- 2) Solicitar que os alunos façam o *upload* dos *applets* utilizados em suas propostas de atividade. O *upload* deverá ser feito no GeoGebra Book criado para esta pesquisa. Os alunos deverão fazer o *upload* das peças do jogo, do projeto arquitetônico e da proposta de atividade de aula.



O capítulo a seguir apresenta a descrição e a análise dos encontros da oficina, bem como a análise das construções das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>, sob a luz da teoria da Gênese Instrumental.

## **4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS**

Esse capítulo analisa o processo de construção dos alunos participantes da oficina no decorrer das atividades. As alunas serão nomeadas utilizando a seguinte nomenclatura: “Aluno1”, “Aluno2” e assim por diante. A nomenclatura apresentada para cada aluna foi estabelecida ao término da oficina, a fim de preservar a identidade dos sujeitos. Essa nomenclatura é mantida em todas as análises, na qual Aluno1 sempre irá se referir ao mesmo aluno, e assim por diante.

A proposta para cada encontro, conforme exposto no capítulo anterior, por vezes não era concretizada por todos os alunos. Em algumas situações, alguns alunos não conseguiam encerrar no encontro proposto as atividades, vindo a retomá-las no encontro seguinte. Logo, o capítulo está organizado em três seções. A primeira seção contempla considerações gerais sobre cada encontro. Na segunda seção, estão analisadas as construções de cada bloco do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>, buscando identificar os esquemas de utilização elaborados pelos sujeitos da pesquisa e o processo de gênese instrumental pessoal do GeoGebra. Por fim, a última seção analisa as propostas de uso do GeoGebra elaboradas pelos alunos, buscando identificar indícios da gênese instrumental profissional.

### **4.1 Considerações gerais sobre os encontros**

Essa seção relata cada encontro a partir de uma visão geral, considerando os episódios ocorridos. Posteriormente, analisa as construções das peças pelos alunos à luz da teoria da Gênese Instrumental.

#### **4.1.1 Encontro 1**

O primeiro encontro ocorreu no dia 23 de abril de 2018. Estavam presentes 4 (quatro) alunos. Inicialmente, foram apresentados alguns recursos disponíveis no GeoGebra, que seriam úteis para as construções propostas na oficina. Orientou-se então a construção de objetos básicos como ponto, reta, segmento e círculo. Os alunos estão envolvidos, neste momento inicial, a desvendar as potencialidades e limitações do GeoGebra, descobrindo propriedades locais, ocorrendo o processo de

instrumentalização. Ao construir uma reta, o Aluno5 exclama: “*Olha o que aparece aí...*”, referindo-se à representação da reta na janela de álgebra. Ao questioná-lo sobre o que representa, o mesmo responde “*a equação*”. A situação ocorrida com o Aluno6 evidencia um processo de descoberta sobre uma potencialidade (propriedade) do software, caracterizando o processo de instrumentalização.

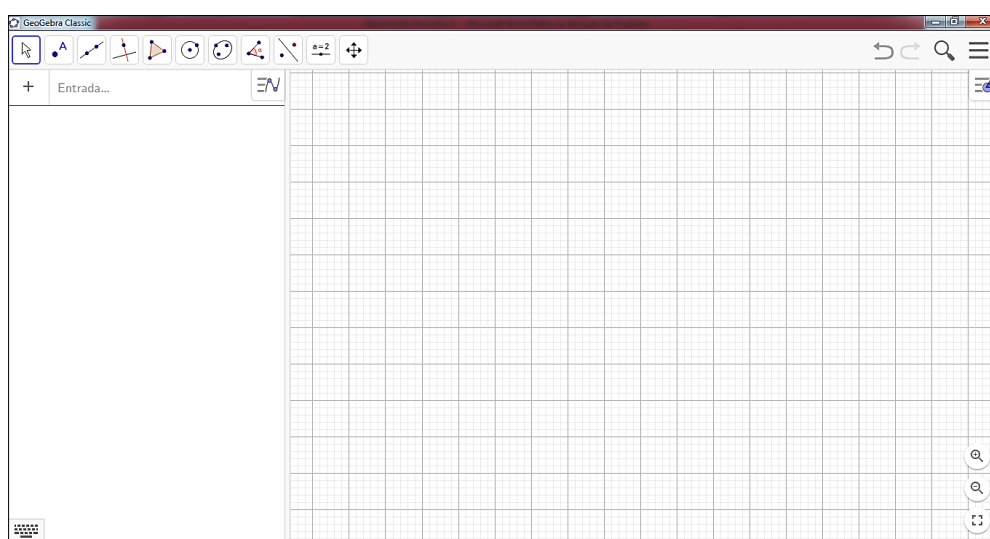
Alguns questionamentos foram levantados durante a exploração das ferramentas. Quando questionados sobre a ferramenta “Retas Paralelas”, apenas dois alunos relataram compreender este conceito. O uso do GeoGebra, neste momento, pode proporcionar aos alunos a elaboração e compreensão desse conceito matemático, caracterizando-se como um instrumento funcional da ação do aluno. Episódio semelhante aconteceu quando o recurso “Retas perpendiculares” foi explorado. Após a discussão, os alunos foram convidados a construir esses objetos no software. Porém, para construírem as retas paralelas e perpendiculares, os alunos clicavam aleatoriamente sobre qualquer espaço na tela. Esse fato pode ser analisado por dois aspectos. No primeiro aspecto, os alunos não conheciam ainda esse recurso do GeoGebra e, portanto, não tinham, em seu repertório, esquemas adequados para executar a tarefa, sendo as ferramentas Retas paralelas e Retas perpendiculares ainda um artefato para esses sujeitos. O segundo aspecto indica que os conceitos matemáticos necessários para a construção de retas perpendiculares e retas paralelas ainda não estavam bem compreendidos, dado que o uso do GeoGebra provocou nesses alunos a necessidade de avançar nesse conhecimento para dar conta da tarefa, iniciando o processo de elaboração do instrumento funcional. Após algumas tentativas dos alunos nesse processo de construção, eles compreenderam a necessidade de construir as retas paralela ou perpendicular indicando um ponto pertencente à reta já construída inicialmente.

O Aluno5, ao construir uma reta paralela, inicialmente utilizou o ponto e a reta já construídos, sendo o ponto pertencente à reta, obtendo retas coincidentes. Ao discutir sobre a construção com o mesmo, questionei sobre o que era preciso para se obter uma reta paralela, levando também em conta a orientação fornecida pelo software ao utilizar este recurso (Selecione primeiro o ponto e depois a reta). Com isto, o aluno constatou que era preciso construir outro ponto para obter uma reta paralela à reta dada, passando por esse ponto. Esse processo vivenciado pelo Aluno6 permitiu que ele construísse novos esquemas de utilização que,

posteriormente, em construções mais elaboradas, passarão a compor o repertório de esquemas de uso desse aluno.

Buscando ampliar as possibilidades de interações dos alunos com o GeoGebra e a construção de novos esquemas de utilização, ainda em modo de visualização 2D, propôs-se que os alunos construíssem um quadrado utilizando apenas régua e compasso virtuais. Em uma primeira tentativa, os alunos mantiveram a malha quadriculada disponibilizada pelo GeoGebra, como ilustra a Figura 8, que serviu como referência para a construção do quadrado.

Figura 8 - Interface do software GeoGebra utilizando a malha quadriculada



Fonte: Acervo pessoal.

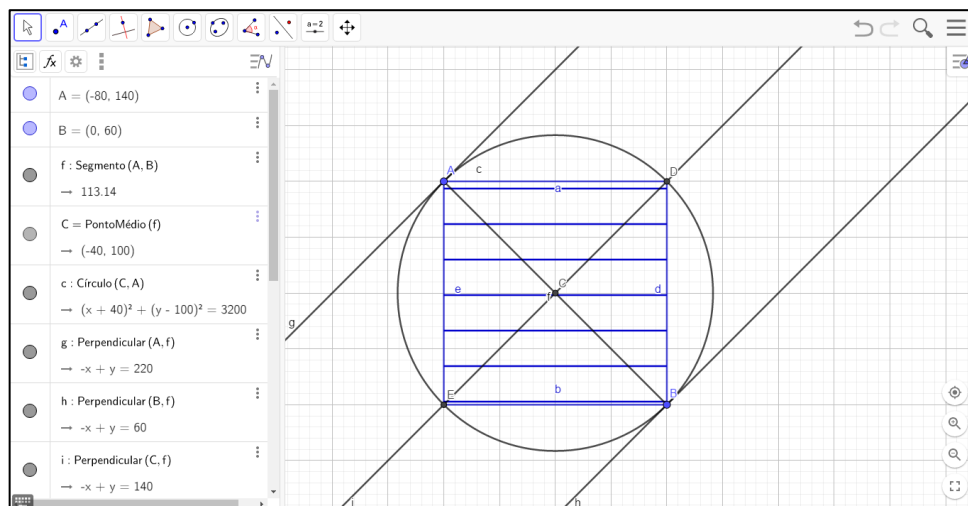
Assim, a maioria dos alunos utilizou apenas segmentos de reta na construção e, quando movimentaram os pontos que representavam os vértices, puderam perceber que as construções não se mantinham, ou seja, não preservavam as propriedades da figura quadrado.

Observando que a construção não se mantinha estável quando em movimento, iniciou-se uma discussão sobre o que seria necessário para solucionar o problema. Foi preciso uma discussão guiada, com o propósito de tentar provocar os alunos a refletirem sobre o problema. Perguntas sobre as características do quadrado foram feitas para instigar os alunos a refletirem sobre medidas de lados, ângulos internos e diagonais. Ainda assim, com os conceitos matemáticos elucidados, os alunos estavam com dificuldades em realizar a construção no GeoGebra (não tinham esquemas de utilização que permitissem construir o quadrado com os recursos do software), o que conduziu à seguinte pergunta: Que

objeto matemático permite construir medidas iguais? A partir de então, surgiu a ideia de utilizar o círculo, que apresentava função instrumental semelhante ao compasso, possibilitando construir os “lados iguais” do quadrado.

A seguir, na Figura 9, é apresentada a construção do quadrado do Aluno2, mantendo visível os elementos geométricos utilizados na construção.

Figura 9 - Construção do quadrado, realizada pelo Aluno2



Fonte: Acervo pessoal.

Analisando o Protocolo de Construção de cada um dos alunos, percebemos que todos utilizaram o mesmo processo de construção. Na Figura 10 pode-se observar o Protocolo de Construção do quadrado do Aluno2.

Figura 10 – Protocolo de Construção do Quadrado do Aluno2

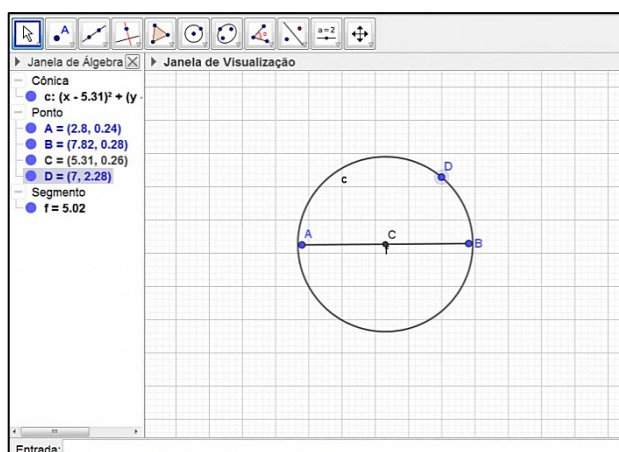
N.	Nome	Descrição	Valor	Legenda
1	Ponto A		A = (-80, 140)	
2	Ponto B		B = (0, 60)	
3	Segme...	Segmento A, B	f = 113.14	
4	Ponto C	Ponto médio de f	C = (-40, 100)	
5	Círculo c	Círculo por A com centro C	c: $(x + 40)^2 + (y - 100)^2 = 3200$	
6	Reta g	Reta passando por A e	g: $-x + y = 220$	
7	Reta h	Reta passando por B e	h: $-x + y = 60$	
8	Reta i	Reta passando por C e	i: $-x + y = 140$	
9	Ponto D	Interseção de c, i	D = (0, 140)	
10	Ponto E	Interseção de c, h	E = (-80, 60)	
11	Quadri...	Polígono A, D, E, B	q1 = 6400	

Fonte: Acervo pessoal.

Por não se tratar de uma construção usual no cotidiano dos alunos, foi necessária a intervenção da professora para proporcionar uma discussão sobre os elementos necessários para a construção, marcando um momento de construção coletiva. Após iniciarem a construção a partir de um segmento qualquer, ideia dada pela professora, os alunos passaram a trocar experiências entre si e solicitando a intervenção da professora. Inicialmente, foi construído um segmento de reta; em seguida, foi construído o ponto médio desse segmento; na sequência, foi construído um círculo com centro no ponto médio do segmento e raio igual à metade da medida do segmento. Após isto, foi construída a reta perpendicular ao segmento passando pelo ponto médio, marcando as interseções do círculo com a reta. Desta forma, foram determinados os quatro vértices do quadrado. Cada objeto geométrico básico construído (e sua respectiva ferramenta) podem ser considerados esquemas de uso que, juntos, compõem a ação global de construção do quadrado, que pode vir a se tornar um esquema de ação instrumentada para esses sujeitos.

No decorrer desse processo de construção do quadrado, algumas dificuldades surgiram, visto que neste momento o GeoGebra ainda representava um artefato para os alunos, já que os esquemas de utilização ainda eram singelos. Dentre os questionamentos que surgiram durante o processo, vamos destacar dúvidas acerca do uso dos diferentes recursos. Para construir um círculo, é necessário informar um ponto que determina o centro e outro ponto que pertence à circunferência. Alguns alunos construíram o círculo sem indicar de forma correta esses pontos, como ilustra a Figura 11 - Construção do quadrado pelo Aluno5: construir o círculo.

Figura 11 - Construção do quadrado pelo Aluno5: construir o círculo



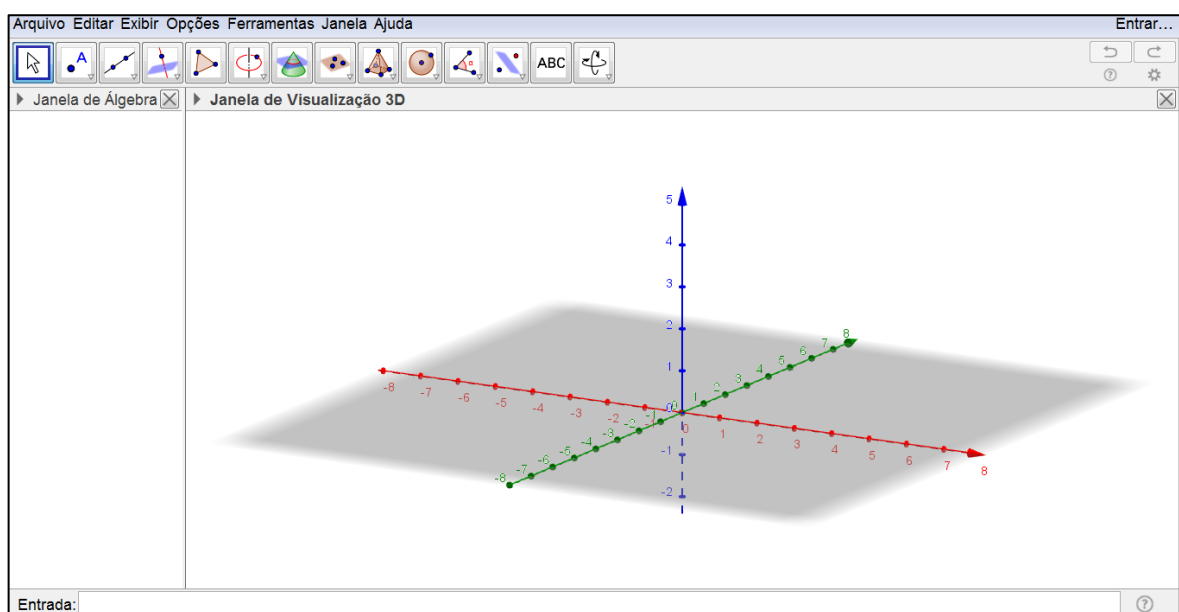
Fonte: Acervo pessoal.

É possível observar na Figura 11 que o Aluno5 não percebeu a necessidade de estabelecer esta dependência entre os pontos, selecionando o ponto da circunferência próximo às extremidades do segmento AB, tentando fazer um ajuste à mão livre. Quando solicitou ajuda, ao ser questionado e instigado a movimentar sua construção, pode perceber que a mesma não era estável. Foi preciso desenvolver um esquema de uso para construir o círculo da forma correta, a partir da compreensão do funcionamento software e da ideia matemática envolvida.

Finalmente, após a finalização das construções individuais, observou-se que estavam estáveis sob ação do movimento. Aliar os conceitos matemáticos à dinamicidade de um software, leva a compreender os passos iniciais definidos por Rabardel (1995) em que o processo de gênese instrumental ocorre a partir da interação com o software, reconhecendo suas limitações e potencialidades, juntamente à compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos. Diante das discussões o processo de cada aluno é distinto e variável.

Os alunos foram, em seguida, instigados a realizar algumas construções na janela de visualização 3D, a fim de que os mesmos pudessem explorar alguns recursos e habituar-se a usar esta base de construção. A Figura 12 ilustra a interface da janela 3D, assim como a gama de novos recursos que surgem, que não estão presentes na base 2D.

Figura 12 – Interface de trabalho da janela de visualização 3D do GeoGebra

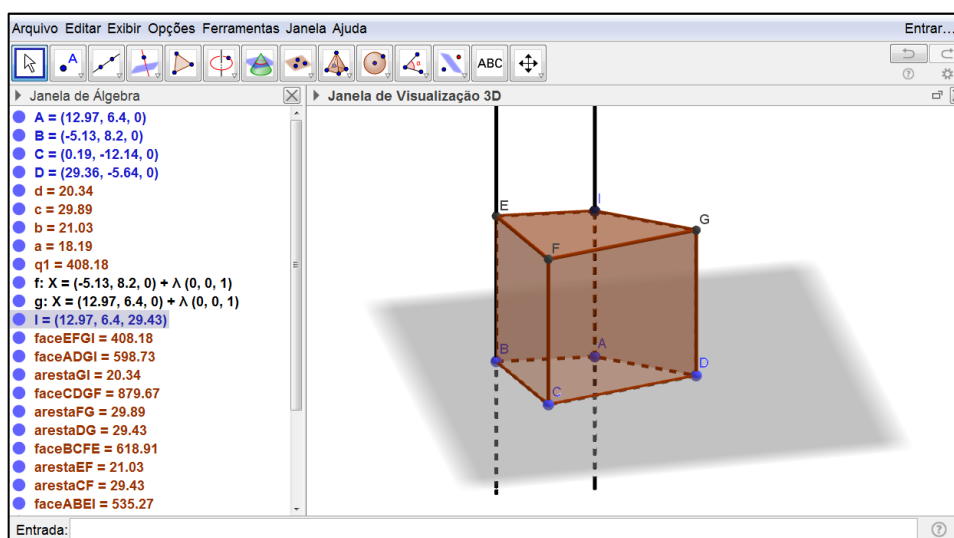


Fonte: Acervo pessoal.

Propôs-se aos alunos a construção de retas paralelas e perpendiculares no espaço. Esta construção ocorreu de forma segura, provavelmente devido a um E.Us vir à tona, elaborado na construção realizada em 2D. Foi então proposta a construção de um prisma. Inicialmente os alunos selecionaram a opção prisma e observaram que precisariam de um polígono para definir a base, vindo a desenvolver um novo E.Us capaz de delimitar o polígono da base. A construção do polígono pelos alunos não manteve rigor matemático de construção, apenas inseriram vértices e delimitaram o polígono, à mão livre.

Inicialmente os alunos construíram o prisma que poderia ser oblíquo. Quando observada essa situação, os alunos foram instigados a desenvolver um novo E.Us que mantivesse o prisma reto. Assim, os alunos fizeram uso de um E.Us já conhecido para retas perpendiculares, determinando na reta perpendicular à base a altura do prisma. Dessa forma, o ponto sobre a reta perpendicular poderia ser movimentado, mas o prisma continuaria reto. A Figura 13 ilustra a construção de um prisma realizada pelo Aluno1. Após as discussões realizadas, observa-se que o prisma se mantém reto.

Figura 13 – Construção do prisma do Aluno 1



Fonte: Acervo pessoal.

A construção acima garante a obtenção de um prisma, por ser um sólido constituído de bases paralelas e iguais, cuja altura está definida por ponto contido em uma reta perpendicular que passa por um dos segmentos que compõe a base, obtendo desta forma, quadriláteros nas faces laterais.



Os E.U.s desenvolvidos inicialmente na base de construção 3D originaram-se da necessidade de novos elementos e foram definidos através de tentativas, ou seja, os alunos inseriam os recursos sem o cuidado necessário com as propriedades matemáticas. O software GeoGebra, ainda um artefato para os alunos, estava sendo desvendado através de tentativas, sendo estas tentativas, investigações sobre o artefato que, em seguida, lhes possibilitaria construir novos esquemas a fim de realizar as tarefas propostas. Destaca-se que o processo de gênese instrumental é lento e gradativo, o que pode ser observado nas construções iniciais propostas.

#### 4.1.2 Encontro 2

O encontro ocorreu no dia 02 de maio de 2018, quarta-feira, por um período de duas horas, estando presentes quatro (04) alunos.

Iniciou-se o encontro discutindo o recurso *Nova Ferramenta*. Foi discutida a construção de um exemplo utilizando o projetor, pois a ideia era que a pesquisadora estivesse próxima a eles quando criassem suas novas ferramentas, auxiliando nas eventuais dúvidas que surgiriam inicialmente e observando o processo de elaboração de esquemas.

Em seguida, foi apresentado o material físico do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>, conforme planejado, deixando algumas peças com cada aluno para manuseio. Na sequência, apresentou-se a proposta detalhada do projeto, abrindo espaço para questionamentos iniciais.

Nas Figura 14 é possível observar as peças que foram propostas aos alunos para construir, com nomenclaturas utilizadas no decorrer dos encontros. Porém cada aluno adotou uma nomenclatura de livre escolha para nomear suas peças.

Figura 14 – Peças do jogo a serem construídas



Fonte: Acervo pessoal.

A proposta era a seguinte: os alunos deveriam reproduzir as peças do jogo (cubo, prismas de base quadrada, base retangular e base triangular) no GeoGebra 3D a partir de um segmento fixado inicialmente, ou seja, um segmento de reta que deveria servir de unidade básica para todas as construções, de modo a preservar as proporções entre as peças. A utilização do segmento inicial para todas as construções foi condição imposta pela pesquisadora no início da oficina, para manter a proporção entre todas as peças. Algumas discussões iniciais foram levantadas sobre qual peça acreditavam que deveria ser construída primeiro, se existiam e quais eram as semelhanças entre as peças. De imediato, alguns alunos responderam qual a primeira peça que poderia ser construída, outros manusearam por mais tempo as peças ou buscaram informações sobre as mesmas via pesquisas virtuais. Os alunos relataram, durante a discussão, que os prismas horizontal e vertical eram a mesma peça, porém em posições diferentes. Destacaram também que os prismas correspondiam à junção de dois cubinhos.

Após a discussão inicial sobre as peças do jogo, os alunos iniciaram as construções das peças a partir do segmento inicial, de modo a preservar as proporções entre as peças quando fossem movimentadas. A peça escolhida para iniciar a construção, por parte de todos os alunos, foi o cubo. Muitos questionamentos surgiram aqui, pois era necessária a construção de um quadrado que servisse como base para o cubo. Na construção em 2D, os alunos utilizaram a ideia do círculo para transferir medidas congruentes, mas na construção em 3D seria necessário o uso da esfera para determinar a igualdade entre os lados. Porém essa ideia não foi explicitada de antemão, mas sim, discutida com cada aluno sobre quem determinaria este segmento para os demais lados do quadrado, buscando relação com a construção realizada no plano. Os Alunos 1 e 2 descobriram de forma mais imediata a possibilidade de uso da esfera; já os Alunos 3 e 5 precisaram de mais discussão e reflexão para compreender a ideia. Cabe destacar que o conceito matemático de esfera era desconhecido pelos alunos, necessitando de um momento para explicação sobre o mesmo. Talvez este tenha sido um dos fatores que dificultou a construção inicial.

Depois de compreendido o uso da esfera para a construção de segmentos congruentes no espaço, era preciso construir retas paralelas e perpendiculares para determinar os lados do polígono base, para a construção do cubo. Este processo de construção foi mais simples, inclusive a construção de um novo plano e uma reta

perpendicular a este plano. Perceberam que a esfera também delimitaria a altura do cubo. Utilizaram o recurso prisma para criar o cubo e perceberam a dinamicidade do cubo, mas também a estabilidade da construção geométrica.

O Aluno5 desistiu inicialmente, sendo preciso permanecer ao lado do mesmo e instigá-lo para realizar a construção, retomando os conceitos abordados anteriormente e auxiliando na construção através de questionamentos.

Após a construção do cubo, surgiram as dúvidas sobre o recurso *Nova Ferramenta*. Auxiliei nesta elaboração e então disse que deveriam excluir o prisma já construído, deixando apenas os elementos utilizados na construção. Caso desejassem, porém, se excluíssem os demais elementos, deveria permanecer o segmento criado inicialmente. Os alunos optaram por deixar os elementos, apenas escondendo os que achavam desnecessários.

Para a segunda construção, instiguei os alunos a estabelecerem relações com a construção do cubinho; todos perceberam que, em cada um dos prismas a serem construídos, cabiam dois cubinhos, logo concluíram que uma das três dimensões do prisma passaria a medir o dobro da aresta do cubo. Porém a discussão, obtida em particular com cada aluno versava sobre como construir este segmento que é o dobro.

O Aluno1, o Aluno2 e o Aluno4 perceberam facilmente as relações entre a construção do cubo e a construção do prisma; já o Aluno3 e o Aluno5 precisaram repensar sobre a construção do cubo e sobre qual objeto determinava o tamanho da aresta. A ideia de utilizar a esfera surge após discussão coletiva, permitindo aos alunos realizar a construção dos dois prismas seguintes, o de base quadrangular e de base retangular, a partir dos esquemas elaborados coletivamente. Aqui o uso de retas nas construções já se tornou mais intuitivo, pois E.Us foram desenvolvidos anteriormente, e a escolha por manter a base da construção anterior, mesmo que inicialmente tenha confundido alguns alunos, acelerou o processo de construção dos demais e o GeoGebra, já não mais apenas um artefato, mostra-se um instrumento em elaboração.

Ao término do Encontro2 os alunos foram convidados a participar do Chat disponível no grupo criado no site do GeoGebra. A Figura 15 ilustra as respostas<sup>10</sup> deixadas pelos alunos.

---

<sup>10</sup> A interface do chat foi modificada na Figura 15 a fim de preservar a identidade dos alunos participantes.

Figura 15 - Considerações sobre o Encontro2 no Chat

Quais recursos foram utilizados na construção das peças? Descreva também as dificuldades e facilidades encontradas na realização das construções.

Esconder (5) 🗨

**Aluno4**  
Esfera, segmento, prisma, reta perpendicular, reta paralela. Devido eu não estar presente na primeira aula tive muitas dificuldades, mas com paciência e com a ajuda da professora consegui realizar as atividades.

**Aluno2**  
Na construção foram utilizados os recursos esfera, prisma, retas paralelas e perpendiculares, segmentos, pontos e criamos novas ferramentas. O mais difícil foi criar o primeiro quadrado, depois foi fácil de fazer. Achei mais fácil fazer os telhados do que fazer os quadrados.

**Aluno5**  
Para criar as peças foram usadas várias ferramentas como: Reta paralela, perpendicular, pontos, segmentos de reta, ponto médio ou centro, prisma, etc... Tudo isso para criar as novas ferramentas que fazem parte do jogo brincando de engenheiro. Eu consegui desenvolver todas as atividades mas com a ajuda da professora, milhares de dúvidas surgiram mas no fim deu tudo certo.

**Aluno3**  
Segmentos, esfera, prisma, retas perpendiculares e paralelas e principalmente pontos. Tive um pouco de dificuldade em saber qual segmento utilizar, consegui tirar todas as minhas dúvidas com a ajuda da professora que estava sempre disposta a auxiliar. Ameiii ❤️

Fonte: Acervo pessoal.

Nas respostas, os alunos destacaram os recursos utilizados, sendo seu uso possível pelos E.U.s e E.A.I elaborados. O comentário do Aluno2 é revelador do processo de gênese instrumental pessoal, quando afirma que “*O mais difícil foi criar o primeiro quadrado, depois foi fácil de fazer.*”. Percebe-se que, no primeiro momento, Aluno2 não tinha esquemas de utilização que dessem conta de construir um quadrado, desconhecia o GeoGebra e suas funcionalidades e propriedades. Na medida que foi vivenciando a construção do quadrado e, conseqüentemente, desvendado o software, Aluno2 foi elaborando esquemas de utilização que contribuíram para realizar as atividades seguintes com mais “facilidade”.

#### 4.1.3 Encontro 3

O encontro ocorreu no dia 07 de maio de 2018, segunda-feira, durante duas horas e quinze minutos, fazendo-se presentes quatro (04) alunos.

A finalização da construção dos prismas de base quadrada e retangular permitiu aos alunos compreender a utilização da esfera como o recurso geométrico capaz de limitar uma determinada distância no espaço, tornando-se um E.U. capaz de ser utilizado em outras construções e regado de conceitos matemáticos. Foi possível identificar uma interação segura com o software por parte dos alunos e também observar a dependência que novos objetos deveriam ter sobre os já existentes. Aqui mostram-se indícios de um artefato que, ao passar pelo processo da gênese instrumental, está tornando-se um instrumento para os alunos na realização e efetivação da tarefa proposta.

Propôs-se então a construção dos dois prismas de base triangular, sendo estes nomeados de telhados (Figura 14). Para a construção destas peças, os alunos seguiram caminhos distintos. Ao instigar cada aluno em particular sobre a construção destas novas peças, a pesquisadora questionou se existia alguma relação com os elementos já determinados nas construções anteriores. O prisma de base triangular menor foi relacionado pelos alunos com o cubo inicial, obtendo esta conclusão pela análise do material manipulável. A nomenclatura de “prisma de base triangular” não foi utilizada, pois, no jogo, a peça é conhecida como “telhado”, na qual a “base” não é o triângulo, mas sim uma de suas faces laterais. O Aluno2 destacou a ideia de que não precisava construir mais nada, tudo já estava pronto. O caminho mais simples para a construção do telhadinho era utilizar a base do quadrado como sendo uma das faces laterais. Mas ainda assim era preciso determinar os triângulos.

Surge então uma discussão geral, sobre como se nomearia matematicamente o telhadinho criado. O Aluno1 disse: “*É uma pirâmide*”, vindo a utilizar esta nomenclatura na criação da Nova Ferramenta.

Passo então a fazer referência a situações cotidianas conhecidas. Perguntei a eles o que caracterizava uma pirâmide, quais os elementos que ela continha e quais os polígonos que compunham suas faces laterais. Os mesmos questionamentos foram feitos sobre o objeto em questão, o que os levou a observar que seriam quadrados e retângulos, sendo assim aquele telhado era um prisma em posição não usual.

A utilização de ferramentas como esfera, retas paralelas e perpendiculares, tornou-se usual, pois passaram a compreender a utilização das mesmas a partir de esquemas já elaborados. Outro aspecto a ser observado é que os alunos movimentavam os pontos iniciais da construção para verificar a dependência entre eles, observando que, se algum ponto não estava bem construído, a construção perdia as características matemáticas necessárias para mantê-la estável e dinâmica.

Ao utilizar o recurso Nova Ferramenta para a construção, o aluno garante que para uma próxima construção os elementos possam ser utilizados novamente, fazendo com que todas as peças sejam proporcionais. Isso torna o processo de construção de cada peça um estudo sobre as propriedades geométricas e relações entre as peças.

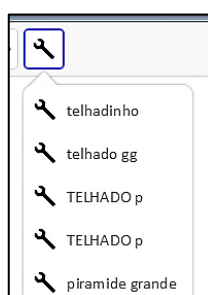
#### 4.1.4 Encontro 4

O encontro ocorreu no dia 14 de maio de 2018, segunda-feira, por um período de duas horas e quinze minutos, estando presentes cinco (05) alunos.

Inicialmente propor-se concluir a construção das peças. Como os Alunos 1 e 3 haviam realizado a construção do telhado de forma “invertida”, usando como base do telhado o triângulo que compõe a base do prisma triangular, quando na realidade era necessário que a base do telhado fosse uma das faces laterais do prisma, foi necessário um momento de discussão individualizado. A construção precisou ser refeita por eles, pois perceberam que no prisma inicial, as faces laterais eram diferentes entre si no que diz respeito a suas medidas, perceberam também que para inserir o telhado sobre um dos blocos, ele precisaria estar na posição horizontal, o que não era possível com a construção inicial. Após a discussão sobre o porquê não utilizar a construção inicial, inicia-se a discussão sobre como realizar a nova construção, processo que já havia ocorrido anteriormente com outros alunos, mostrando-lhes o recurso existente no software chamado “Ponto Médio ou Centro”. Dessa forma, o prisma de base triangular é construído.

Alguns problemas nas construções surgiram, por exemplo o Aluno1, que teve suas ferramentas duplicadas ou triplicadas. Este problema ocorreu devido ao fato de que o aluno realizou uma construção e criou a *Nova Ferramenta* relativa a essa construção e, no momento de realizar a próxima construção, não descartou (apagou) a construção anterior, gerando na construção seguinte dependência das construções anteriores. Logo, verificou-se que, após criada a *Nova Ferramenta*, faz-se necessário excluir o objeto final (cubo, prisma), não sendo suficiente escondê-lo, dado que se não o fizer, a construção seguinte será multiplicada. A Figura 16 ilustra a multiplicidade de Ferramentas obtidas.

Figura 16 - Multiplicidade de objetos obtidos na construção.



Fonte: Acervo pessoal.

A discussão com o Aluno1 levou-o a perceber seu erro, porém devido ao tempo, o mesmo optou por não refazer a construção, pois precisaria retomar as construções do início.

Os demais alunos procederam com a finalização das construções das peças, passando, em seguida, para a elaboração das suas “Criações Arquitetônicas”. Aqui eles foram instigados de forma individual, em vista do processo não ter se dado de forma linear quanto às construções e respeitando o tempo necessário de cada um, para utilizarem sua criatividade e, com os blocos criados com o GeoGebra do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>, serem os engenheiros e elaborarem suas construções, denominadas “Projetos Arquitetônicos”.

As construções elaboradas até então proporcionaram o processo de gênese instrumental, no qual observa-se que o artefato está tornando-se instrumento para os alunos. Porém, este processo mostra-se em diferentes níveis para cada aluno. Alguns apresentaram mais dificuldades, enquanto outros conseguiram desenvolver mais esquemas e associá-los aos conceitos geométricos.

#### 4.1.5 Encontro 5

O encontro ocorreu no dia 16 de maio de 2018, quarta-feira, sendo que quatro (04) alunos que se fizeram presentes. Os alunos puderam elaborar suas propostas de atividade para futura aplicação em suas salas de aula, durante um período de uma hora e quarenta e cinco minutos. As conversas foram individualizadas, auxiliando na reflexão de suas propostas e nos questionamentos acerca dos recursos a serem utilizados, trazendo à tona os esquemas desenvolvidos para a realização da tarefa. Alguns alunos trouxeram ideias para suas propostas, outros pesquisaram e construíram suas ideias ao longo do encontro. Cada aluno deveria desenvolver uma construção dinâmica e um plano de aula descrevendo a proposta elaborada.

O encontro foi marcado pela discussão individual da pesquisadora com os alunos. Cada aluno desenvolveu sua proposta de maneira completamente autoral. Este encontro visava utilizar o software GeoGebra como um instrumento de trabalho para as futuras vidas profissionais dos alunos participantes. Neste encontro, a análise do processo de gênese instrumental passava de pessoal para profissional, observando indícios deste processo, ao observar a utilização de esquemas já

obtidos e a autonomia na construção de novos esquemas, assim como o entendimento do GeoGebra como um instrumento didático para aprender matemática.

#### 4.1.6 Encontro 6

O Encontro ocorreu no dia 14 de junho de 2018, com duração de dois períodos (90 minutos). Este encontro foi marcado pela apresentação das propostas elaboradas pelos Alunos para o grupo todo, onde estiveram presentes os cinco (5) alunos.

Os alunos destacaram em suas apresentações o interesse em utilizar com seus futuros alunos as propostas realizadas, adaptando-as nos diferentes níveis de ensino e anos a serem trabalhados. Quanto às construções do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>, todos os alunos mostraram interesse em utilizar essa experiência com seus alunos, por apresentar-se uma ferramenta de manuseio e interação matemática. As análises detalhadas acerca das propostas serão descritas no decorrer do texto, na seção seguinte.

#### **4.2 Construção das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup> – Análise da Gênese Instrumental**

A seguir serão descritas as construções das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup> realizadas no GeoGebra 3D. Serão destacados esquemas desenvolvidos o processo de utilização dos recursos do software, visando a construção final das peças, cuja análise se fará à luz da teoria da Gênese Instrumental. Em paralelo a esta análise, serão observados também os conceitos matemáticos desenvolvidos durante as construções. As peças inicialmente serão analisadas na sua totalidade e, posteriormente, serão destacados aspectos particulares de cada aluno em suas construções.



#### 4.2.1 Peça: “Cubo”

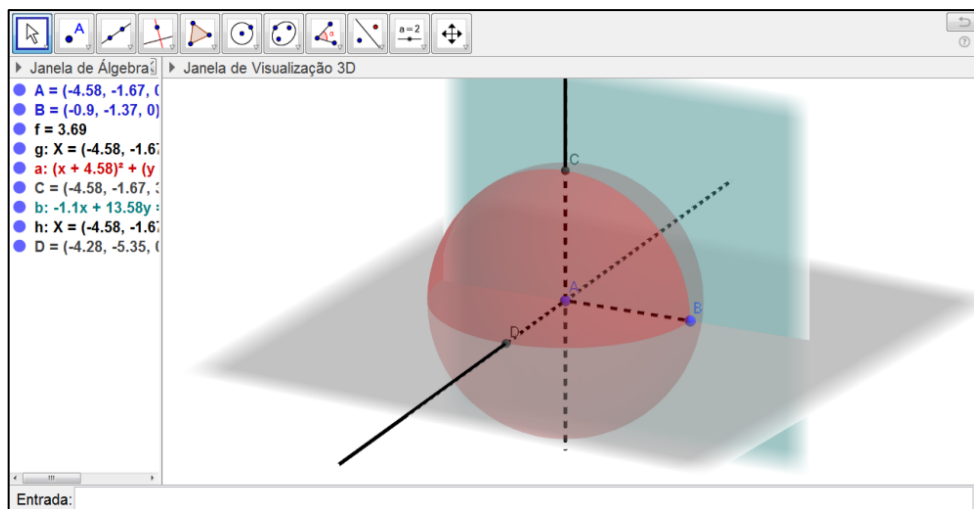
As construções do cubo pelos alunos foram semelhantes, apresentando esquemas de utilização muito próximos. A seguir, serão analisados os diferentes esquemas de uso e de ação instrumentada desenvolvidos pelos sujeitos.

Para a construção do cubo, os alunos precisaram desenvolver esquemas de uso acerca da utilização do software ainda desconhecido por eles. Compreender os conceitos matemáticos de retas paralelas, retas perpendiculares e esfera foi importante para estabelecer as dimensões e a forma do cubo.

O primeiro passo foi a construção da base do cubo, a partir de um segmento inicial. Nesse momento, surge a necessidade de construir um objeto matemático que determinasse essa dimensão. No plano, os alunos já haviam construído o quadrado, no qual utilizaram o círculo para determinar o transporte de segmentos congruentes. No espaço, foi preciso ampliar o esquema já desenvolvido, reconhecendo na esfera uma possibilidade para realizar essa construção. Para usar este recurso, advindo da necessidade de resolver um problema local de construção, os alunos elaboraram um novo E.Us de transporte de segmentos no espaço. Para isso, foi necessário identificar e compreender quais elementos geométricos eram utilizados para construir a esfera. Temos aqui uma situação em que o uso do GeoGebra implica no desenvolvimento de conhecimento matemático. Uma vez determinada a esfera de raio igual ao segmento inicialmente definido, as arestas do cubo teriam a mesma medida.

Dando continuidade à construção, foi necessária a construção de retas perpendiculares passando pelos vértices da base, para determinar a perpendicularidade entre as faces do cubo. A reta perpendicular que delimitaria a altura do cubo foi facilmente construída, a partir do uso do recurso “Retas Perpendiculares”. Porém para obter a reta perpendicular que estaria na base, outros elementos deveriam ser construídos previamente. Aqui os alunos precisaram desenvolver um novo E.Us composto pela construção de um plano contendo o segmento e a reta perpendicular já criada anteriormente, podendo ser observado na Figura 17.

Figura 17 - Construção de um plano perpendicular ao plano inicial pelo Aluno4

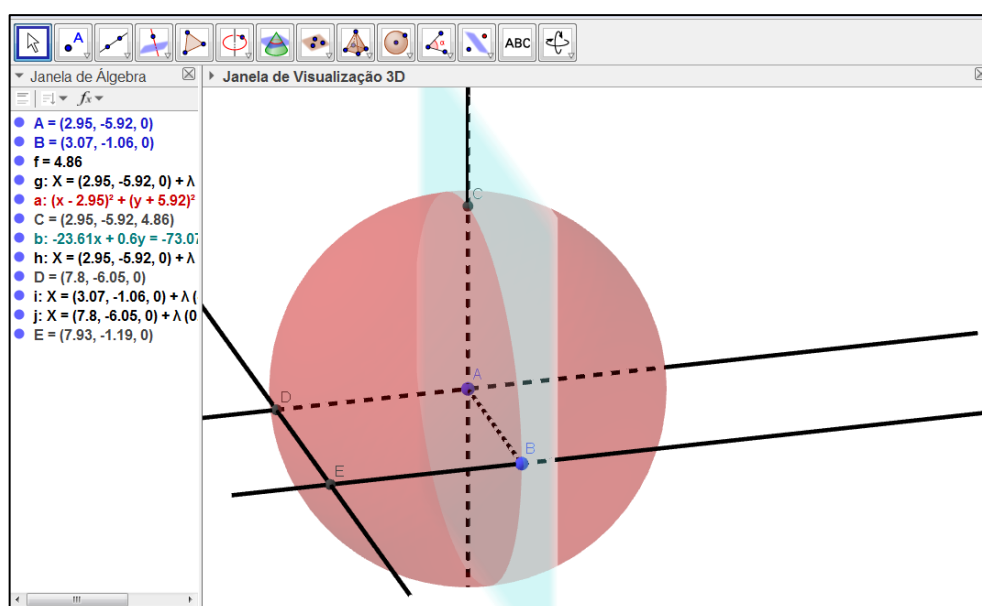


Fonte: Acervo pessoal.

A construção do novo plano possibilitou a construção de uma reta perpendicular a esse plano passando pelo ponto A (reta que contém o segmento  $\overline{AD}$  na Figura 17).

Após construída a reta perpendicular, o Aluno3 poderia determinar a base do cubo com os recursos “Retas Paralelas” ou “Retas Perpendiculares”. A Figura 18 ilustra a construção realizada pelo Aluno3, na qual é possível observar os objetos geométricos construídos.

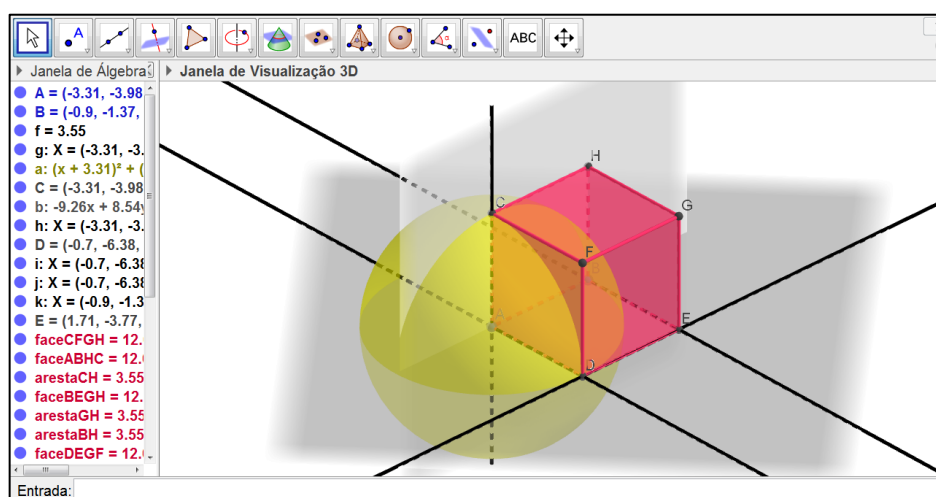
Figura 18 – Determinação da base do cubo: construção do Aluno3



Fonte: Acervo pessoal.

Uma vez determinada a base do cubo, o passo seguinte é a construção do cubo com o recurso “Prisma”. A construção do cubo ocorreu a partir de uma sequência de passos de construção, que desencadearam a elaboração de diferentes esquemas de uso do GeoGebra, que juntos, compuseram um esquema de ação instrumentada para a construção do cubo, ou seja, a organização total da atividade de construção. Paralelo ao uso dos recursos do GeoGebra, os alunos precisaram impor uma série de propriedades geométricas, para que a construção ficasse estável sob ação do movimento dos vértices iniciais. Os esquemas elaborados no processo de construção do cubo e os conceitos matemáticos empregados garantiram que, ao movimentá-lo dinamicamente, o mesmo preservasse as propriedades da construção. A Figura 19 ilustra a construção do cubo do Aluno1, sendo esta estratégia de construção identificada nas construções dos demais alunos.

Figura 19 - Construção do cubo pelo Aluno1.



Fonte: Acervo pessoal.

Após a construção do cubo, os alunos deveriam usar o recurso “Nova Ferramenta”, para criar um “atalho” da construção que poderia ser usado posteriormente. Este processo demandou uma atenção especial, sendo que a pesquisadora acompanhou esta construção. A criação da nova ferramenta desencadeou um novo processo de exploração do GeoGebra e necessitou da elaboração de novos esquemas. A construção do cubo, resultado da utilização de diferentes E.U.s e E.A.I.s elaborados, torna-se um E.U. que posteriormente será evocado em construções futuras.

O Aluno1 questionou, durante a construção, como poderia limitar o tamanho do segmento, sem utilizar o recurso Polígono Regular. A pesquisadora questionou sobre qual objeto geométrico é definido por pontos que estão a uma mesma distância em relação a determinado ponto no plano 2D. Imediatamente o Aluno2 respondeu que é o círculo. Assim, a pesquisadora prosseguiu, perguntando sobre que objeto poderia ter comportamento semelhante em ambiente 3D, e o aluno respondeu que seria a esfera. Ao pensar nas questões matemáticas inerentes à construção, o Aluno1 passa também a desenvolver um E.U.s do GeoGebra, que ainda lhe era desconhecido. A construção do cubo para o Aluno1 efetivou-se pela utilização de esquemas já elaborados, como a construção de retas paralelas, retas perpendiculares, planos, pontos de intersecções. Ao tentar finalizar a construção do cubo, com a utilização da ferramenta Prisma, na primeira tentativa o mesmo não obteve sucesso, por não conseguir determinar corretamente a altura do cubo. Para superar esse problema, o Aluno1 precisou compreender que, para a construção do prisma, deve-se iniciar indicando os quatro vértices da base e, em seguida, um vértice que determina a altura, contido na aresta cuja extremidade está no primeiro ponto indicado na base. Esse processo, se torna estável e estruturado na ação do Aluno1, tornando-se um esquema de utilização.

O Aluno2 construiu o cubo utilizando os recursos apresentados no primeiro encontro, ou seja, esquemas que foram desenvolvidos em atividade anterior, como a utilização de retas paralelas e perpendiculares e a construção de planos. Pode-se observar que o Aluno2 se desafiou ao querer conhecer os recursos do software, questionando apenas sobre como estabelecer a medida do segmento nas demais arestas do cubo. Ao instigá-lo sobre que recurso matemático fornece medidas iguais a partir de um ponto, o mesmo prontamente vasculhou os recursos do software, procurando por um recurso que ainda lhe era desconhecido e, conseqüentemente, ainda não tinha esse esquema desenvolvido. Ao explorar o software, identificou a esfera e realizou a construção, dando início à elaboração desse novo esquema. O restante da construção foi feita sem dificuldades.

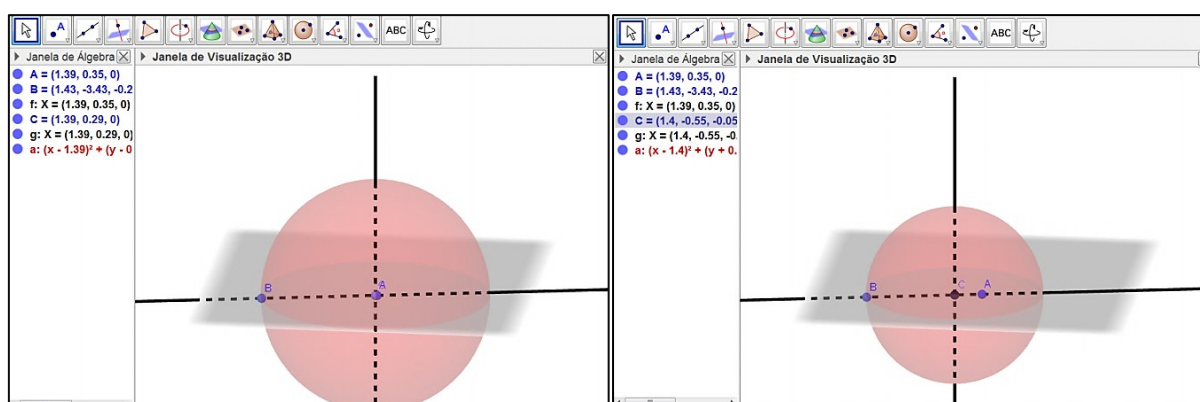
Os recursos utilizados pelo Aluno2 foram suficientes para a construção do cubo. Estes resultaram dos esquemas obtidos no primeiro encontro, como o uso dos recursos “Retas Paralelas”, “Retas Perpendiculares” e “Plano”. Os esquemas ainda desconhecidos foram elaborados pelo Aluno2 a partir da investigação e exploração das ferramentas do software, com o intuito de incorporá-los a um E.A.I que

possibilitaria resolver a tarefa, desencadeando desta forma o processo de gênese instrumental. Estes novos esquemas versam sobre a construção da esfera, a construção do prisma, e em conjunto aos esquemas citados anteriormente, resultaram no cubo. Finalmente, o Aluno2 construiu a Nova Ferramenta, solicitando auxílio da pesquisadora, vindo a desenvolver um novo esquema para esta construção.

O Aluno4 não esteve presente no primeiro encontro. Durante a construção do cubo, o mesmo solicitou a presença da pesquisadora constantemente. O Aluno4 precisou desenvolver diversos E.U.s, tais como: construir um segmento, construir uma esfera a fim de determinar o mesmo comprimento do segmento inicial, construir um plano, construir retas paralelas e perpendiculares e construir um prisma. Todos estes recursos foram discutidos e o Aluno4, ao explorar o artefato, buscava meios para construir E.U.s que dessem conta de efetivar a construção do cubo. Construir o cubo levou ao Aluno4 estabelecer um E.A.I a partir da composição dos diferentes esquemas de uso utilizados. Isso mostra que os processos de instrumentação e instrumentalização estavam ocorrendo, que se desafiou a explorar o artefato e a agregar novos esquemas de utilização.

A construção do Aluno5 inicialmente apresentou uma particularidade. Após construir o segmento inicial, ao construir a esfera a partir de dois pontos, que deveriam ser as extremidades do segmento, acabou definindo-a de forma equivocada, porque selecionou outro ponto sobre o segmento. Observe na Figura 20 que o ponto "C" foi utilizado para determinar o raio da esfera, muito próximo ao ponto "A", que deveria ter sido selecionado.

Figura 20 - Esfera com centro em "C" cujo centro deveria estar em "A"



Fonte: Acervo pessoal

O Aluno5 continuou sua construção sem perceber este fato. Pode-se considerar que o Aluno5 ainda não desenvolveu os esquemas necessários para a construção da esfera. Este aluno precisou ser instigado pela pesquisadora durante o processo de construção, possibilitando ao mesmo explorar o artefato para criar esquemas de utilização, a fim de transformar o GeoGebra em um instrumento funcional. Ao observar um ponto livre na construção do Aluno5, a pesquisadora solicita que movimente os pontos A e B, extremidades do segmento inicial. Esse episódio permite que o Aluno5 observe que o ponto C (centro da circunferência) não está no segmento  $\overline{AB}$ . A movimentação dos pontos A e B levou o Aluno5 a refletir sobre sua construção, identificando que o raio da esfera não correspondia ao tamanho do segmento inicial, refazendo sua construção.

O processo de gênese instrumental é contínuo, podendo-se notar que ele está ocorrendo nos alunos. Observa-se, pelo desenvolvimento de esquemas, que os alunos apresentam diferentes níveis de apropriação do software.

#### 4.2.2 Peça: “Prisma de base quadrangular / Prisma Vertical”

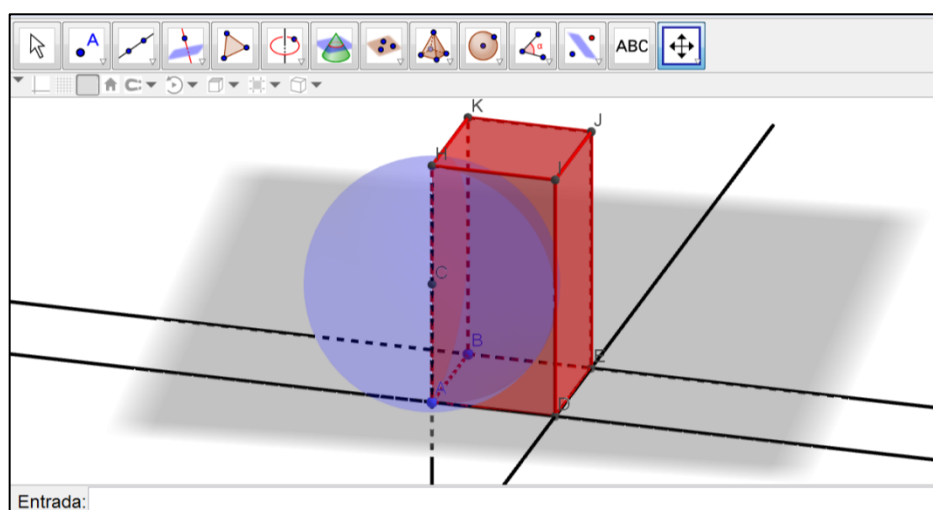
Após a construção do cubo, os alunos, ainda de posse das peças físicas do jogo, decidiram qual seria a próxima peça a ser construída. As duas peças escolhidas foram os prismas de base quadrangular, também denominado prisma vertical, e o prisma de base retangular, denominado também por prisma horizontal. Este tópico descreverá os esquemas novos utilizados na construção do prisma de base quadrangular (Figura 14) e de que maneira os esquemas desenvolvidos na construção do cubo se tornaram úteis na construção deste prisma.

O manuseio das peças físicas do jogo possibilitou aos alunos obterem relações entre as peças e articularem sobre as estratégias a serem utilizadas nesta construção. As peças foram disponibilizadas aos alunos de modo que havia pelo menos uma peça de cada modelo para manuseio individual. Os alunos observaram e destacaram que a altura do prisma de base quadrangular era o dobro da altura do cubo, ou seja, para construir o prisma de base quadrangular eram necessários “dois cubos”. Observaram que os dois cubos deveriam estar um “em cima” do outro, verificando que a altura do prisma era o dobro da altura do cubo e que a base do prisma era a mesma base do cubo.

Para a construção desta peça no software GeoGebra, os alunos puderam utilizar os objetos geométricos já existentes, utilizados na construção do cubo. Esta possibilidade de utilização desses objetos ocorreu pelo uso do recurso Nova Ferramenta, que possibilitou “salvar” o resultado final do cubo, sem que os objetos geométricos utilizados estivessem em relação de dependência com a construção do cubo, ficando livres para realizar a construção do prisma.

Os esquemas de utilização desenvolvidos durante o processo de construção do cubo foram utilizados, alguns deles foram ampliados, como o uso da esfera, cujo diâmetro determinou a altura do prisma, uma vez que o raio foi considerado como a aresta do cubo (Figura 21).

Figura 21 - Construção do Prisma de base quadrangular pelo Aluno1



Fonte: Acervo pessoal.

Definida a base do prisma de base quadrangular, sendo a mesma base do cubo; e sua altura, sendo esta o dobro da aresta da base do cubo, utilizou-se o recurso “Prisma”, disponibilizado pelo software para efetivar a construção.

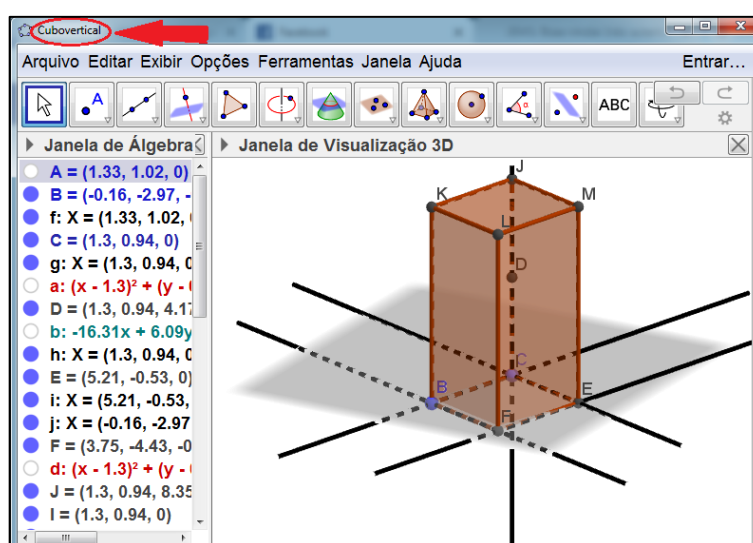
Nesta construção os esquemas já desenvolvidos possibilitaram a rápida construção do prisma de base quadrangular. Cabe observar que as construções de todos os alunos seguiram os mesmos procedimentos.

Os conceitos matemáticos entrelaçados nesta construção foram discutidos no grande grupo, após a realização da construção do prisma. Conceitos estes relacionados às ideias de comparação da base do cubo ser a igual a base do prisma, a relação existente entre as alturas do cubo e do prisma, concluindo a relação existente entre o volume do cubo e do prisma. Para as discussões sobre o

volume, como os alunos ainda não haviam formalizado este conceito, a pesquisadora trouxe a ideia de capacidade ocupada a fim de que percebessem que no prisma caberia o volume relativo a dois cubos.

A nomenclatura “Prisma de base quadrangular” também ainda não havia sido formalizada com os alunos, que nomearam a peça utilizando nomenclaturas como “Janelinha Vertical”, “Cubo Vertical”, a qual esta última nomenclatura pode ser observada na construção do Aluno5 e ilustrada na Figura 22.

Figura 22 - Nomenclatura utilizada pelo Aluno5 para a o prisma de base quadrangular



Fonte: Acervo pessoal.

Ao observar a construção do Aluno4, percebe-se que o mesmo já adquiriu certa autonomia na construção, vindo a empregar os esquemas elaborados anteriormente. O aluno solicitou por alguns instantes a presença da pesquisadora, para ter segurança na utilização do software, que lhe era desconhecido, já que este aluno não havia participado do primeiro encontro. Logo a familiarização com o software estava ocorrendo de forma simultânea à realização das construções.

Finalizadas as construções do prisma de base quadrangular pelos alunos, pode-se perceber autonomia e desenvoltura nas construções, advindas do emprego de esquemas de utilização que já haviam sido elaborados durante a construção do cubo. A construção do quadrado da base e a determinação das arestas laterais do prisma tornaram-se elementos estáveis e estruturados quando observadas as ações dos Alunos 1, 2, 4 e 5. O Aluno3 não demonstrou segurança em suas construções, pois mostrou-se sempre atento à construção do colega que estava ao seu lado. Isso



revela que o Aluno3 ainda se encontra em etapa anterior aos colegas no que diz respeito ao processo de apropriação do GeoGebra.

A sequência de esquemas desenvolvidos na construção do cubo, possibilitaram a construção do prisma. Os esquemas de uso pertencentes a esta construção constituíram em um esquema de ação instrumentada, composto por novos esquemas adquiridos e pelos esquemas já existentes, que, ao se reorganizarem, estruturam a tarefa final. Com isto, o processo de gênese instrumental pessoal continua ocorrendo, observando-se os diferentes níveis em que os alunos se encontram.

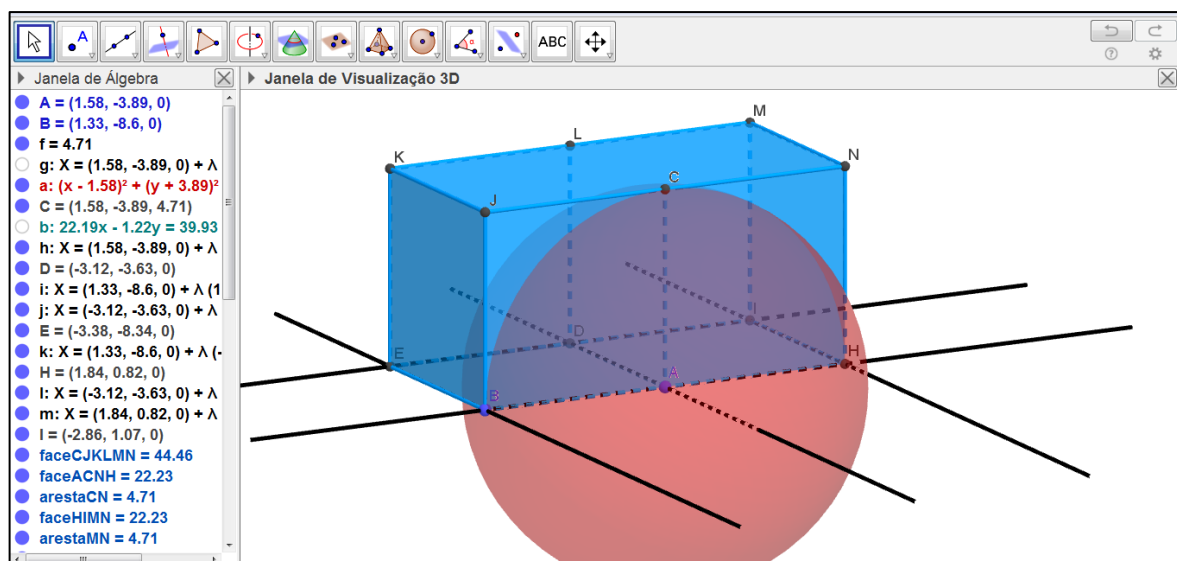
#### 4.2.3 Peça: “Prisma de base retangular / Prisma Horizontal”

A construção desta peça, que pode ser visualizada retornando Figura 14, e da peça anterior (o prisma de base quadrangular) ocorreram em ordens distintas, pois cada aluno escolheu uma delas para construir primeiro. Porém em ambas as construções dos alunos, os procedimentos adotados, esquemas desenvolvidos ou reorganizados, mostraram-se semelhantes e presentes em todas as construções.

Os alunos manuseando as peças físicas, as observaram e estabeleceram relações existentes entre o cubo, o prisma de base quadrangular e o prisma de base retangular. O sólido aqui descrito é constituído por dois cubos, cuja base retangular é obtida por duas faces do cubo e cuja altura é igual à medida da aresta do cubo. Os alunos destacaram, durante o manuseio das peças físicas, que os prismas, ainda não nomeados desta forma, eram iguais, porém um estava no sentido vertical e outro no sentido horizontal. Isso levou todos os alunos a utilizarem a nomenclatura “vertical” e “horizontal” para nomear as suas peças.

Observando as construções realizadas no GeoGebra para o prisma de base retangular, perceberam-se regularidades nas construções, destacando esquemas desenvolvidos e readequados em todas as construções. Pode-se observar na Figura 23 o objeto final obtido pelo Aluno3 e os objetos geométricos utilizados na construção.

Figura 23 – Construção do Prisma de base retangular pelo Aluno3.



Fonte: Acervo pessoal.

A construção dessa peça ocorreu pela elaboração de E.U.s novos ou readequados, considerando que todos estes esquemas constituem um E.A.I. Os esquemas reutilizados ou ampliados decorrem da construção do cubo, em vista que o recurso Nova Ferramenta possibilitou que os alunos utilizassem os objetos geométricos obtidos a partir da construção do cubo, na construção do prisma de base retangular. Conforme observado no manuseio das peças físicas, a relação existente entre a base do cubo e a base do prisma, era de que duas bases do cubo formariam a base do prisma retangular. Sendo assim os alunos desenvolveram um novo esquema a fim de obter o dobro da aresta. Para isto, fez-se uso da esfera, já conhecida na(s) construção(ões) anterior(es), porém readequado à proposta do prisma de base retangular.

Na Figura 23 é possível observar que a esfera foi construída utilizando como centro o ponto A e como raio o segmento  $\overline{AB}$ . Cabe recordar que o segmento  $\overline{AB}$  é o mesmo que limitou a aresta do cubo, definido no início da atividade de construção. Desta forma o prisma de base retangular, construído a partir dos E.U.s existentes e readequados, manteve as propriedades geométricas de construção, para que quando manipulado dinamicamente preservasse as relações para altura e arestas da base.

Os alunos realizaram esta construção de maneiras semelhantes, dado que alguns deles optaram por construir inicialmente o prisma de base quadrada, quando outros escolheram o prisma de base retangular. Em ambos os casos, quando

realizada a segunda construção, esta ocorreu com mais desenvoltura, pois os esquemas utilizados foram os mesmos. Nesse processo, revela-se o processo de gênese instrumental dos alunos e a apropriação do GeoGebra.

Após as construções finalizadas, uma discussão foi levantada a fim de formalizar o conceito do prisma. Algumas nomenclaturas podem ser observadas como a utilizada pelo Aluno2 sendo ela “Janelinha Horizontal”, pelo Aluno4, denominada “Horizontal” e até mesmo “Cubo Horizontal”, pelo Aluno5. Após a discussão, a nomenclatura formal foi apresentada, porém o objeto permaneceu com a nomenclatura utilizada inicialmente por cada estudante.

Para a construção do prisma de base retangular, os E.Us existentes foram fundamentais para agilizar o processo e revelaram o domínio sobre o software. Neste momento, pode-se observar que os alunos estabeleceram relações entre as construções, onde os esquemas foram fundamentais no estabelecimento delas. Sendo assim, o E.A.I resultante dos E.Us utilizados pelos alunos, sejam eles existentes ou reformulados, originou o prisma de base retangular. Nessa construção, os alunos demonstraram certa autonomia, seja ela percebida pelo manuseio do software e seus respectivos recursos, seja pela utilização de esquemas de uso e sua readequação, seja pelos conceitos matemáticos utilizados ou desenvolvidos. O software apresentado aos alunos, inicialmente era apenas um artefato para eles, porém quando desafiados a realizar a construção das peças, este artefato está tornando-se um instrumento para os alunos. Nesse processo, em que as construções são realizadas e os respectivos esquemas de utilização vão sendo construídos, mesmo que de maneiras distintas, ocorre o processo de gênese instrumental pessoal.

#### 4.2.4 Peça: “Prisma de Base Triangular menor / Telhadinho”

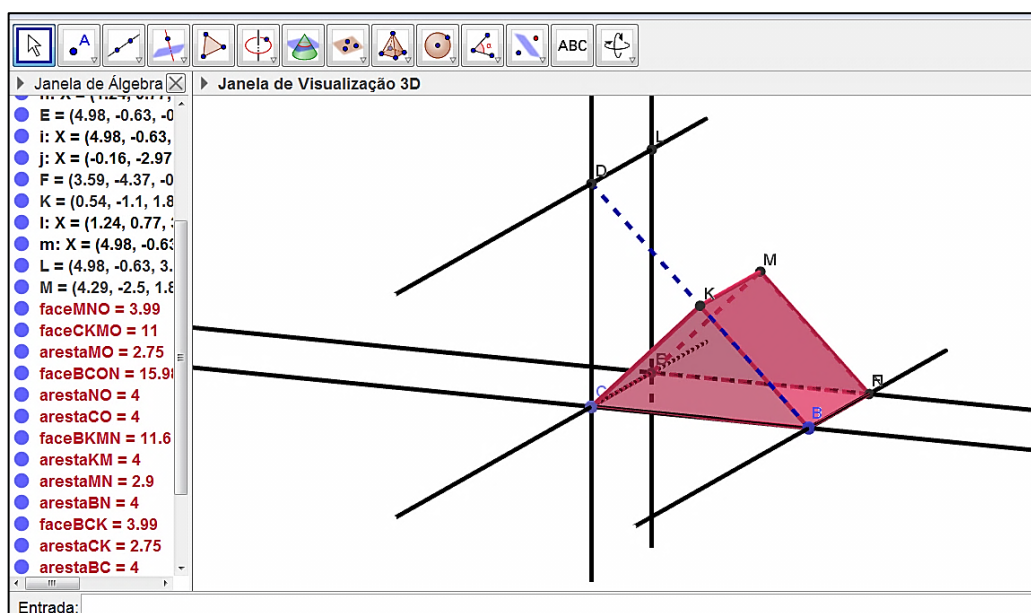
Concluída a construção das peças cubo, prisma de base quadrangular e retangular, os alunos foram desafiados a construir as peças que representariam os “telhados” nas suas futuras construções. Estas peças, que podem ser novamente visualizadas na Figura 14, foram inicialmente manuseadas pelos alunos por meio das peças físicas, a fim de que estabelecessem relações.

Em discussão realizada individualmente com cada aluno, verificou-se a identificação das relações existentes entre as medidas. Cada aluno optou por iniciar

a construção pelo prisma de base triangular menor, o qual o nomearam como “telhadinho menor”. Este prisma foi associado pelos alunos com a construção do cubo. Todos os alunos destacaram que a altura do telhadinho, ou seja, a altura do triângulo representava a metade da altura do cubo. Observaram também que, para utilizá-lo como um telhadinho, uma de suas faces laterais deveria apoiar-se sobre uma base, considerando então que a face que se apoiaria sobre as demais peças deveria ser a mesma face do cubo.

Os Alunos 2, 4 e 5 iniciaram suas construções estabelecendo a altura do triângulo, sendo que esta medida equivaleria à metade da medida da aresta do cubo. Porém esta medida não estava definida, surgindo a necessidade de desenvolver um novo esquema. Os alunos então, ao investigarem o software, encontraram o recurso “Ponto Médio ou Centro”. Foi preciso retomar esquemas já desenvolvidos para utilizar o recurso e definir a base do prisma. Considera-se que o ponto médio é um E.A.I. Este recurso possibilitaria obter o ponto correspondente ao centro da diagonal de qualquer face do cubo. O Ponto Médio da diagonal de uma das faces e dois pontos relativos a esta face foram suficientes para delimitar o triângulo que constituiria a base do prisma de base triangular. A Figura 24 ilustra os elementos geométricos finais obtidos na construção do Aluno2, que foram os mesmos objetos identificados nas construções dos Alunos 4 e 5.

Figura 24 – Construção do prisma de base triangular menor “telhadinho” pelo Aluno2



Fonte: Acervo pessoal.

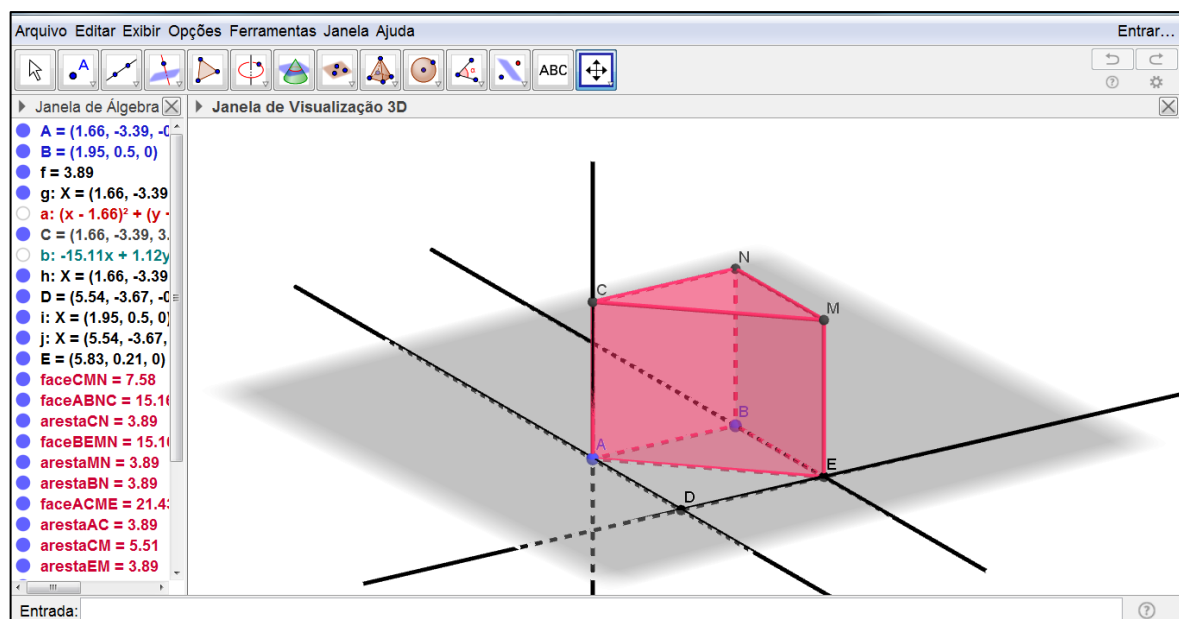
Nesta construção, os alunos garantiram a orientação correta do prisma de base triangular menor, a fim de que o mesmo pudesse dispor-se sobre as demais peças. Observa-se na Figura 24 que os objetos livres, pontos B e C, foram norteadores da disposição e orientação do telhadinho, quando utilizados com os demais objetos construídos. Este fato ocorreu porque os alunos garantiram as propriedades matemáticas da construção e utilizaram E.U.s já desenvolvidos, sendo estes os mesmos utilizados na construção do cubo, e o novo esquema desenvolvido a fim de determinar a altura do triângulo.

Uma discussão no grande grupo foi levantada pelos próprios alunos durante a construção, principalmente no momento em que deveriam delimitar o objeto. Esta discussão versava sobre qual sólido geométrico deveriam utilizar para esta construção do telhadinho. Os sólidos pirâmide e prisma foram levantados pelos alunos. A partir de alguns questionamentos levantados pela pesquisadora, os alunos foram capazes de diferenciar ambos objetos a partir das faces que os compõem, ou seja, a pirâmide tem apenas uma base e faces laterais triangulares e o prisma, associando às construções anteriores, tem faces laterais compostas por quadriláteros. Esta discussão possibilitou que os alunos aprimorassem o conceito de prisma, podendo assim diferenciá-lo dos demais sólidos geométricos. Destaca-se nesta discussão a presença dos esquemas de utilização desenvolvidos até então, assim como os conceitos matemáticos envolvidos, pois eles permitiram aos alunos identificar e diferenciar os sólidos, por meio da análise dos elementos geométricos que os compõem.

Os Alunos 4 e 5 inicialmente tiveram algumas dificuldades na construção do prisma. Foi necessário retomar os esquemas desenvolvidos anteriormente para o uso do recurso prisma. Estes alunos, 4 e 5, foram instigados pela pesquisadora, quando requisitaram sua presença, levando-os a retomar o esquema já construído, sendo que este apenas precisava ser readequado a essa nova situação. Diferentemente dos prismas e do cubo construídos anteriormente, o prisma de base triangular tem sua base em uma face lateral, o que gerou confusão para os Alunos 4 e 5. Após a retomada dos E.U.s necessários para a delimitação do prisma e com base na discussão que havia sido realizada anteriormente, a construção foi finalizada.

Os Alunos 1 e 3 inicialmente definiram a base do prisma utilizando a base de construção do cubo. A Figura 25 ilustra o procedimento adotado por estes alunos.

Figura 25 – Construção inicial do prisma de base triangular menor pelo Aluno3



Fonte: Acervo pessoal.

Ao observar a construção realizada, que se encontrava na posição adequada para as construções futuras, a pesquisadora precisou intervir, trazendo novamente para a discussão as peças físicas. Os Alunos 1 e 3 então manusearam a peça física compreendendo qual a orientação em que esta deveria ser construída. Os esquemas desenvolvidos até o momento não foram suficientes para a construção deste prisma, fazendo com que os alunos ampliassem os esquemas para novas posições de prisma, cujas bases não estão em posição horizontal. Os alunos refizeram a construção utilizando o novo esquema desenvolvido e readequando os já existentes.

A construção desta peça inicialmente desestabilizou os alunos, por ter uma configuração diferente das anteriores, exigiu ser compreendida através dos elementos geométricos que a constituem. Sendo assim, o E.A.I resultante dos E.Us elaborados e readequados, originou o prisma de base triangular, constituído por uma de suas faces laterais igual à face do cubo, possibilitando desta maneira que quando utilizado nas construções com os demais objetos ele cumpra o papel de “telhadinho”.

Após a construção desta peça e a inserção de uma nova ferramenta para a mesma, a pesquisadora questionou os alunos, individualmente, sobre a nomenclatura geométrica utilizada para ela. Os Alunos 3, 4 e 5 inicialmente citaram a ideia de pirâmide, que logo em seguida foi descartada quando comparada com as figuras geométricas que compõem as Pirâmides do Egito. Ao estabelecer a relação

com sólidos do cotidiano, estes alunos descartaram esta possibilidade, reconhecendo as figuras planas que compõe as faces do prisma. Foram então instigados a comparar com os prismas construídos anteriormente, levando-os a identificar as faces retangulares e quadrangulares que constituem os prismas anteriores. O pesquisador questionou sobre as faces paralelas dos prismas anteriores, destacando a existência das mesmas no “telhadinho”. Os alunos observaram também as faces laterais do telhadinho como quadriláteros, reconhecendo então o telhadinho como prisma de base triangular.

Ao término desta construção, o E.A.I que possibilitou originar o prisma de base triangular é constituído por E.Us que surgiram a partir de necessidades provenientes das construções dos objetos. Muitos destes E.Us foram utilizados novamente a fim de originarem o prisma de base triangular, telhadinho. Os alunos desenvolveram durante todas as construções autonomia em relação ao software, permitindo que o mesmo passasse a ser um instrumento para suas construções. De fato, a investigação dos recursos do artefato GeoGebra estiveram presentes constantemente, sempre que um novo esquema precisava ser elaborado. Ocorrendo assim o processo de gênese pessoal, levando em conta as particularidades de cada aluno.

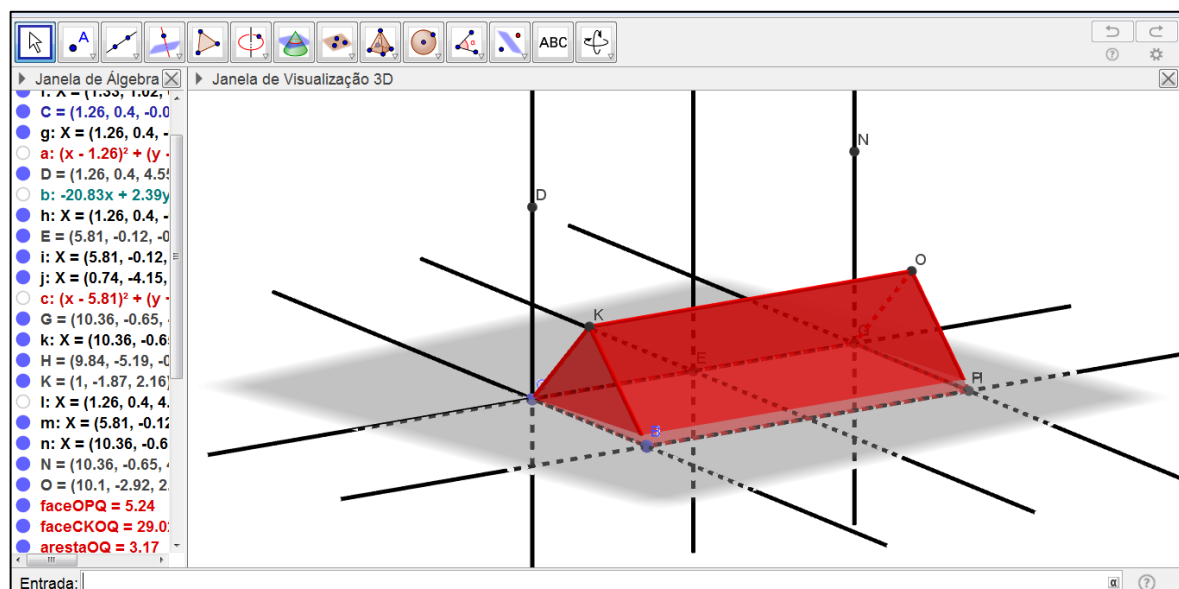
#### 4.2.5 Peça: “Prisma de Base triangular maior – Telhado”

A última peça a ser construída pelos alunos foi o prisma de base triangular maior, denominado pelos alunos como Telhado ou Telhado Grande. Quando analisado a partir do objeto físico, os alunos criaram um comparativo com o prisma de base triangular menor, construído anteriormente. A orientação do telhado deveria manter a mesma configuração do telhadinho, considerando uma das faces laterais sendo a “base do telhado”, para que o objeto cumprisse sua função no jogo.

Aspectos sobre os dois prismas de bases triangulares foram levantados, criando um comparativo quanto a suas construções. Identificaram que o que diferencia os dois prismas é que a “base do telhado”, ou seja, a face lateral do prisma de base triangular maior possuiria o dobro da altura da “base do telhadinho”, face lateral do prisma de base triangular menor. O triângulo que compõe as bases de ambos os prismas de base triangular é o mesmo. Sendo assim os alunos já tinham um esquema pronto, vindo a apenas reorganizá-lo para que este

determinasse o tamanho das faces laterais do prisma de base triangular maior. Definiu-se um padrão nas construções dos alunos, que pode está ilustrada na Figura 26.

Figura 26 – Construção do prisma de base triangular maior, “Telhado”, pelo Aluno5



Fonte: Acervo pessoal.

Observa-se, na Figura 26, que os esquemas utilizados nas construções anteriores proporcionaram a construção desta peça. O Aluno3 utilizou os esquemas construídos anteriormente para a execução da construção desta peça. Procedimento este também identificado nas construções dos demais alunos.

O esquema para a construção das bases triangulares foi utilizado novamente, possibilitando manter a orientação do objeto. Uma das bases triangulares foi utilizada da construção anterior e outra foi obtida utilizando o E.U.s associado a ela. A base do telhado manteve as dimensões do prisma de base retangular, e foi facilmente obtido pela reutilização de um E.U.s já existente.

O E.A.I que originou o telhado é resultado de E.U.s reutilizados e reorganizados para esta construção. O software GeoGebra apresenta-se como um instrumento funcional de construção para o aluno, nas situações propostas.

A nomenclatura não foi motivo de discussão após a construção desta peça, pois os alunos associaram à construção anterior, vindo a identificar o objeto geométrico. Todos os alunos optaram por nomear este prisma de base triangular maior, ao obter uma nova ferramenta, associando ela ao nome do objeto no jogo,

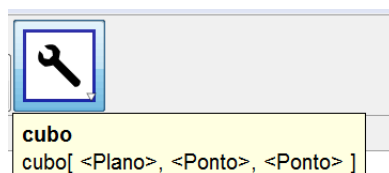


como telhado. Mas a definição e o conceito de prisma foram identificados por todos alunos.

### 4.3 Construção do projeto Arquitetônico

Após a construção das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>, os alunos foram desafiados a assumirem o papel de engenheiros e criar construções livres a partir de suas peças. A Figura 27 ilustra os elementos solicitados pelo GeoGebra para a inserção da peça Cubo.

Figura 27 – Elementos necessários para inserir a peça Cubo do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>

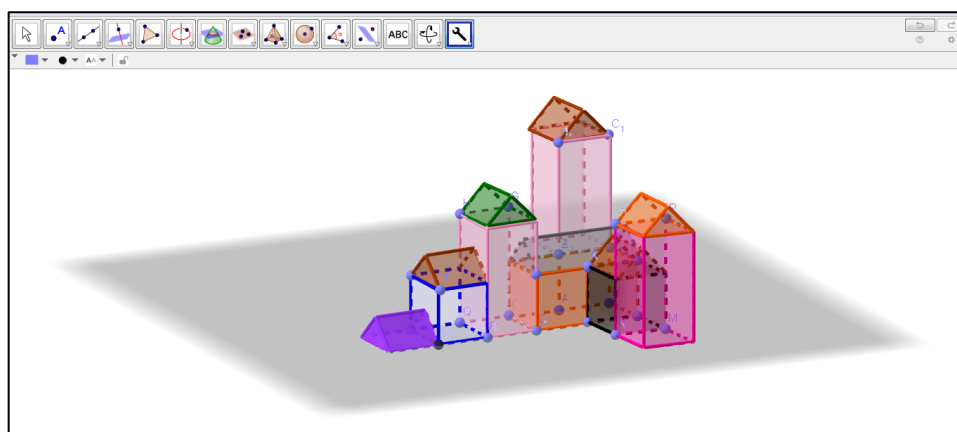


Fonte: Acervo pessoal.

Conforme imagem acima um esquema precisou ser elaborado pelos alunos a fim de que as peças que compunham a sua criação tivessem dependência umas das outras. Para isso cada novo objeto ao ser inserido, deveria ter seus dois pontos sobre as arestas da peça já existente. Compondo desta forma um E.A.I. que possibilitaria que a construção fosse dinâmica em sua totalidade.

A Figura 28 ilustra a construção realizada pelo Aluno1.

Figura 28 – Criação elaborada pelo Aluno1

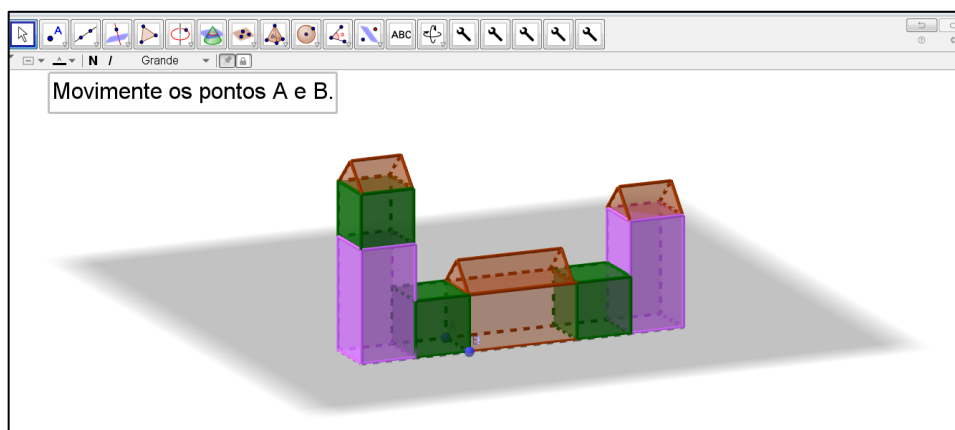


Fonte: Acervo pessoal.

O Aluno1 efetuou sua construção utilizando todas as ferramentas criadas, ou seja, utilizando todas as peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>.

A Figura 29 ilustra a construção realizada pelo Aluno2.

Figura 29 – Criação elaborada pelo Aluno2

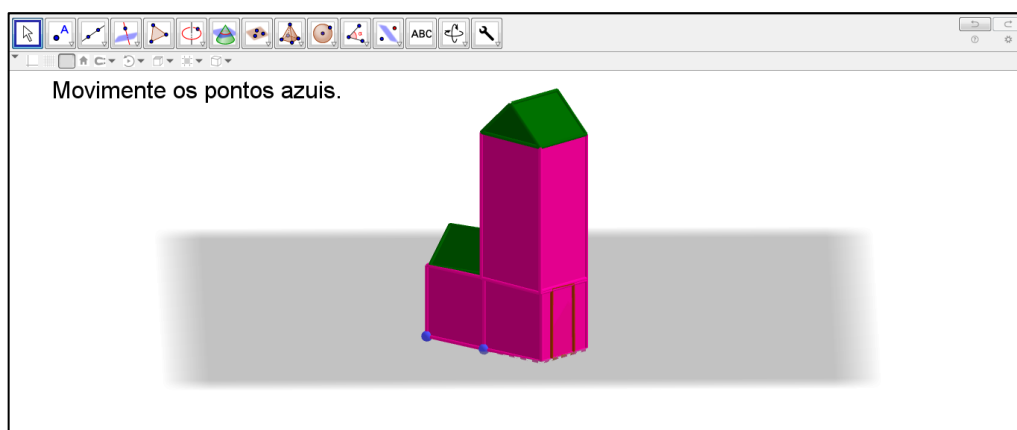


Fonte: Acervo pessoal.

A construção elaborada pelo Aluno2 também utilizou todas as peças construídas do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>, sendo estas de autoria própria. Pode-se observar, conforme Figura 29, que o Aluno2 deixou destacados apenas os pontos A e B, indicando na interface que estes pontos podem ser movimentados. Desta forma, o aluno garantiu que ao movimentá-los a construção seja dinâmica, sem perder as proporcionalidades. Os pontos A e B escolhidos decorrem do fato de ter sido os dois pontos iniciais inseridos sobre o plano a fim de construir a primeira peça.

A Figura 30 ilustra a construção realizada pelo Aluno3.

Figura 30 – Criação elaborada pelo Aluno3

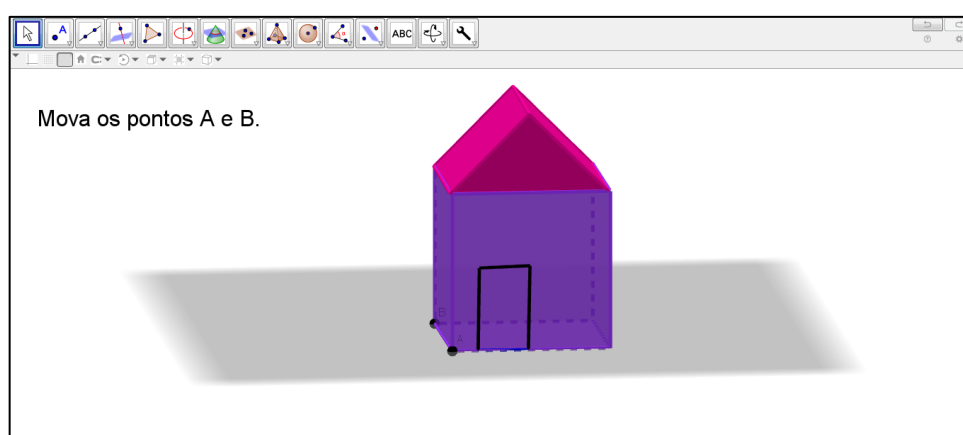


Fonte: Acervo pessoal.

O Aluno3, ao realizar sua criação, utilizou apenas as peças Cubo, prisma vertical e telhadinho menor. Garantiu que sua criação se tornasse dinâmica permitindo que apenas os pontos azuis pudessem ser movimentados. Sendo estes os pontos inseridos inicialmente. Observa-se que na face de um dos cubos encontra-se um polígono, construído pelo aluno a fim de representar uma porta. Para a construção deste polígono, o aluno utilizou esquemas adquiridos anteriormente.

A Figura 28 ilustra a construção realizada pelo Aluno4.

Figura 31 – Criação elaborada pelo Aluno4.



Fonte: Acervo pessoal.

A criação do Aluno4 contempla a utilização das peças cubo e telhadinho menor. Nesta construção, o aluno utilizou um polígono para representar uma porta, levando a representar a construção de uma casa. O aluno também garantiu que sua construção fosse dinâmica, ao evidenciar os pontos A e B, possibilitando movimentá-los.

#### 4.4 Elaboração da proposta de aula

Nesta seção serão descritos alguns aspectos relevantes quanto à construção das propostas de atividades para futura realização em sala de aula, a fim de observar e levantar indícios da ocorrência do processo de gênese instrumental profissional. Os alunos participantes da pesquisa deveriam desenvolver uma construção dinâmica que contemplasse uma proposta didática utilizando o GeoGebra. Após a construção, seria realizado o *upload* do arquivo para o GeoGebra

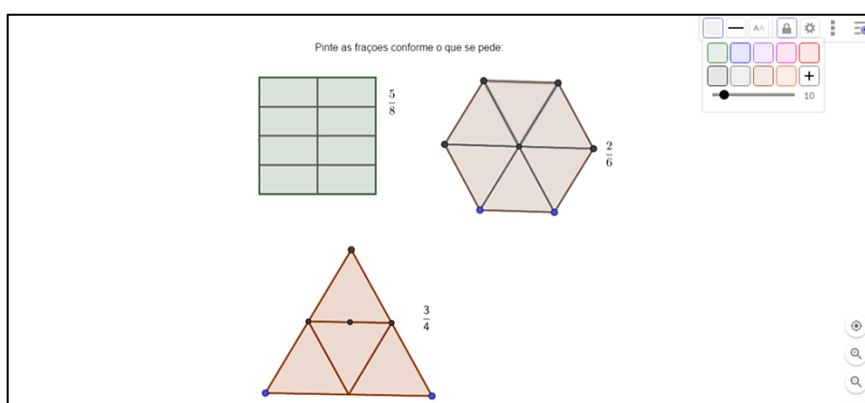
Book para ficar disponível na internet<sup>11</sup>. Os alunos deveriam também elaborar um Plano de Aula que descrevesse a proposta de utilização da construção para a atividade elaborada. A seguir, apresentamos a proposta de cada aluno individualmente.

#### 4.4.1 Proposta de atividade Aluno1

O Aluno1 buscou desenvolver uma proposta de atividade com o tema frações, direcionada ao 5º ano do Ensino Fundamental I. O plano de Aula desenvolvido pelo Aluno1 consta no APÊNDICE D. Sua proposta inicial era construir um arquivo em que a fração modificasse os valores do numerador e do denominador, ao passo que eram alteradas as partes do todo. Pode-se perceber nessa ideia, que o Aluno1 reconhece a importância do dinamismo no processo de exploração de um conceito matemático. Porém, após discussões realizadas entre a pesquisadora e o aluno sobre os recursos a serem utilizados para a construção do arquivo, o mesmo decide modificar a ideia e reelaborar a proposta.

Ao reelaborar sua proposta, o Aluno1 busca proporcionar ao seu futuro aluno a interação com o software, no sentido de apresentar uma determinada fração e propor que o aluno pinte a fração indicada. Para a construção, ele utilizou diversas formas geométricas para representar a ideia de frações, dividindo-as conforme o “todo” correspondente a cada fração indicada. A Figura 32 ilustra a interface do arquivo construído pelo Aluno1, sendo esta a mesma interface que os seus futuros alunos poderão interagir.

Figura 32 - Arquivo construído pelo Aluno1 na realização da proposta de atividade



Fonte: Acervo pessoal.

<sup>11</sup> O acesso pode ser realizado em <https://www.geogebra.org/m/baWRzztV/pe/211071>.

Ao elaborar as figuras, solicitou auxílio para a construção de partes iguais. Ao ser instigado pelo pesquisador, por meio de questionamentos como: de que maneira é possível dividir ao lados em partes iguais?, qual ou quais recursos possibilitam obter partes iguais?, o aluno retoma os esquemas já existentes fazendo uso do recurso “Ponto Médio”, vindo a inseri-lo sobre cada segmento que forma os lados do polígono inicial. Após obter o Ponto Médio de cada lado, utilizou o esquema que contempla o uso de segmentos a fim de delimitar as partes.

Na Figura 32, é possível observar que, para modificar a cor, o aluno deverá clicar sobre cada “parte”, ou seja, sobre cada polígono, para então modificar a cor deste, recurso este proporcionado pelo software. O aluno precisou inserir um novo polígono para cada parte, a fim de que fosse possível pintar cada um deles de forma independente, realizando este processo a partir de esquemas já obtidos.

Na construção do polígono triângulo, inicialmente o Aluno1 não preservou a ideia de “parte do todo”, pois ao inserir o ponto médio para dividir o triângulo e obter as partes da fração, o fez apenas sobre dois lados do triângulo obtendo um triângulo e um quadrilátero. Ao ser questionado, o Aluno1 retomou o conceito de fração e observou que deveria obter partes iguais do todo, corrigindo o erro.

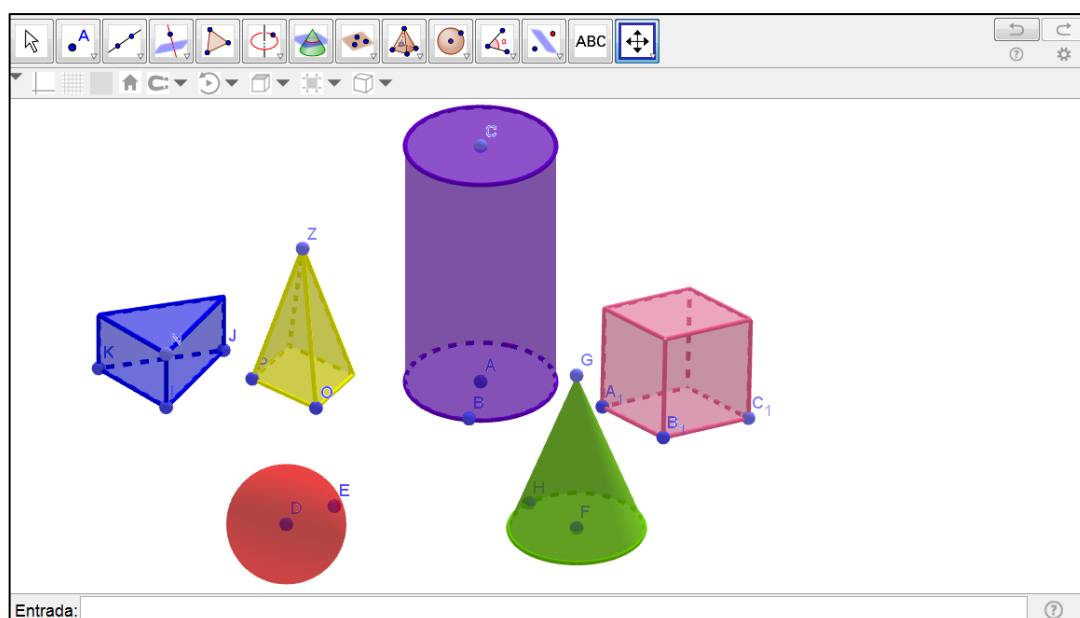
Parte esta construção, fez-se necessário retomar o conceito de fração, o qual o Aluno1 apresentou significativo domínio sobre o mesmo. A proposta contempla também a exploração do software GeoGebra e o uso dos recursos disponíveis pelos futuros alunos do Aluno1.

Quanto à elaboração do arquivo, o Aluno1 utilizou os esquemas obtidos nas construções anteriores, mostrando que o software se tornou um instrumento pessoal e abriu portas para utilização em sua futura vida profissional. A proposta elaborada pelo Aluno1 apresenta indícios de um início de processo de gênese instrumental profissional, pois aborda o software em sua proposta apenas como um recurso que possibilita concretizar conceitos já conhecidos, não permitindo que seus futuros alunos possam explorar ou venham a explorar software a fim de elaborar os conceitos abordados na proposta. O potencial didático oferecido pelo dinamismo do software GeoGebra, capaz de levar os futuros alunos a aprenderem novos conceitos, mostrou-se superficial na proposta apresentada pelo aluno, que parece apoiar-se em exemplos de atividades estáticas usualmente disponíveis em livros didáticos.

#### 4.4.2 Proposta de atividade Aluno2

A proposta elaborada pelo Aluno2 visa contemplar alunos do 5º ano e pode ser visualizada na íntegra no APÊNDICE E. Em sua proposta, o aluno visa proporcionar aos seus futuros alunos uma interação com o GeoGebra na janela de visualização 3D, a fim de distinguir sólidos geométricos, nomeá-los e identificar algumas propriedades matemáticas que os compõem. Essas propriedades dizem respeito às figuras geométricas que compõem os sólidos e às relações entre medidas de arestas. Na Figura 33 pode ser visualizada a interface do arquivo construído pelo Aluno2 para utilização com seus futuros alunos.

Figura 33 - Arquivo construído pelo Aluno2 na realização da proposta de atividade



Fonte: Acervo pessoal.

No desenvolvimento de sua proposta, o Aluno2 fez uso dos esquemas obtidos anteriormente para a construção de seu arquivo, que contempla a construção de sólidos geométricos. Para a construção dos sólidos, o aluno precisou dar a devida atenção às propriedades de cada sólido. Para isso, fez uso de esquemas para construção de polígonos, que delimitariam as bases, e retas perpendiculares que definiriam altura, mantendo o sólido perpendicular com a base inicial de construção.

As construções dos sólidos realizadas pelo Aluno2, ilustradas na Figura 33, foram efetivadas a partir de esquemas que o aluno já possuía, permitindo assim que o software se tornasse um instrumento de concretização de sua proposta. Os futuros

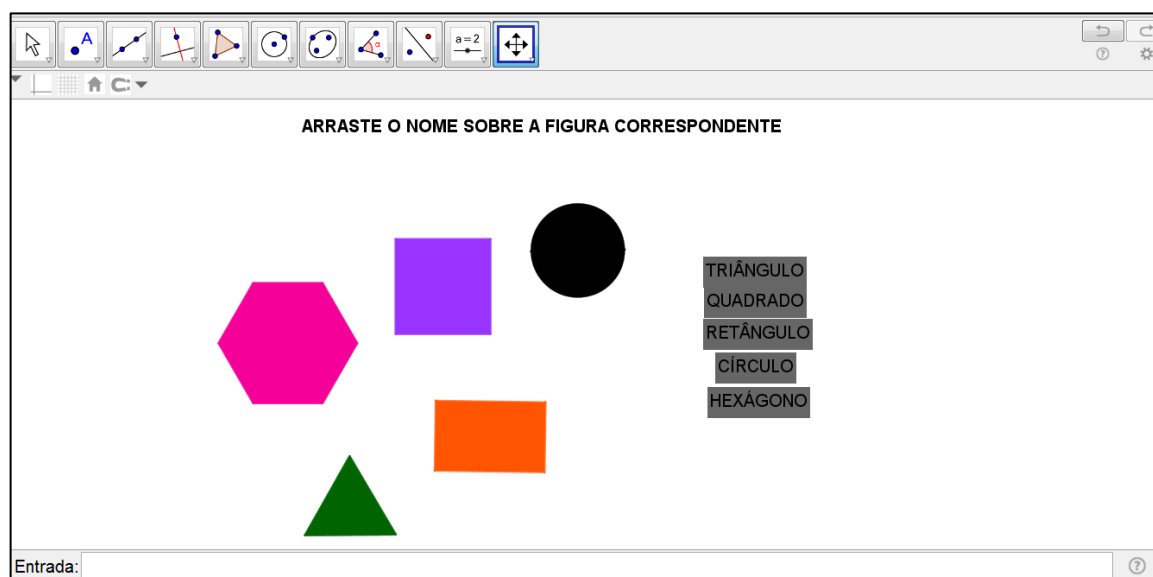
alunos que poderão a vir manusear o arquivo, o farão de forma estável de modo que ao movimentar os pontos azuis poderão visualizar os sólidos geométricos de diferentes maneiras sem que os mesmos se deformem.

O Aluno2 desenvolveu um arquivo que possibilita aos seus futuros alunos o manuseio dinâmico dos sólidos geométricos. A proposta alia a exploração de conceitos a fim de identificar os sólidos e visualizar os elementos que os compõem, evidenciando um primeiro passo em direção ao uso do potencial dinâmico do GeoGebra.

#### 4.4.3 Proposta de atividade Aluno3

A proposta elaborada pelo Aluno3 prevê ser aplicada com alunos de 2º ano a 5º ano do Ensino Fundamental I. Conforme descrito no APÊNDICE F, a proposta visa construir um arquivo em que o aluno observará figuras geométricas planas, vindo a associá-las a sua respectiva nomenclatura. A Figura 34 ilustra a interface do arquivo elaborado pelo Aluno3 que poderá vir a ser manuseado pelos seus futuros alunos.

Figura 34 - Arquivo construído pelo Aluno3 na realização da proposta de atividade



Fonte: Acervo pessoal.

Os polígonos utilizados na construção, em sua grande maioria, foram construídos utilizando o recurso “Polígono Regular” disponível no software. Apenas o polígono retângulo foi construído pelo aluno. Para realização da construção do

retângulo, o aluno solicitou a intervenção da pesquisadora, sendo que esta veio a provocá-lo a retomar os esquemas já desenvolvidos. A provocação se deu por meio de questionamentos que levaram o aluno a refletir sobre as propriedades do retângulo e sobre os recursos do GeoGebra. Percebeu-se que o Aluno3, ao ser questionado pela pesquisadora sobre quais os elementos geométricos seriam necessários para a construção do retângulo, demonstrou desconhecimento sobre as propriedades relativas a este polígono, fato este que dificultou a construção. Assim, os recursos do GeoGebra utilizados anteriormente não foram evocados pelo Aluno3.

Cabe ressaltar que o processo de gênese instrumental pessoal ocorre de maneiras distintas em cada sujeito e, portanto, os alunos encontram-se em diferentes etapas de apropriação do GeoGebra. O desenvolvimento do processo de gênese instrumental pessoal influencia no processo de gênese instrumental profissional, pois o primeiro dará suporte à elaboração de propostas que visem a exploração do software, podendo desencadear o segundo processo.

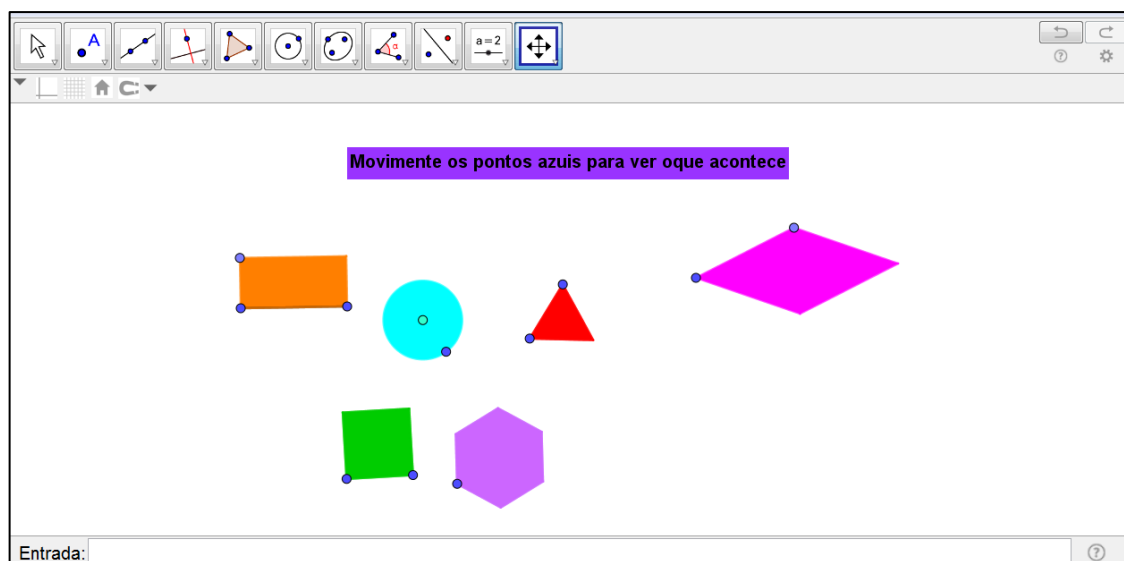
A proposta elaborada pelo Aluno3 visa formalizar o conceito de geometria plana no que diz respeito à nomenclatura de figuras planas. Porém a proposta não contempla a exploração do software como um recurso capaz de proporcionar aos futuros alunos a compreensão de conceitos matemáticos. Os indícios de gênese instrumental profissional mostram-se muito superficiais na proposta desenvolvida pelo Aluno3 que não explora o software como recurso potencializador de construção de conceitos matemáticos.

#### 4.4.4 Proposta de atividade Aluno4

A proposta elaborada pelo Aluno4 (APÊNDICE G) foi elaborada visando atender alunos de 4º ano do Ensino Fundamental I. O arquivo foi construído usando a janela de visualização 2D do GeoGebra. Conforme o plano elaborado pelo Aluno4, este visava proporcionar aos alunos a familiarização de alguns polígonos regulares e do círculo, oferecendo a eles dinamicidade na exploração dos objetos. A Figura 35 ilustra a interface do arquivo criado para a proposta do aluno.



Figura 35 - Arquivo construído pelo Aluno4 na realização da proposta de atividade



Fonte: Acervo pessoal.

Para construção das figuras geométricas da proposta, o pesquisador apresentou o recurso polígono regular, visto que este aluno não esteve presente no primeiro encontro, no qual o recurso havia sido explorado, possibilitando que o Aluno4 construísse um esquema relativo à utilização do recurso “Polígono Regular”. Foram construídos, através do novo esquema desenvolvido, os polígonos regulares: quadrado, triângulo e hexágono. Ao solicitar o auxílio da pesquisadora para realizar a construção do retângulo e do losango, o Aluno4 foi inicialmente instigado a definir as propriedades geométricas relativas a cada um destes polígonos. Algumas propriedades eram desconhecidas pelo aluno, que prontamente utilizou recursos de pesquisas online para buscar as propriedades do retângulo e do losango. Em posse dessas propriedades, elaborou um esquema para construir o retângulo, que fez uso dos esquemas já conhecidos relativos às retas perpendiculares e paralelas, sendo que estas delimitaram os vértices do retângulo. Para a construção do losango, o Aluno4 utilizou a propriedade relativa às diagonais perpendiculares, desenvolvendo um novo esquema para esta construção.

As construções realizadas pelo Aluno4 exploraram o uso dos recursos oferecidos pelo software. Após suas criações, ao movimentar os pontos “azuis”, assim denominado pelo mesmo, percebe-se que as construções mantêm as propriedades geométricas estáveis. Assim, o aluno passa a integrar os conceitos matemáticos necessários para a estabilidade de construção juntando-os à dinamicidade que o software oferece. A atividade foi pensada pelo aluno a fim de

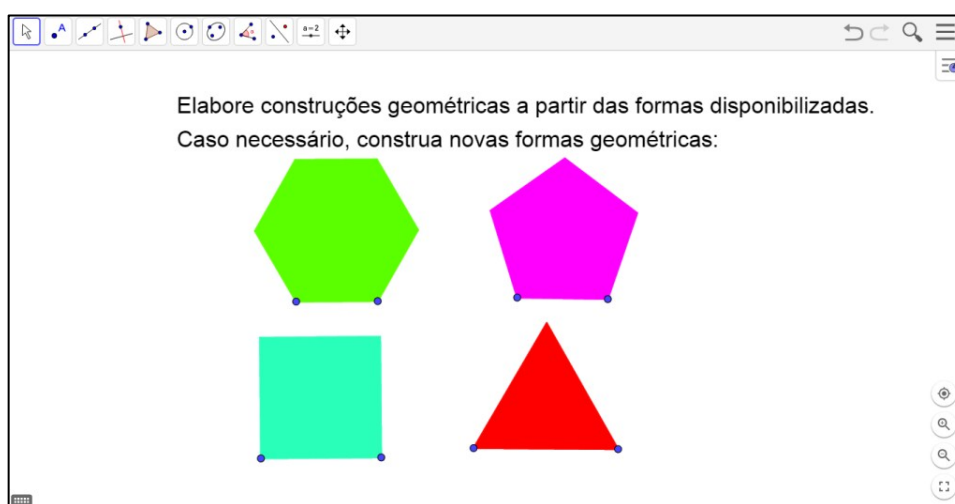
contemplar uma série em específico, sendo assim indícios de gênese profissional podem ser percebidos na proposta, por aliar a matemática e o software, pensando nas necessidades da sala de aula para a qual a atividade foi pensada.

A dinamicidade oferecida na proposta do Aluno4, no que diz respeito ao movimento das figuras construídas, possibilita a elaboração de conjecturas e a exploração de propriedades geométricas, mas também evidencia o entendimento do potencial do software. A partir das construções dinâmicas e da exploração proposta do Aluno 4, além de explorar os recursos do GeoGebra em suas atividades, ou seja, dar evidências da a gênese pessoal, reconhece o potencial do recurso dinâmico do software, abrindo possibilidade para que seus futuros alunos possam vir também a explorar, demonstrando assim indícios da gênese profissional.

#### 4.4.5 Proposta de atividade Aluno5

A proposta desenvolvida pelo Aluno5 visa contemplar alunos do 4º ano do Ensino Fundamental I, e poderá ser encontrada no APÊNDICE H. O arquivo elaborado pelo Aluno5 poderá vir a ser manuseado pelos seus futuros alunos, a fim de que, ao manusearem figuras geométricas, possam criar construções com as mesmas. A atividade propõe levar o aluno a reconhecer as figuras geométricas, sendo utilizados polígonos regulares, e a construir novos polígonos regulares. A Figura 36 ilustra a interface do arquivo criado pelo Aluno5 para a sua proposta de atividade.

Figura 36 - Arquivo construído pelo Aluno5 na realização da proposta de atividade



Fonte: Acervo pessoal

O Aluno5, ao utilizar o tempo destinado para elaboração da proposta, passou grande parte dele buscando ideias de atividades. Inicialmente expôs à pesquisadora a motivação em construir um Tangram<sup>12</sup>. Ao ser questionado sobre quais as peças existentes e as relações que deveriam se manter entre as mesmas, o mesmo desistiu da ideia. Em seguida solicitou novamente a presença da pesquisadora, pois queria construir um quebra-cabeça composto por polígonos a serem construídos com o GeoGebra, tomando como base uma determinada imagem. Porém ao investigarem, Aluno5 e pesquisador, o software não possibilita que imagens sejam inseridas como preenchimento de polígonos. As imagens inseridas no software multiplicam-se preenchendo todo o plano de trabalho. Por fim o Aluno5 optou em propor a realização de construções livres a partir de polígonos regulares. Para isto o mesmo deixou alguns polígonos na interface do arquivo criado e sugeriu a construção de outros polígonos, caso desejarem.

A proposta apresenta indícios do processo de gênese instrumental profissional, podendo vir a possibilitar que os futuros alunos manuseiem o software a fim de realizarem construções. Os futuros alunos precisarão explorar o software, desenvolvendo esquemas que os possibilitem construir figuras geométricas planas novas que efetivarão a sua proposta de “construção”. Por exemplo, caso o aluno deseje construir uma casa, precisará compreender quais as figuras planas que compõe a sua construção e ao inseri-las, deverá obter relações entre seus tamanhos. Este exemplo foi citado pelo Aluno5 durante a elaboração de sua proposta e observa-se que a partir deste exemplo o aluno poderá ser levado a explorar novos conceitos matemáticos através do GeoGebra. A partir da proposta elaborada pelo Aluno5 os futuros alunos poderão explorar as potencialidade e limitações do GeoGebra através de suas construções, sendo o software um recurso que poderá levar à construção de novos conceitos matemáticos.

Finalizadas as análises das propostas apresentadas nesta seção, observa-se que os alunos se encontram em diferentes níveis no processo de gênese instrumental. A proposta de elaboração de atividade com o GeoGebra poderia ocorrer utilizando ambas as janelas de visualização, 2D ou 3D. Conforme ressaltado

---

<sup>12</sup> Tangram é um jogo composto por 7 peças sendo elas: 2 triângulos grandes, 1 triângulo médio, 2 triângulos pequenos, 1 quadrado e 1 paralelogramo. Acredita-se que tenha sido originado na China. Este jogo possibilita que, a partir de suas peças, diferentes construções possam ser realizadas, obtendo figuras geométricas e imagens: quadrado, trapézio, barco, animais... Disponível em: <https://www.geniol.com.br/raciocinio/tangram/>. Acessado em 11/01/2019.

na teoria, o processo de apropriação do software é lento e gradativo. Assim, apenas indícios da gênese instrumental profissional puderam ser observados.

Ao observar a gênese instrumental pessoal, percebe-se que o processo de apropriação do software é distinto em cada aluno. As atividades propostas na oficina exploraram alguns recursos do software, o que permitiu o desenvolvimento de esquemas relativos a esses recursos. Dessa forma, o processo de gênese instrumental pessoal em andamento pode justificar a fragilidade no processo de gênese instrumental profissional.

O capítulo a seguir apresentará algumas considerações finais obtidas com base na teoria da Gênese Instrumental referentes às construções das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup> e das propostas elaboradas. Além desta análise, destacam-se aspectos relevantes na organização e aplicação da oficina.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa é resultado de inquietamentos advindos da experiência com a disciplina de Matemática para alunos do Ensino Médio Normal/Magistério e o distanciamento encontrado entre os conteúdos abordados nesta modalidade com o fazer em sala de aula dos normalistas enquanto futuros professores. Diante disto, ao vislumbrar o potencial que a tecnologia vem a calhar em sala de aula, principalmente no que diz respeito aos softwares de matemática dinâmica, surge a possibilidade de aliar os conteúdos obrigatórios a uma prática que oferecesse aos normalistas uma oportunidade de utilização futura.

Assim, desde que atuo<sup>1</sup> com alunos do Ensino Médio, a Geometria Espacial, dentre todos os conteúdos, ganha maior interesse da minha parte. Aliando então este desejo e a obrigatoriedade, segundo currículo da escola, em trabalhar Geometria Espacial na 3ª série do Ensino Médio Normal/Magistério a proposta de atividade ganha forma. Durante a elaboração da oficina, questionamentos surgem e o desejo de aliar também uma geometria espacial que tenha representação física.

Dessa forma, a utilização das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>, com toda a sua dinamicidade de construção física, ganha espaço no estudo da geometria espacial através de suas formas e na busca de propriedades que concretizem sua construção no GeoGebra.

Assim, o tema da pesquisa estava definido e, a fim de analisar os dados que seriam coletados, a Teoria Instrumental de Rabardel (1995) vem dar suporte, possibilitando análises mais aprofundadas sobre o processo de apropriação tecnológica dos sujeitos da pesquisa.

A elaboração de esquemas de utilização (E.U) por parte dos indivíduos pesquisados não ocorreu da mesma maneira para todos. Em virtude disto, as análises que foram realizadas no capítulo anterior ressaltaram esquemas presentes frequentemente nas construções. Mas o processo de gênese instrumental ocorrido em cada indivíduo foi distinto entre si.

A construção das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup> no software GeoGebra permitiu que fossem analisados esquemas construídos pelos alunos, a fim de analisar o processo de gênese instrumental pessoal. Com base nas análises

---

<sup>1</sup> Nas considerações finais será utilizada a 1ª pessoa do singular, por conter passagens que expressam as vivências da pesquisadora e seu olhar diante da pesquisa realizada.

realizadas, percebeu-se que os alunos desenvolveram diversos esquemas de utilização ao manipular o artefato (GeoGebra), transformando-o em instrumento, considerando que inicialmente nenhum dos alunos participantes da oficina havia tido contato com o software. Cabe destacar que esses alunos não possuíam domínio completo do software ao término da pesquisa, pois o processo de elaboração de um instrumento é complexo e longo.

Desenvolver esquemas e perpassar a gênese instrumental levou não somente ao início de apropriação do GeoGebra, como também à descoberta e à formalização de conceitos geométricos, objetivo este que também estava atrelado à pesquisa. O estudo da geometria espacial ainda era um campo desconhecido pelos alunos, sendo assim necessário estudo e busca por informação, por parte deles. Foi a partir de um segmento inicial construído no GeoGebra, que todas as peças deveriam surgir, possibilitando por meio do par esquemas de uso (E.U.s) + esquemas de ação instrumentada (E.A.I) que todas as peças tivessem proporcionalidade entre si. Somente desta forma, quando os alunos elaboraram seus projetos, realizando construções com as peças construídas no software, tiveram a oportunidade de observar a relação existente entre as peças, na qual ao movimentar o ponto inicial o projeto todo movimentasse (aumentar, diminuir, girar) ao mesmo tempo e sem perder a proporção e as propriedades. Mesmo que de maneiras distintas, observa-se que os alunos desenvolveram esquemas e iniciaram o processo de apropriação do software.

A tarefa final contemplava a elaboração de uma proposta de atividade pelos alunos visando futura aplicação em suas salas de aulas futuras, com a expectativa de que utilizassem a janela de visualização 3D do GeoGebra. Percebeu-se que nas propostas o dinamismo da base tridimensional foi deixado de lado pela maioria dos alunos. Logo, ao analisar o processo de gênese instrumental profissional, perceberam-se poucos indícios do mesmo. Acredita-se que este fato decorreu da fragilidade da gênese pessoal, reflexo do pouco tempo de aplicação da oficina, o que aponta para um ponto a ser observado em uma reaplicação. O tempo de exploração inicial do software poderia ser maior e as construções das peças poderiam ser tratadas individualmente, reservando mais encontros para isto. A pouca utilização da janela de visualização 3D do GeoGebra nas propostas finais também pode estar associada à dificuldade dos alunos com Geometria Espacial, fato este percebido durante a realização da oficina.

O processo de gênese é lento e gradativo, por isso acredita-se que a ampliação no tempo de aplicação da oficina ampliaria as possibilidades para os alunos desenvolverem mais esquemas de utilização, avançando no processo de gênese instrumental pessoal. Como consequência, poderia desencadear o processo de gênese instrumental profissional com a elaboração de propostas inovadoras e mais ousadas.

Outro aspecto observado na pesquisa foi certa desmotivação por parte de alguns alunos quanto ao uso do software. Quando se deparavam ao menor problema, desistiam de buscar soluções e solicitavam minha presença. Foi necessário empenho para manter a motivação desses alunos, incentivando-os e os parabenizando por cada nova “conquista”, para que acreditassem em seus potenciais. Muitos se mostraram desconhecedores de conceitos matemáticos elementares, como retas paralelas e perpendiculares, o que exigiu momentos de pausa para discussões, individuais ou coletivas. A partir destas discussões, os alunos passavam a buscar por informações sobre os conceitos abordados.

A proposta para esta pesquisa foi uma tentativa de levar os alunos a estudarem geometria espacial com o uso de tecnologias digitais e um caminho para abrir possibilidades em que o aluno normalista possa pensar em utilizá-la em suas salas de aula. A teoria de Rabardel (1995) ajudou a compreender que, mesmo que de maneiras distintas, os alunos vivenciaram a experiência com o GeoGebra, principalmente no uso da janela de visualização 3D.

A oficina aplicada possibilitou que esta pesquisa obtivesse resultados. As construções das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>, realizadas pelos alunos, como também os projetos de engenharia desenvolvidos agregados às propostas elaboradas pelos normalistas, resultaram no produto dessa dissertação (APÊNDICE I) que se encontra em formato de GeoGebra *Book*, podendo ser acessado online com uso livre.

O término da pesquisa possibilitou uma reflexão acerca de pontos positivos e negativos, conforme citados anteriormente, gerando inquietamentos e o desejo de reaplicar esta oficina considerando um espaço de tempo maior, aprofundando a pesquisa no que diz respeito ao estudo das construções das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup> através dos esquemas desenvolvidos para efetivá-las. Surge também o desejo de aplicar esta oficina também com professores das séries

iniciais a fim de comparar o processo de gênese instrumental vivenciado por eles em comparação ao vivenciado pelos alunos do Ensino Médio Normal/Magistério.



## REFERÊNCIAS

ABAR, C. A. A. P.; ALENCAR, S. V. A Gênese Instrumental na Interação com o GeoGebra: uma proposta para a formação continuada de professores de Matemática. **Bolema**, v. 27, n. 46, p. 349-365, 2013.

ALENCAR, S. V. **A gênese instrumental na interação com o GeoGebra: proposta de uma oficina para professores de matemática**. Dissertação (Mestrado). PUC/SP. São Paulo, 2012.

ARTIGUE, M. Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 7, n. 3, p. 245-274, 2002.

BITTAR, M. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática. **Educar em revista**, n. 1, 2011.

BORSOI, C. **Geogebra 3D No Ensino Médio: uma possibilidade para a aprendizagem da Geometria Espacial**. Dissertação (Mestrado). UFRGS. Porto Alegre, 2015.

BRASIL, **Lei Federal nº 5.692/71, de 11 de agosto de 1971**. Diretrizes e Bases para o Ensino de 1º e 2º graus. Brasília, 1971.

BRASIL, **Lei Federal nº 9394/96 de 20 de dezembro de 1996**. Diretrizes e Bases para a Educação Nacional; e legislação correlata, Brasília, DF, 1996.

BRASIL, **Parecer CEB nº 01/99, de 29 janeiro 1999** – Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de Professores na Modalidade Normal em Nível Médio. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/pceb001\\_99.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/pceb001_99.pdf). Acesso em: 16 jan. 2019. 1999a.

BRASIL, **Resolução CEB nº 2, de 19 de Abril de 1999** – Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Docentes da Educação Infantil e dos anos iniciais do Ensino Fundamental, em nível médio, na modalidade Normal. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb02\\_99.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb02_99.pdf). Acesso em: 16 janeiro 2019. 1999b.

BRASIL, **Resolução CEB nº 1, de 20 de Agosto de 2003** – Dispõe sobre os direitos dos profissionais da educação com formação de nível médio, na modalidade Normal, em relação à prerrogativa do exercício da docência, em vista do disposto na lei 9394/96, e dá outras providências. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb01\\_03.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb01_03.pdf). Acesso em: 16 janeiro 2019. 2003.

BRASIL, **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>. Acesso em 15 de dezembro de 2018. 2013

BREDA, A. TROCADO, A. SANTOS, J. O GeoGebra para além da segunda dimensão. **Indagatio Didactica**, v. 5, n. 1, 2013.

CORRÊA, N. M. **Formação de professores em nível médio na modalidade Normal na Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul (2003–2008)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2017.

CUNHA, D. **Investigações Geométricas: desde a formação do professor até a sala de aula de Matemática**. Dissertação (Mestrado). UFRJ. Rio de Janeiro, 2009.

CURI, E. **Formação de Professores Polivalentes: uma análise dos conhecimentos para ensinar Matemática e das crenças e atitudes que interferem na constituição desses conhecimentos**. Tese (Doutorado). PUC/SP. São Paulo. 2004.

DA PONTE, J. P. Estudos de caso em educação matemática. **Boletim de Educação Matemática**, v. 19, n. 25, 2006.

HERSHKOWITZ, R. et al. Raciocínio em geometria. **Perspectivas sobre o ensino de geometria para o século XXI**. Springer, Dordrecht, 1998. p. 29-83.

NOTARE, M. R.; BASSO, M. V. de A. Gênese Instrumental do GeoGebra na Formação de Professores. **Zetetiké**, Campinas, SP, v.25, n.2, maio/ago.2017, p.324-344.

NOTARE, M. R; BASSO, M. V. de A. Tecnologia na Educação Matemática: Trilhando o Caminho do Fazer ao Compreender. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, n. 3, 2012.

NOTARE, Márcia Rodrigues; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo. Geometria dinâmica 3D: novas perspectivas para o pensamento espacial. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação**. Vol. 14, n. 2 (2016), 10 p., 2016.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains**. Paris: Armand Colin. 1995.

RESTREPO, Angela Maria. **Genèse instrumentale du déplacement en géométrie dynamique chez des élèves de 6ème**. Tese (Doutorado). Université Joseph-Fourier-Grenoble I. 2008.

ROCHA, K. de M.; BITTAR, M. Um Estudo Do Processo De Gênese Instrumental Do Software Superlogo Por Acadêmicos De Um Curso De Pedagogia Para O Ensino De Matemática. **Em Teia| Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 3, n. 3, 2012.

ROCHA, M. S. **Professores “polivalentes” das séries iniciais do Ensino Fundamental: Concepção da Formação e do Ensino de Matemática**. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande, 2005.

SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, ANPED. Rio de Janeiro, v. 14, n. 40, p.143-145, jan/abr. 2009.

SINCLAIR, N.; BRUCE, C. D. Raciocínio espacial para jovens aprendizes. **Anais da 38ª Conferência do Grupo Internacional para a Psicologia da Educação Matemática**. Vancouver, BC:PME. p.173-203. 2014.

SOUZA, L. A. **Uma proposta para o ensino da Geometria Espacial usando o GeoGebra 3D**. Dissertação (Mestrado). UEPB. Campina Grande, 2014.

STORMOWSKI, V. **Formação de professores de matemática para o uso de tecnologia: uma experiência com o GeoGebra na modalidade EAD**. Tese (Doutorado). UFRGS. Porto Alegre, 2015.

TANURI, L. M. História da Formação de Professores. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, n. 14, p. 61-88. maio/ago. 2000.

TROUCHE, L. Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. **International Journal of Computers for mathematical learning**, v. 9, n. 3, p. 281-307, 2004.

**APÊNDICE A - CARTA DE APRESENTAÇÃO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA**  
Av. Bento Gonçalves, 9500 - Agronomia - 91509-900 - Porto Alegre - RS  
Fone: (051) 3308.6212  
mat-ppgensimat@ufrgs.br      <http://www.mat.ufrgs.br/~ppgem>



Porto Alegre, 02 de abril de 2018

Senhor(a) Diretor(a),

Venho, por meio desta, apresentar meus cumprimentos e as motivações para a realização de pesquisa em sala de aula da escola, por parte do(a) professor(a) Débora Bussolotto, estudante deste Mestrado Profissional em Ensino de Matemática.

Nosso Programa de Pós-Graduação tem como objetivos a melhoria do ensino de Matemática e o desenvolvimento profissional dos professores. A pesquisa realizada no âmbito do Mestrado visa, sobretudo, a experimentação e avaliação de propostas alternativas de ensino, que promovam a aprendizagem e a autonomia dos estudantes.

A referida pesquisa compõe a dissertação da mestranda, da qual sou orientadora, e envolve a coleta de dados, tais como registro em áudio e/ou vídeo de diálogos, produções escritas dos alunos, capturas de telas, fotografias de materiais manipulativos e de registros no quadro-negro ou quadro branco. Para essa coleta, será solicitado o consentimento dos pais ou responsáveis, conforme Termo em anexo.

Acreditando que a referida pesquisa seja, também, do interesse da instituição, solicito seu apoio, e fico à disposição para qualquer esclarecimento que se fizer necessário.

Cordiais saudações,

Márcia Notare  
Docente do PPG Ensino de Matemática  
IME-UFRGS

Ao  
Prof<sup>a</sup>. Cláudia Campos Lima Reginatto  
Diretor do Instituto Estadual de Educação Tiradentes

## APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
 INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA



### TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_,  
 \_\_\_\_\_, responsável pelo(a) aluno(a) \_\_\_\_\_,  
 \_\_\_\_\_, da turma \_\_\_\_\_, declaro,

por meio deste termo, que concordei em que o(a) aluno(a) participe da pesquisa intitulada “Trabalhar conceitos de Geometria Espacial com alunos do Ensino Médio – Normal com o uso do GeoGebra 3D”, desenvolvida pelo(a) pesquisador(a) Débora Bussolotto. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por Márcia Notare, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, por meio do telefone (XX) XXXX XXXX ou e-mail mat-ppgensimat@ufrgs.br.

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) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, são:

1. Desenvolver a proposta prevista para a pesquisa da dissertação através dos encontros de estágio, onde através da resolução de atividades propostas seja possível relacioná-los com a teoria utilizada;
2. Oportunizar a familiarização dos alunos com o software GeoGebra e GeoGebra 3D;
3. Proporcionar e analisar o processo de compreensão de conceitos de Geometria Espacial a partir do uso do software GeoGebra 3D.
4. Analisar o processo de gênese instrumental pessoal e indícios do processo de gênese instrumental profissional do GeoGebra 3D em alunos do Curso Normal – Nível Médio.

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.

A colaboração do(a) aluno(a) se fará por meio de entrevista/questionário escrito etc, bem como da participação em oficina/encontro, em que ele(ela) será observado(a) e sua produção analisada, sem nenhuma

atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. No caso de fotos ou filmagens, obtidas durante a participação do(a) aluno(a), autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários etc, sem identificação. Esses dados ficarão armazenados por pelo menos 5 anos após o término da investigação.

Cabe ressaltar que a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. No entanto, poderá ocasionar algum constrangimento dos entrevistados ao precisarem responder a algumas perguntas sobre o desenvolvimento de seu trabalho na escola. A fim de amenizar este desconforto será mantido o anonimato das entrevistas. Além disso, asseguramos que o estudante poderá deixar de participar da investigação a qualquer momento, caso não se sinta confortável com alguma situação

Como benefícios, esperamos com este estudo, produzir informações importantes sobre o “Processo de Gênese Instrumental do GeoGebra 3D por alunos do Ensino Médio Normal/ Magistério”, a fim de que o conhecimento construído possa trazer contribuições relevantes para a área educacional.

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 o(a) pesquisador(a) responsável pelo (XX) XXXX XXXX/ debibussolotto@gmail.com.

Qualquer dúvida quanto a procedimentos éticos também pode ser sanada com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), situado na Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317, Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060 e que tem como fone 55 XX XXXX XXXX e e-mail [etica@propesq.ufrgs.br](mailto:etica@propesq.ufrgs.br)

Fui ainda informado(a) de que o(a) aluno(a) pode se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Porto Alegre, 02 de abril de 2018.

Assinatura do Responsável:

Assinatura da pesquisadora:

Assinatura da Orientadora da pesquisa:

## APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA



### TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da oficina “GeoGebra 3D: a construção de conceitos de Geometria Espacial com alunos do Ensino Médio Normal/ Magistério”, que faz parte da pesquisa de mestrado cujo objetivo é analisar o processo de gênese instrumental pessoa e indícios da gênese instrumental profissional do GeoGebra em alunos do Ensino Médio Normal/ Magistério. Neste estudo pretendemos:

1. Desenvolver a proposta prevista para a pesquisa da dissertação por meio dos encontros da oficina, onde através da resolução de atividades propostas que integram o estudo da geometria ao uso do software GeoGebra, os alunos possam transformar o software, inicialmente como um artefato, para um instrumento em seu cotidiano, sendo assim o processo de gênese instrumental, teoria utilizada na pesquisa, poderá ser analisado.
2. Oportunizar a familiarização dos alunos com o software GeoGebra e GeoGebra 3D;
3. Proporcionar e analisar o processo de compreensão de conceitos de Geometria Espacial a partir do uso do software GeoGebra 3D.
4. Analisar o processo de gênese instrumental pessoal e indícios do processo de gênese instrumental profissional do GeoGebra 3D em alunos do Ensino Médio Normal/ Magistério.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do

responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período mínimo de 5 anos.

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador(a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_, fui informado(a)  
dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas  
dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu  
responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o  
consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar  
desse estudo.

Nova Prata, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) pesquisador(a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), situado na Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317, Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060 e que tem como fone 55 51 3308 3738 e e-mail: [etica@propesq.ufrgs.br](mailto:etica@propesq.ufrgs.br).

**Pesquisadora Responsável: Débora Bussolotto**

**IEE Tiradentes.**

**Fone: (XX) XXXX XXXX / e-mail: debibussolotto@gmail.com**



**APÊNDICE D – PLANO DE AULA ALUNO1****Plano de aula GeoGebra****✚ Série:**

5° ano;

**✚ Tempo estimado:**

30 mim;

**✚ Conteúdo abordado:**

Frações;

**✚ Objetivo:**

Aprimorar os estudos na pratica;

Construir representações fracionárias;

Compreender a fração como parte da divisão;

**✚ Desenvolvimento:**

A professora levará os alunos até a sala de informática onde ensinará a abrir e utilizar o programa. Após eles já terem uma noção do que é o programa a professora abrirá para q eles possam pintar as frações conforme se pede. Para quer possamos fazer várias frações, será colocada em cada programa frações diferentes onde os alunos iram trocando de lugar para pintalas.

**APÊNDICE E – PLANO DE AULA ALUNO2**

## PLANO DE AULA

- Série: 1º Ano

- Objetivos:

- Conhecer as figuras geométricas relacionando elas a objetos de uso diário;
- Aprender a usar o programa GeoGebra, de modo a facilitar a aprendizagem e torná-la mais divertida.

- Descrição:

Fazendo uso do software, a professora construirá figuras geométricas no plano 3D. Após as crianças poderão movimentar as imagens alterando as dimensões, sem alterar a figura.

Após, em um plano 2D, as crianças associarão as figuras geométricas a objetos do uso cotidiano. Exemplos: Cone- Chapéu de festa; Cubo- Caixa de papelão; etc.

**APÊNDICE F – PLANO DE AULA ALUNO3**

## Plano de aula GeoGebra

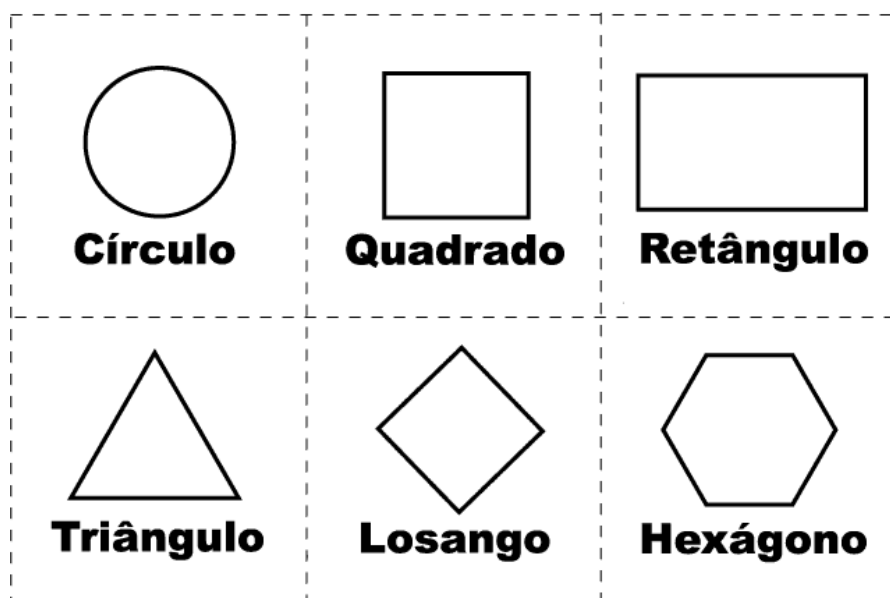
- ❖ **Série:** 2º a 5º ano
  
- ❖ **Tempo estimado:** 10 min
  
- ❖ **Conteúdo abordado:** Formas Geométricas
  
- ❖ **Objetivos:**
  - Desenvolver a atenção;
  - Identificar as formas geométricas;
  - Demonstrar habilidade e facilidade em identificar as formas.
  
- ❖ **Desenvolvimento:** A professora levará as crianças até a sala de informática e explicará como funciona o programa e a atividade feita por ela. Os alunos terão formas geométricas “espalhadas” e ao lado uma fileira com os nomes de cada uma das formas. Mas esses nomes estarão embaralhados, as crianças deverão colocar os nomes em cima das suas formas.

**APÊNDICE G – PLANO DE AULA ALUNO4**Objetivos:

- Aprender as formas geométricas.
- Construir as formas geométricas no software GeoGebra.

Conteúdo abordado: Formas geométricas

Série: Quarto ano

**Formas Geométricas**

Fonte: <https://www.smartkids.com.br/colorir/desenho-matematica-formas-geometricas>

Desenvolvimento:

Uma alternativa é trazer para a sala de aula brinquedos pedagógicos com as formas geométricas que a escola possua, para que os alunos possam observá-las. Outra proposta é que o professor, junto à turma, realize diferentes atividades que estimulem os alunos para que se interessem na aula, uma atividade diferenciada é usar recursos tecnológicos um exemplo o GeoGebra.

Com a explicação e a ajuda da professora, os alunos deverão criar as formas geométricas das figuras acima no GeoGebra eles deverão pintar e montar um desenho com as mesmas.

**APÊNDICE H – PLANO DE AULA ALUNO5**

**Série:** 4º ano

**Tempo estimado:** 1h

**Conteúdo:**

- ❖ Figuras geométricas

**Objetivos:**

- ❖ Desenvolver o raciocínio lógico;
- ❖ Reconhecer as figuras geométricas;

**Desenvolvimento:**

A professora criará algumas figuras geométricas no programa GeoGebra e solicitará aos alunos que montem um quebra cabeça, fazendo com que vários triângulos, retângulos, quadrados e círculos, se tornem uma única figura geométrica ou construções que lhes agradem.

## APÊNDICE I – PRODUTO DA DISSERTAÇÃO – SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

O produto resultante desta dissertação caracteriza-se por um GeoGebra Book, disponível na íntegra no link <https://www.geogebra.org/m/baWRzztV/pe/21107>. Neste link é possível visualizar e manipular os objetos construídos. Estes objetos representam as peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>, cujo manuseio no GeoGebra assemelha-se ao manuseio das peças reais, pois a dinamicidade oferecida pelo software e os elementos utilizados nas construções das peças possibilitam que as mesmas sejam dinâmicas e preservem as relações matemáticas.

A seguir apresenta-se uma sequência de atividades utilizada na aplicação da oficina, momento no qual as peças foram elaboradas. Esta sequência aborda uma possível maneira de conduzir a criação das peças, possibilitando que sejam readequadas conforme tempo e público destinado.

### ***Encontro 1***

#### Objetivo(s):

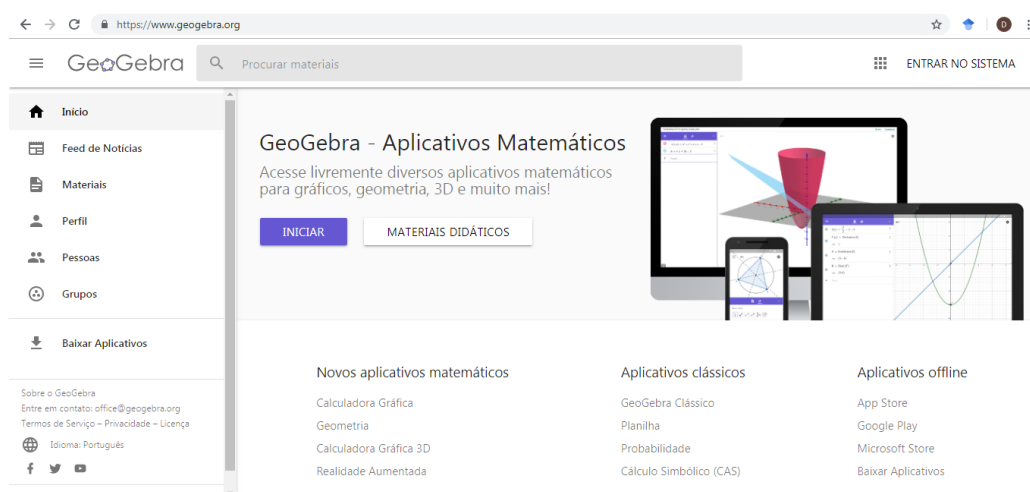
- Explorar os principais recursos do GeoGebra e do GeoGebra 3D como software de geometria dinâmica;
- Realizar construções de figuras geométricas planas e espaciais estáveis;
- Identificar propriedades geométricas pertinentes em cada construção.

#### Expectativas:

Espera-se que os alunos tenham o primeiro contato com o GeoGebra (para muitos ainda um artefato), podendo conhecer e desvendar alguns recursos do mesmo, observando que as construções em geometria dinâmica estarão corretas se as propriedades matemáticas dos objetos forem impostas na construção, tornando as figuras estáveis sob a ação do movimento. Para este encontro, almeja-se também que os alunos criem uma conta no GeoGebra e que sejam inseridos no grupo criado pela pesquisadora.

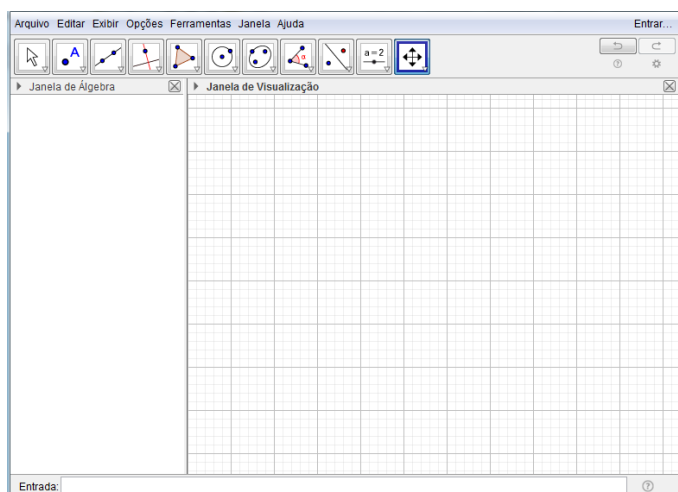
#### Desenvolvimento:

1. Apresentar o software, website no qual pode ser realizado download e o banco de materiais existentes (disponível em <https://www.geogebra.org>).



2. Fazer uma exploração inicial do GeoGebra, apresentando os principais recursos básicos como: ponto, retas, polígonos. Realizar a construção de um retângulo, afim de discutir o papel das propriedades geométricas nas construções. Propor construções básicas, porém estáveis, para realçar os princípios da geometria dinâmica.

Construções a serem propostas no ambiente 2D:

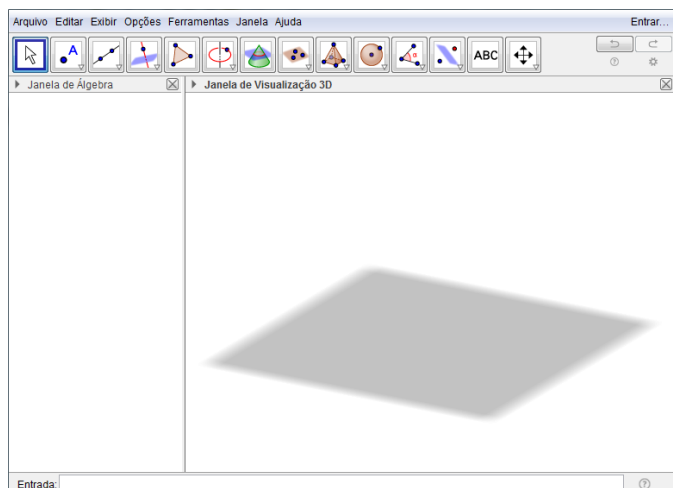


- Ponto;
- Segmento;
- Reta;
- Retas perpendiculares e paralelas;
- Polígonos (usando a ferramenta “polígono” do software);
- Propor a construção de um quadrado utilizando régua e compasso;

- Utilização do recurso “Nova Ferramenta”.

3. Seguir a exploração inicial, apresentando o ambiente 3D do software, com seus recursos e propor a construção de alguns sólidos geométricos estáveis.

Construções propostas no ambiente 3D:



- Ponto, segmento, reta;

- Construções de retas paralelas, retas perpendiculares e planos no espaço;

- Construir sólidos: prismas, cilindro, cone, pirâmide usando as ferramentas disponíveis no software;

- Utilização do recurso “Nova Ferramenta”.

Destacar que as construções devem manter as propriedades geométricas, para não se deformarem quando movimentadas. Discutir sobre o dinamismo do software associado à estabilidade da construção.

4. Criação de uma conta no GeoGebra Tube para posterior inserção, no GeoGebra Book, das resoluções das atividades desenvolvidas no decorrer da oficina e da respectiva proposta desenvolvida pelos alunos.

## **Encontro 2**

### Objetivo(s):

- Mostrar e manusear o material “Brincando de Engenheiro®”;
- Construir peças do material “Brincando de Engenheiro®” no GeoGebra 3D.



### Expectativas:

A proposta para este encontro está na construção das peças do jogo “Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>” a partir de um segmento único. As peças constituem-se, basicamente, de prismas de diferentes bases. Pretende-se nesta aula que os alunos consigam fazer as construções iniciais baseadas na elaboração dos prismas a partir de um segmento único, observando as propriedades geométricas necessárias para a construção das peças, tornando-as dinâmicas e estáveis, ou seja, sem perda das propriedades. No decorrer do processo, espera-se que o aluno busque os recursos do software conforme a necessidade da tarefa, elaborando esquemas de utilização e passando a instrumentalizar-se do mesmo.

### Desenvolvimento:

1. Mostrar e possibilitar o manuseio das peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup>, orientando para a observação de cada peça particularmente.



2. Discutir a possibilidade de construção de peças do jogo Brincando de Engenheiro<sup>®</sup> no GeoGebra 3D.
3. Propor a construção das peças que compõe o jogo (inicialmente priorizar a construção dos prismas) no GeoGebra 3D, tomando como ponto de partida um segmento de reta definido por dois pontos. Destacar que a cada construção realizada, deve-se criar uma *nova ferramenta*, com o objetivo de criar um atalho para futuras construções.
4. Mostrar que o software fornece as medidas de área e volume de cada sólido.

### **Encontro 3**

#### Objetivo(s):

- Concluir a construção das peças do jogo Brincando de Engenheiro®;
- Realizar construções “arquitetônicas” a partir das peças elaboradas no encontro anterior;
- Apresentar a proposta de atividade a ser elaborada pelos alunos, visando aplicação nas salas de aula que atuarão na Educação Infantil e Fundamental I.

#### Expectativas:

Espera-se que os alunos possam concluir, caso necessário, as peças que compõe o jogo, podendo assim realizar “construções arquitetônicas” com as peças construídas. Pretende-se também que os alunos tenham desenvolvido esquemas de uso e esquemas de ação instrumentada, apropriando-se do software, de modo que venha a se constituir um instrumento para sua vida acadêmica e profissional.

#### Desenvolvimento:

1. Finalizar a construção das peças do jogo.
2. Propor que os alunos elaborem uma construção “arquitetônica” utilizando as peças construídas.
3. Inserir no GeoGebra Book um *applet* contendo as peças construídas e outro *applet* com a “construção arquitetônica” realizada.
4. A partir da construção proposta no item 2), solicitar que os alunos observem alguns aspectos geométricos, como o volume de cada peça para o volume total obtido na construção e o dinamismo entre as peças, mantendo ou não a estabilidade das construções.

5. Pedir que os alunos desenhem a mão livre as vistas superior, frontal e laterais das “construções arquitetônicas”. Observar quantas peças podem ser vistas e quantas estão escondidas.
6. Propor a elaboração de uma atividade utilizando o GeoGebra para posterior aplicação em sala de aula dos alunos normalistas.

#### **Encontro 4**

##### Objetivo(s):

- Proporcionar o encontro para elaboração e construção da proposta;
- Observar, acompanhar, dar suporte e analisar a elaboração das propostas pelos alunos, no que cabe quanto ao uso do software e/ou dos conceitos que se fizerem necessários, com ênfase nos processos de gênese instrumental pessoal e profissional.

##### Expectativas:

Neste encontro espera-se que os alunos utilizem o recurso a fim de planejar e elaborar uma atividade visando futura aplicação em suas salas de aula. Com isto o recurso, que (espera-se) passou de artefato a instrumento para cada aluno, terá uma aplicação na sua vida profissional, vindo a mostrar indícios do processo de gênese instrumental.

##### Desenvolvimento:

1. Orientar e auxiliar na elaboração da atividade planejada pelos alunos.
2. Pedir para que registrem por escrito a atividade elaborada, anexando-as no grupo criado na plataforma do GeoGebra.

#### **Encontro 5**

##### Objetivo(s):

- Assistir à apresentação dos alunos quanto a suas propostas de trabalho;

- Discutir os processos de construção necessários e os conceitos a serem utilizados pelos futuros alunos dos normalistas.

#### Expectativas:

Espera-se que os alunos tragam propostas de atividade para suas futuras salas de aula, que visem a exploração do GeoGebra e o estudo de conceitos e relações matemáticas. A partir disso, pretendemos analisar o processo de evolução da gênese instrumental pessoal e os indícios de gênese instrumental profissional nos alunos pesquisados.

#### Desenvolvimento:

1. Apresentações das propostas pelos alunos;
2. Pedir que os alunos façam o *download* dos *applets* utilizados em suas propostas de atividade no GeoGebra Book elaborado para esta pesquisa.

## APÊNDICE J – AUTORIZAÇÃO DE USO DO JOGO BRINCANDO DE ENGENHEIRO®

Fwd: Fale Conosco - Dúvidas > Caixa de entrada x



**Carmen Saueressig** <carmen@xalingo.com.br>  
para eu ▾

Bom dia Débora,

A Xalingo Brinquedos autoriza a utilização do jogo Brincando de Engenheiro em seu trabalho.

