

**UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DAS CIÊNCIAS**

**O USO DO GEOGEBRA 3D E A APRENDIZAGEM SIGNIFIVATIVA DA  
GEOMETRIA ESPACIAL NO ENSINO MÉDIO**

**QUEZIA DE OLIVEIRA VARGAS DA SILVA**

**DUQUE DE CAXIAS  
2017**

**QUEZIA DE OLIVEIRA VARGAS DA SILVA**

**O USO DO GEOGEBRA 3D E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA  
GEOMETRIA ESPACIAL NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Ensino das Ciências na Educação Básica da Universidade do Grande Rio “Professor José de Souza Herdy”.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Eline das Flores  
Victor

**DUQUE DE CAXIAS  
2017**

## CATALOGAÇÃO NA FONTE/BIBLIOTECA - UNIGRANRIO

S586u Silva, Quezia de Oliveira Vargas da.  
O uso do Geogebra 3D e a aprendizagem significativa da geometria espacial no ensino médio / Quezia de Oliveira Vargas da Silva. - Duque de Caxias, 2017.

77 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Escola de Educação, Ciências, Letras, Artes e Humanidades, 2017.

“Orientadora: Profa. Dra. Eline das Flores Vicker”.

Bibliografia: f. 69-73.

1. Educação. 2. Matemática - Estudo e ensino. 3. Ensino de geometria. 4. Interdisciplinaridade. 5. Geogebra (Programa de computador). I. Vicker, Eline das Flores. II. Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”. III. Título.

CDD – 370

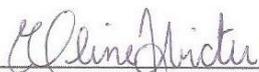
QUEZIA DE OLIVEIRA VARGAS DA SILVA

O USO DO GEOGEBRA 3D E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA  
GEOMETRIA ESPACIAL NO ENSINO MÉDIO

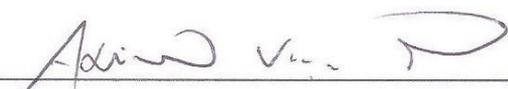
Dissertação apresentada, como parte dos requisitos finais  
para a obtenção de Mestre em Ensino das Ciências na  
Educação Básica da Universidade do Grande Rio  
"Professor José de Souza Herdy".

Aprovado em 27 de setembro de 2017

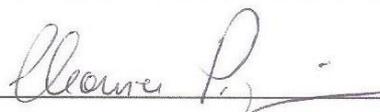
Banca Examinadora:



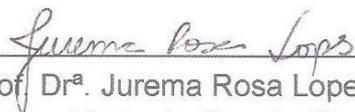
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Eline as Flores Victor  
Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO - Orientadora



Prof<sup>ª</sup>. Dr. Adriano Vargas Freitas  
Universidade Federal Fluminense - UFF



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cleonice Puggian  
Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Jurema Rosa Lopes  
Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO

*Dedico esse trabalho de pesquisa a todos os profissionais da área de educação matemática que almejam aperfeiçoar suas práticas pedagógicas através das tecnologias de informação e comunicação, e que tenham por objetivo a formação de cidadãos conhecedores da forma tridimensional que rodeia o mundo em que vivemos, isto é, da geometria espacial.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar ao SENHOR DEUS, que nos concede todos os dias a chance de contribuir para que o mundo onde vivemos seja melhor.

Aos meus pais, que sempre me incentivaram a aperfeiçoar a atividade profissional a qual exerço.

Ao meu amado esposo que, incondicionalmente, me auxilia nas tarefas acadêmicas me encorajando a prosseguir nessa trajetória.

À minha querida filha, Ester, minha herança nesta vida, que muitas vezes abdicou da presença materna para eu pudesse me dedicar ao desenvolvimento do trabalho aqui proposto.

À Dr<sup>a</sup>. Eline das Flores Victer, que com todo conhecimento e experiência me orientou com muita competência e dedicação demonstrando eficiência em seu exercício profissional.

A todos os professores doutores que contribuíram direta e indiretamente para o desenvolvimento desta pesquisa, Dr. Abel Lozano, Dr. Chang Kuo, Dr. Roberta Vasconcellos, Dr. Gisele Faure Dr. Adriano Vargas.

A toda equipe diretiva do Colégio Estadual Ciep 021 General Osório que de forma muito receptiva apoiou o desenvolvimento do projeto no ambiente escolar.

## RESUMO

SILVA, Quezia de Oliveira Vargas da. **O Uso Do GeoGebra 3D e a Aprendizagem Significativa da Geometria Espacial no Ensino Médio**, 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino das Ciências na Educação Básica) – Unigranrio, Caxias, 2017

O presente trabalho retrata uma pesquisa realizada com estudantes da terceira série do ensino médio regular da rede estadual do Rio de Janeiro. O estudo admite, por base, a inserção do software GeoGebra 3D como recurso tecnológico a ser utilizado pelos alunos, onde se investiga sua contribuição para a Aprendizagem Significativa quanto aos conceitos da Geometria Espacial. O objetivo principal é buscar estratégias que potencializem o ensino de Geometria Espacial envolvendo os conceitos de prismas, pirâmides, cones, cilindros e esfera. apresentamos como objetivo específico a construção do produto educacional com a intenção de contribuir para o ensino de matemática na educação básica. A metodologia está classificada como qualitativa de caráter exploratório. Observamos através dos procedimentos que é imprescindível a procura por atividades que despertem no aluno o desejo de adquirir conhecimentos geométricos, compreender significativamente tais conceitos e utilizá-los corretamente, o que requereu participação ativa dos estudantes, onde os mesmos protagonizam a ação pedagógica.

**Palavras Chave:** Geometria Espacial. Ensino Médio. GeoGebra 3D. Aprendizagem Significativa.

## **ABSTRACT**

SILVA, QUEZIA DE OLIVEIRA VARGAS DA. **O Uso Do GeoGebra 3D e a Aprendizagem Significativa da Geometria Espacial no Ensino Médio**, 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino das Ciências na Educação Básica) – Unigranrio, Caxias, 2017

The present work presents a research carried out with third grade students of the regular high school of the state network of Rio de Janeiro. The study admits, by base, the insertion of the GeoGebra 3D software as a technological resource to be used by the students, where it is investigated its contribution to Significant Learning regarding the concepts of Space Geometry. The main objective is to search strategies that enhance the teaching of Space Geometry involving the concepts of prisms, pyramids, cones, cylinders and sphere. we present as a specific objective the construction of the educational product with the intention of contributing to the teaching of mathematics in basic education. The methodology is classified as qualitative of exploratory character. We observed through the procedures that it is essential to search for activities that arouse in the student the desire to acquire geometric knowledge, to understand these concepts significantly and to use them correctly, which required active participation of the students, where they carry out the pedagogical action.

**Keywords:** Geometry. Mathematics. GeoGebra. High school. Meaningful Learning.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Objetos neolíticos	<b>17</b>
<b>Figura 2:</b> Tela inicial do GeoGebra	<b>30</b>
<b>Figura 3:</b> Construção do prisma no GeoGebra 3D	<b>30</b>
<b>Figura 4:</b> Figuras construídas pelos estudantes	<b>47</b>
<b>Figura 5:</b> Produto Educacional	<b>58</b>
<b>Figura 6:</b> Alunos elaborando atividades no GeoGebra 3D	<b>62</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Os desafios da complexidade	<b>23</b>
<b>Quadro 2:</b> Formas de Aprendizagem Significativa	<b>33</b>
<b>Quadro3:</b> Cronograma da pesquisa	<b>44</b>
<b>Quadro 4:</b> Resposta ao questionário: O que você entende por geometria	<b>46</b>
<b>Quadro 5:</b> Resposta ao questionário: O que você entende por geometria espacial	<b>46</b>
<b>Quadro 6:</b> Resposta ao questionário: sobre aprender geometria espacial	<b>47</b>
<b>Quadro 7:</b> Mensagens via aplicativo de celular	<b>48</b>
<b>Quadro 8:</b> Construção de sólidos no GeoGebra 3D pelos estudantes	<b>49</b>
<b>Quadro 9:</b> Dados do vídeo	<b>51</b>
<b>Quadro 10:</b> Respostas dos alunos: exemplos de objetos que nos deparamos no dia-a-dia	<b>56</b>
<b>Quadro 11:</b> Questionário e resposta da professora sobre o produto educacional	<b>61</b>

## SUMÁRIO

<b>1- INTRODUÇÃO</b>	12
<b>2- REFERENCIAL TEÓRICO</b>	19
2.1 – A geometria espacial na educação básica	19
2.2 – O uso das tecnologias no ensino	22
2.2.1 – O uso das tecnologias no ensino de geometria	27
2.3 – O GeoGebra 3d	30
2.4 – A teoria da aprendizagem significativa	34
<b>3 - METODOLOGIA</b>	43
3.1 – O processo de testagem do Produto Educacional (versão estudante)	45
3.2 – O processo de testagem do Produto Educacional (versão professor)	51
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	55
<b>5 – PRODUTO EDUCACIONAL</b>	62
<b>6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	66
<b>7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	69
<b>APENDICES E ANEXOS</b>	74

## 1. INTRODUÇÃO

Nossa experiência como professora na educação básica nos permite afirmar que o ensino médio é a consolidação de uma etapa na vida do aluno, onde os conhecimentos alcançados são basilares para sua formação social. O profissional da educação deve estar envolvido nessa trajetória do estudante na posição de quem ensina com olhar de aprendiz, admitindo objetos de aprendizagem que acrescentem na formação cognitiva e social do seu aluno.

A posição desenvolvida pelo professor em sala de aula deve representar mais do que um educador, ou estimulador, de maneira a construir na ação pedagógica, diretrizes que estendam o conhecimento para além dos muros da escola, sem que se percam conteúdos e observando o sujeito inserido no mundo, almejando sempre o seu crescimento.

As orientações curriculares para o ensino médio (BRASIL, 2000, p. 46) indicam que a disciplina de matemática deve ser compreendida como uma parcela do conhecimento humano essencial para a formação de todos os jovens, que contribui para a construção de uma visão de mundo, para ler e interpretar a realidade e para desenvolver capacidades que deles serão exigidas ao longo da vida social e profissional.

Em relação ao campo da geometria, os mesmos Parâmetros Curriculares (BRASIL, 2000, p. 44) sugerem que as habilidades de visualização, desenho, argumentação lógica e de aplicação na busca de soluções para problemas podem ser desenvolvidas com um trabalho adequado, para que o aluno possa usar as formas e propriedades geométricas na representação e visualização de partes do mundo que o cerca.

Essas competências são importantes na compreensão e ampliação da percepção de espaço e construção de modelos para interpretar questões da Matemática e de outras áreas do conhecimento. De fato, perceber as relações entre as representações planas nos desenhos, mapas e na tela do computador com os objetos que lhes deram origem, conceber novas formas planas ou espaciais e suas propriedades a partir dessas representações são essenciais para a leitura do mundo através dos olhos das outras ciências. (BRASIL, 2000, p. 44)

Tendo em vista a posição do educador na escola, sua tarefa profissional na construção do conhecimento durante a trajetória escolar do aluno e as

orientações matemáticas feitas nos parâmetros curriculares (2000), ocorreu a motivação de desenvolver atividades que despertem no educando o desejo de adquirir conhecimentos geométricos, tomar propriedade de tais conceitos e utilizá-los corretamente.

Muitas vezes, por não compreender os conceitos geométricos, suas formas, propriedades, a relevância desse aprendizado para a vida em sociedade, o estudante não demonstra interesse pelo assunto. A ideia de apresentar tais conceitos utilizando uma abordagem criativa chega com a intenção de despertar esse interesse, de forma que eles (os alunos) aprendam significativamente.

Durante nossa formação acadêmica, em curso de Pós-Graduação à distância nomeado por Novas Tecnologias no Ensino de Matemática, conhecemos o software GeoGebra e nos deparamos com relatos de outros professores que utilizavam o recurso em suas aulas e da satisfação em levar para sala um material dinâmico e pertinente ao ensino.

Buscamos conhecer a ferramenta e nos debruçamos em aprender ao máximo como utilizar o GeoGebra, com base nos compartilhamentos dos colegas cursistas e orientações dadas pelo tutor responsável.

Nessa trajetória, nosso trabalho de conclusão de curso norteou aspectos sobre o GeoGebra no ensino de Geometria Espacial, tendo em vista as experiências obtidas com o uso do software em sala de aula durante a Pós-Graduação lato sensu.

No entanto, as expectativas de desenvolver projetos e pesquisas atrelando Geometria Espacial e GeoGebra aumentaram com a atualização do software em sua versão 5.0, que permite a revolução de sólidos em 3D. Com o ingresso no mestrado profissional em ensino das ciências e matemática da Universidade do Grande Rio, e esclarecimento por parte da orientação do programa buscamos responder à inquietação: o uso do GeoGebra 3D pode contribuir para o a Aprendizagem Significativa da Geometria Espacial no Ensino Médio?

O GeoGebra é um *software* educativo gratuito voltado para o ensino e aprendizagem de matemática e de fácil manipulação. Por ser um aplicativo simples, é recomendado para todos os níveis de ensino. PEREIRA (2015, p.

19) confirma a importância do uso do aplicativo em sala de aula quando registra que a forma interativa de como os objetos matemáticos são construídos com um software de Geometria Dinâmica (GeoGebra), pode auxiliar os alunos na compreensão de conceitos.

Temos aqui uma dissertação de mestrado profissional que representa uma pesquisa, a qual admite, por base, a inserção do *software* GeoGebra 3D como recurso tecnológico a ser utilizado pelos alunos, de forma a investigar sua contribuição para a Aprendizagem Significativa, especificamente o conceito de sólidos geométricos bem como suas propriedades, seus elementos e planificação de prisma, pirâmide, cilindro e cone.

Assim, temos como questão de partida da pesquisa: **O GeoGebra 3D pode representar um material potencialmente significativo e um facilitador da aprendizagem levando em conta a Teoria da Aprendizagem Significativa?**

Segundo Ausubel (1963, p. 6), representante do cognitivismo, a Teoria da Aprendizagem Significativa é o processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de forma não literal à estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel explica por meio de sua teoria como ocorre a construção de um novo conceito pelo indivíduo.

A pesquisa é caracterizada como qualitativa (Bogdan e Biklen, 1982) e abrange alunos da terceira série do ensino médio regular da rede estadual de ensino do estado do Rio de Janeiro e teve por objetivo inicial propor estratégias que potencializem a aprendizagem da Geometria Espacial no ensino médio, utilizando o GeoGebra 3D. Como objetivo específico apresentamos a construção de um produto educacional que contribua para o ensino de matemática na educação básica.

Adotamos uma metodologia exploratória, “o que nos permitiu desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista hipóteses pesquisáveis” (GIL, 2012, p.27).

Na expectativa de compreender a colaboração do uso desse software para a Aprendizagem Significativa, este estudo traz uma **reflexão sobre as contribuições do GeoGebra no ensino de Geometria Espacial em uma turma de 3º ano do Ensino Médio em uma Escola Pública de Nova**

**Iguaçu/RJ**, a fim de verificar se a sua utilização pode transformá-lo em um material potencialmente significativo e um facilitador da aprendizagem.

Em busca de pesquisas e trabalhos realizados nos últimos cinco anos relacionadas ao estudo de geometria, tecnologias, GeoGebra e Aprendizagem Significativa foi possível encontrar alguns registros importantes para a dissertação aqui proposta.

Em primeira análise a respeito do estudo de Geometria Espacial, é válido realçar os registros que consideram a importância da compreensão desse conceito na formação do estudante. Padilha (2012, p. 14) em sua dissertação defende tal importância da seguinte forma:

Nela (na geometria), a arquitetura busca bases para o que é possível ser construído; a pintura e as esculturas seguem seus princípios de proporção e simetria; as escalas musicais e composições a conservam em sua natureza constitutiva. Ela também se faz presente nas dimensões de um campo de futebol, no formato de uma bola, em diagramações, num tripé de sustentação, corte de costura, banco, mesa. Enfim, são inúmeras as situações do cotidiano nas quais podemos observar a aplicabilidade da geometria, além da mesma ser prerequisite ao exercício de muitas profissões. O domínio de competências e habilidades relacionadas à geometria é indispensável, visto que elas podem instrumentalizar os discentes para superar desafios que surgem no dia a dia e prepará-los para a atuação em inúmeras áreas no mercado de trabalho.

Nesse sentido, considerando a relevância do ensino da geometria, ocorre a motivação profissional de expor o conceito em discussão de maneira clara e dinâmica. As pesquisas, que envolvem o ensino de Geometria no espaço, realizadas nos últimos cinco anos (RANCAN, 2011; PADILHA, 2012; SEMER, SILVA e NEVES, 2013; VALE e BARBOSA, 2014; ROGENSKI e PEDROSO, 2015) propõem uma abordagem mais visual e lúdica, de forma a evidenciar, ou seja, apresentar sem deixar dúvidas, as principais concepções da Geometria Espacial.

Durante a leitura sobre a abordagem utilizada por professores da educação básica, percebemos que as propostas trazidas pelos livros e apostilas personalizadas, muitas vezes, deixam dúvidas quanto às imagens e formas tridimensionais relacionadas ao conceito espacial.

A partir do estudo de tais pesquisas, considerou-se relevante o uso de tecnologias para a abordagem do ensino geométrico, em particular o *software* GeoGebra. E assim, ao conceber o uso das tecnologias, Giraldo (2012) registra ser notório que essa representa uma opção vantajosa tanto para o aluno, quanto para o educador:

A grande vantagem apontada em relação às construções geométricas com papel e lápis está justamente no aspecto dinâmico do ambiente: uma vez concluída uma construção no computador, é possível alterar um de seus elementos (em geral, por meio do arrastar do mouse) e observar as alterações consequentes nos demais elementos. Assim, uma figura construída em geometria dinâmica representa, de forma mais efetiva, uma classe de objetos geométricos definida por propriedades e relações comuns – que se preservam quando esses objetos são arrastados na tela. Como muitos autores têm apontado, esse aspecto permite ao aluno investigar um grande número de exemplos e explorar conjecturas, construindo uma preparação para o exercício de argumentação matemática. (GIRALDO, 2012, p.39)

Há muitos registros consideráveis a respeito do uso das tecnologias na educação: Tenório (2015), Paula (2013), Reis e Santos (2011), todos eles afirmam que as tecnologias de informação e comunicação (TIC) podem ser empregadas no processo de ensino-aprendizagem de matemática para despertar interesse e motivar, e confirmam que o uso das tecnologias ajudaria a desenvolver a capacidade de abstração matemática evitando a mera memorização.

O recurso tecnológico utilizado no trabalho aqui proposto é um software educativo, o GeoGebra. Sendo assim, buscamos verificar pesquisas acerca desta ferramenta e encontramos registros relevantes que destacam a utilização do GeoGebra no ensino para o desenvolvimento da capacidade de observação, da associação de ideias e do senso crítico

Dois grandes atrativos são gratuidade e simplicidade de uso, encontradas em aplicativos como o GeoGebra. Esse software oferece a possibilidade de criar e analisar construções geométricas, o que ajudaria no entendimento de conteúdos matemáticos [...]. O GeoGebra, um dos softwares de geometria dinâmica mais conhecidos, permite ao aluno, a partir de uma interface didática, explorar conceitos como ponto, reta, plano, gráficos, e relacionar construções algébricas e geométricas (TENÓRIO; SOUZA; TENÓRIO, 2015, p.104).

Encontramos ainda acerca do GeoGebra apontamentos que defendem sua utilização quanto à criatividade e autonomia. Valério e Souza (2013, p. 16) afirmam que empregar esse software no estudo de geometria pode favorecer a compreensão de conceitos matemáticos e propiciar animação e criatividade durante a aprendizagem. Venturini (2009, p. 10) registra que há possibilidade do aluno construir, visualizar e manipular objetos geométricos com autonomia utilizando o software.

A construção com autonomia dos conceitos da geometria espacial é bastante importante no processo ensino-aprendizagem. Padilha (2012) argumenta que a produção de conhecimentos, tanto geométricos quanto algébricos, através desse recurso pode colaborar no processo de ensino e de aprendizagem dos conteúdos de forma significativa (p. 32).

Essa forma significativa dada à aprendizagem dos estudantes nos remete à Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Moreira (2012, p.7), que defende em seus escritos a aquisição de novos significados, onde através de novos conhecimentos, resultantes de novas interações estes novos conhecimentos e o subsunçor (conhecimento já existente antes), o saber se tornará mais claro ao aluno, mais diferenciado, e o aprendiz dará a ele o significado.

A pesquisa aqui proposta possui uma abordagem distribuída em cinco capítulos: introdução, referencial teórico, metodologia, resultados e considerações finais.

Neste primeiro capítulo é abordado o tema geral da pesquisa relacionando a motivação, justificativa, objetivos, metodologia, revisão da literatura e questões norteadoras, com o intuito de trazer um panorama da pesquisa.

O segundo capítulo referencia o trabalho apresentando algumas abordagens da Geometria Espacial na educação básica, a utilização das tecnologias no ensino de forma geral, bem como, especificamente, no ensino de geometria, além de retratar aspectos do *software* GeoGebra 3D. Ocorre também a apresentação da Teoria de Ausubel, sob a ótica de Moreira, colocando em destaque a Aprendizagem Significativa.

O terceiro capítulo refere-se à metodologia de ensino utilizada, nesta pesquisa caracterizada como qualitativa. Decorre a abordagem dos

procedimentos metodológicos e instrumentos de coleta de dados. Nesta parte há a descrição detalhada da coleta, assim como da análise dos dados. Sucede-se também o relato do desenvolvimento das atividades e suas aplicações.

No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos e as discussões acerca das análises. A organização é feita de forma a destacar o progresso dos estudantes, as descobertas e a assimilação dos conceitos geométricos ligados a sólidos espaciais. Nesta parte acontece a preocupação em averiguar a contribuição para a ocorrência da Aprendizagem Significativa através do uso do GeoGebra 3D.

No quinto capítulo têm-se as considerações finais onde são apontadas reflexões sobre a pesquisa e observações relevantes realizadas ao longo da investigação. A última parte é constituída da referência bibliográfica e apêndices que compuseram a pesquisa.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são debatidos os principais temas da pesquisa de forma a fundamentar cada um deles. O desenvolvimento foi norteado nas seguintes seções: a abordagem da geometria espacial na educação básica, o uso de tecnologias no ensino bem como no ensino de geometria, a apresentação do *software* GeoGebra 3D e a última, que apresenta a teoria da Aprendizagem Significativa.

### 2.1 A Geometria Espacial na Educação Básica

A preocupação com a Geometria Espacial não é recente. O homem neolítico expõe seus desenhos e figuras externando uma preocupação com relações espaciais que abriu caminho para a geometria. Seus potes, tecidos e cestas mostram exemplos (Figura 1) de congruência e simetria que em essência são partes da geometria elementar.

Figura 1- Objetos neolíticos



Fonte: [www.planetofluk.blogspot.com.br/2010/04/ceramica-no-periodo-neolitico.html](http://www.planetofluk.blogspot.com.br/2010/04/ceramica-no-periodo-neolitico.html).

Acesso em 8ago2017

Na expectativa de conjecturar as motivações dos homens da Idade da Pedra em relação à contagem, medição e desenho registra-se uma possível preocupação do homem pré-histórico com configurações e relações tendo origem em suas emoções estéticas e no prazer que a beleza das formas lhe proporcionava.

Segundo Baldissera (2007, p. 6) e Gerdes (1992, p. 8) a geometria surgiu como ciência empírica ou experimental, para depois se tornar uma ciência matemática capaz de estabelecer relações entre o desenvolvimento das

técnicas de confecções de objetos e antigos meios, despertando então o conhecimento geométrico.

Euclides, matemático grego, reuniu em treze volumes o primeiro sistema axiomático, e chamou *Os elementos* escrita em 330 e 320 a.C, grande parte do conhecimento sobre geometria de seu tempo. “Foram tantas edições nas mais diversas línguas que se acredita que somente a Bíblia ultrapasse esse trabalho, no que se refere a divulgação”. (CASTRUCCI, 1978, p.1).

Euclides baseou o desenvolvimento da Geometria nas chamadas noções comuns, princípios aceitos por todos os ramos do conhecimento, como, por exemplo, “o todo é maior que qualquer de suas partes” e mais um grupo de postulados, proposições geométricas específicas. Os postulados são: I) Pode –se traçar uma reta por quaisquer dois pontos; II) Pode –se continuar uma reta infinitamente; III) Pode-se descrever uma circunferência com qualquer centro e qualquer raio; IV) Todos os ângulos retos são iguais; V) Se uma reta corta outras duas outras retas e a soma de dois ângulos colaterais internos é menor que dois ângulos retos, as duas retas continuadas infinitamente encontram-se no lado no qual a soma é menor que dois retos. (CASTRUCCI, 1978, p.2)

Deste modo, Euclides sistematizou a grande massa de conhecimentos que os egípcios haviam adquirido ao longo do tempo, concedeu ordem lógica e trabalhou a fundo as propriedades em axiomas das figuras geométricas, as áreas e volumes (DANTE, 2000, p. 144). O ensino de geometria nas escolas segue a estrutura apresentada por Euclides, daí a Geometria Euclidiana.

[...] poder-se-ia inferir que esta surgiu com Euclides quando escreveu *Os elementos* em 300 a.C.. A geometria teria surgido já organizada e de forma lógica, e isto implicaria que o seu ensino nas escolas também aconteceria por meio do estudo de axiomas e das demonstrações de teoremas (BALDISSERA, 2007, p. 4)

Cardia faz registros de David Hilbert, o qual percebeu que nem todos os termos em matemática podem ser definidos, por isso iniciou o tratamento da geometria com três objetos sem definição, como o ponto, a reta e o plano (CARDIA, 2014, p. 16). Após a obra de Hilbert, *Fundamentos da Geometria*, outras coleções de axiomas foram apresentadas, fazendo com que o caráter puramente dedutivo e formal da geometria ficasse completamente estabelecido desde o começo do século XX.

A geometria, em especial, teve um longo e turbulento desenvolvimento desde o tempo de Euclides e dos primeiros

comentadores, passando pela Idade Média até aos tempos modernos. O trabalho de Hilbert teve importância capital na mudança da concepção da geometria e, em certo sentido, na da concepção idealística da verdade. [...]Devem tomar-se como primitivos não somente os termos ponto, recta e plano e a relação de estar entre, mas também a relação de incidência de rectas com pontos de pares diferentes, bem como a distinta relação de incidência de planos com tripla de pontos não colineares, a relação de congruência de segmentos e a distinta relação de congruência de ângulos. (HILBERT, 2003, p. 14)

A afirmação apontada por Hilbert sobre a relação de incidência das retas, de planos com tripla de pontos e, ainda, sobre a relação de congruência de segmentos e distinta relação de congruência de ângulos nos remete a conceitos primordiais da geometria no espaço. Hoje, as diretrizes nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática – PCN - (Ensino Médio), preveem que:

As habilidades de visualização, desenho, argumentação lógica e de aplicação na busca de soluções para problemas podem ser desenvolvidas com um trabalho adequado de Geometria, para que o aluno possa usar as formas e propriedades geométricas na representação e visualização de partes do mundo que o cerca. (BRASIL, 1997, p.44)

Nesta mesma Proposta Curricular para a abordagem matemática no Ensino Médio (BRASIL, 1997, p. 53), a instrução deve iniciar com os poliedros e a partir deles, os alunos teriam a possibilidade de formar conceitos como os de figuras tridimensionais, faces, discriminação de objetos etc. Propiciar o desmontar, ou seja, a planificação dos poliedros pode dar condições aos alunos de iniciar os estudos de polígonos e suas propriedades, bem como seus atributos definidores.

Os atributos definidores correspondem às características dos objetos, que no caso dos polígonos, alguns deles seriam: figura plana, segmentos de reta e figura fechada. Os atributos caracterizam a informação ordenada sobre o conceito de polígono, fazendo com que ele se diferencie de outros objetos como os poliedros. (KLAUSMEIER; GOODWIN, 1977, p. 52).

É preciso reconhecer que, muitas vezes, todo esse processo inclui dificuldades tanto para o professor quanto para o estudante. Este é o desafio de estar na posição de quem ensina com olhar de quem aprende. No entanto, Nascimento (2013, p. 12) traz uma reflexão que retrata bem essa ação afirmando que diante de tantos desafios na prática do ensino, num mundo cada

vez mais globalizado, é indispensável criar um modo de articulação entre o saber teórico e o saber prático que formará alunos/cidadãos que desempenhem suas atividades, capacidades e habilidades no que diz respeito ao uso da matemática, em particular a Geometria Espacial.

A Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro possui como referência o currículo básico (2012), elaborado para orientar os itens (conteúdos) programáticos. O documento, disponível para acesso nos portais [www.conexao professor.rj.gov.br](http://www.conexao professor.rj.gov.br) e [www.educacao.rj.gov.br](http://www.educacao.rj.gov.br), serve como material a todas as escolas do Estado do Rio de Janeiro, apresentando as competências e habilidades dos planos de curso e nas aulas.

Reconhecemos que a base curricular no ensino médio atravessa um período de mudanças, porém no que tange ao ensino de Geometria Espacial, considerando a lista de conteúdos consultadas, atualmente no estado do Rio de Janeiro há algumas competências como: compreender os conceitos primitivos da geometria espacial; relacionar diferentes poliedros ou corpos redondos com suas planificações e identificar e nomear os poliedros regulares.

É bastante relevante a necessidade da aprendizagem da Geometria Espacial iniciando na educação infantil, com seguimento na educação básica, onde o estudante começa a compreender os aspectos espaciais do mundo físico, desenvolvendo uma intuição tridimensional e, mais tarde, seu pensamento lógico. Esse trajeto agrega conceitos basilares para estudos mais avançados na universidade e, principalmente, para sua vida em sociedade.

## **2.2 O uso das tecnologias no ensino**

Há mais de 40 anos a proposta do uso da tecnologia na educação vem sendo abordada com resultados positivos e bastante abrangentes. Segundo Cardoso e Azevedo e Martins (2013) a Universidade Federal da Bahia foi uma das pioneiras no Brasil a implantar a utilização do computador como ferramenta educacional. Compõe também o histórico da inserção da tecnologia na educação a Universidade de Campinas que desenvolveu um software, tipo CAI (instrução apoiada de computador), para o ensino dos fundamentos de programação da linguagem BASIC, usado com os alunos de pós-graduação em Educação.

Cardoso, Azevedo e Martins (2013) destacam que

[...], a implantação do programa de informática na educação no Brasil iniciou-se com o primeiro e segundo Seminário Nacional de Informática em Educação, realizado respectivamente na Universidade de Brasília em 1981 e na Universidade Federal da Bahia em 1982. (p. 3)

Os mesmos autores ainda relatam que em 1997, foi iniciada a primeira versão do PROINFO (Programa Nacional de Informática na Educação), elaborado pelo MEC, com a proposta do governo federal de inserir a tecnologia de informática nas escolas da rede pública de ensino. O PROINFO, que continua em vigor até hoje em muitas escolas do país, passou por várias fases, enfrentou mudanças de governo, e perdura.

Aguiar e Passos (2014, p. 21) registram a definição da atual época como a era do conhecimento, que significa viver num mundo de transformações que afetam todos os setores da sociedade. A era do conhecimento nos modifica no sentido de apreciar as inovações, que caracterizam um mundo cada vez mais globalizado e ágil na transmissão da informação.

É perceptível a constante conexão da geração contemporânea com as mídias digitais e tecnologias informativas. Os parâmetros curriculares do ensino médio (2000) se referem às novas tecnologias nas escolas:

[...] as tecnologias precisam encontrar espaço próprio no aprendizado escolar regular, de forma semelhante ao que aconteceu com as ciências, muitas décadas antes, devendo ser vistas também como processo, e não simplesmente como produto. A tecnologia no aprendizado escolar deve constituir-se também em instrumento da cidadania, para a vida social e para o trabalho. No Ensino Médio, a familiarização com as modernas técnicas de edição, de uso democratizado pelos computadores pessoais, é só um exemplo das vivências reais que é preciso garantir, ultrapassando-se assim o “discurso sobre as tecnologias” de utilidade questionável. (BRASIL, 2000, p.50)

Partindo desse contexto compreende-se que se faz necessário estar conectado e atento a tantas transformações que perpassam a sociedade atual. A utilização de softwares e aparelhos eletrônicos que, de forma arrebatadora, dominam essa sociedade atual, propiciam oportunidades para a criação de aplicativos e dispositivos virtuais (FREITAS, 2011, p.16). Nessa continuidade, com intenção de oportunizar a utilização de dispositivos virtuais e agregar

ferramentas diversificadas no processo ensino-aprendizagem, a informática se faz indispensável.

No contexto educacional é válido quando o estudante consegue visualizar o conceito agregando significado, isto é, a visualização auxilia a compreensão. O uso da informática, especificamente do computador, representa um instrumento de testes, de conjeturas e de aspectos visuais. Borba (2011) defende que a visualização é considerada como um recurso para a compreensão e o computador pode ser usado para testar conjecturas, para calcular e para decidir questões que têm informações visuais como ponto de partida. (BORBA, 2011, p.70).

Portanto, se faz necessário repensar as práticas pedagógicas que conduzem ao andamento da educação contemporânea, onde o professor diante das novas tecnologias da informação e comunicação assume uma nova postura profissional. É nesse sentido que Morin (2000) retrata a questão das tecnologias. Ele registra que na era das telecomunicações, da informação, da Internet, estamos submersos na complexidade do mundo. Neste caso, Morin se refere à palavra complexidade no sentido daquilo que não pode se resumir a uma lei, nem a uma ideia simples. O autor cita:

A educação deve mostrar que não há conhecimento que não esteja, em algum grau, ameaçado pelo erro e pela ilusão. A teoria da informação mostra que existe o risco do erro sob o efeito de perturbações aleatórias ou de ruídos (*noise*), em qualquer transmissão de informação, em qualquer comunicação de mensagem. O conhecimento não é um espelho das coisas ou do mundo externo. Todas as percepções são, ao mesmo tempo, traduções e reconstruções cerebrais com base em estímulos ou sinais captados e codificados pelos sentidos. (MORIN, 2000, p. 20)

É importante ressaltar que o uso das tecnologias das informações ou dos dados isolados é insuficiente. É preciso situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido. Para ter sentido, a palavra necessita do texto, que é o próprio contexto, e o texto necessita do contexto no qual se enuncia. Sendo assim, a utilização das tecnologias da informação e comunicação não garantem a compreensão. A informação e comunicação, se bem transmitidas e compreendidas, trazem inteligibilidade, condição primeira necessária, mas não suficiente, para a compreensão.

Morin (2000, p. 87) afirma que o desafio global é também um desafio de complexidade. Existe complexidade, de fato, quando os componentes de uma estrutura que constituem um todo (como o econômico, o político, o sociológico, o psicológico, o afetivo, o mitológico) são inseparáveis e existe um tecido interdependente, interativo e inter-retroativo entre as partes e o todo, o todo e as partes. Ora, os desenvolvimentos próprios de nosso *século* nos confrontam, inevitavelmente e com mais e mais frequência, com os desafios da complexidade.

Edgar Morin (2003) aborda sobre os desafios em quatro tópicos: cultural, sociológico, cívico e o grande desafio, Quadro 1.

**Quadro 1:** Os desafios da complexidade

<b>O desafio cultural</b>
A cultura está não só recortada em peças destacadas, como também partida em dois blocos. A grande separação entre a cultura das humanidades e a cultura científica, iniciada no século passado e agravada atualmente, desencadeia sérias consequências para ambas. O mundo técnico e científico vê na cultura das humanidades apenas uma espécie de ornamento ou luxo estético, ao passo que ela favorece o que Simon chamava de <i>general problem solving</i> , isto é, a inteligência geral que a mente humana aplica aos casos particulares. O mundo das humanidades vê na ciência apenas um amontoado de saberes abstratos ou ameaçadores.
<b>O desafio sociológico</b>
A área submetida aos três desafios estende-se incessantemente com o crescimento das características cognitivas das atividades econômicas, técnicas, sociais, políticas, sobretudo com os desenvolvimentos generalizados e múltiplos do sistema neurocerebral artificial, impropriamente denominado informática, posto em simbiose com todas as nossas atividades. É assim cada vez mais: a informação é uma matéria-prima que o conhecimento deve dominar e integrar; o conhecimento deve ser permanentemente revisitado e revisado pelo pensamento; o pensamento é, mais do que nunca, o capital mais precioso para o indivíduo e a sociedade.
<b>O desafio cívico</b>
Atualmente, é impossível democratizar um saber fechado e esotérico por natureza. Mas, a partir daí, não seria possível conceber uma reforma do pensamento que permita enfrentar o extraordinário desafio que nos encerra na seguinte alternativa: ou sofrer o bombardeamento de incontáveis informações que chovem sobre nós, quotidianamente, pelos jornais, rádios, televisões, internet, redes sociais; ou, então, entregarmo-nos a doutrinas que só retêm das informações o que as confirma ou o que lhes é inteligível, e refugam como erro ou ilusão tudo o que as desmente ou lhes é incompreensível. É um problema que se coloca não somente ao conhecimento do mundo no dia-a-dia, mas também ao conhecimento de tudo o que é humano e ao próprio conhecimento científico.
<b>O desafio dos desafios</b>
A reforma do pensamento é que permitiria o pleno emprego da inteligência para responder a esses desafios e permitiria a ligação de duas culturas dissociadas. Trata-se de uma reforma não programática, mas paradigmática, concernente a nossa aptidão para organizar o conhecimento. A reforma do ensino deve levar à reforma do pensamento, e a reforma do pensamento deve levar à reforma do ensino.

Fonte: Morin (2003, p. 18) – adaptado.

A educação deve promover a “inteligência geral” apta a referir-se ao complexo, ao contexto, de modo multidimensional e dentro da concepção global. A abordagem do uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino termina por gerar nova consciência em quem educa e em quem aprende: o professor e o estudante, confrontados de todos os lados às incertezas, são levados em nova aventura. É preciso que ambos, professor e aluno, aprendam a enfrentar a incerteza, já que vivemos em uma época de mudanças em que os valores são ambivalentes, em que tudo é ligado.

Nessa diretriz, Morin (2003, p. 128) conclui que: nova consciência começa a surgir: a humanidade é conduzida para uma aventura desconhecida. Dada a importância da educação para a compreensão, em todos os níveis educativos e em todas as idades, o desenvolvimento da compreensão necessita da reforma das mentalidades; esta deve ser a tarefa da educação do futuro: reorganizar o pensamento educativo para avançar na pedagogia da humanidade.

Evidentemente novas descobertas ainda vão modificar nosso conhecimento, mas, pela primeira vez na história, o ser humano pode reconhecer a condição humana de seu enraizamento e de seu desenraizamento. Em meio à aventura, no extremo do prodigioso desenvolvimento de um ramo singular da auto-organização, prosseguimos, à nossa maneira, na aventura da organização. (MORIN, 2000, p. 36)

Assim, podemos imaginar os caminhos que permitiriam descobrir, em nossas condições contemporâneas, a finalidade da “cabeça bem-feita” (p. 21), ou seja, a intenção da reforma no pensamento educativo. Tratar-se-ia de um processo contínuo ao longo dos diversos níveis de ensino.

É nesse contexto que se idealiza avançar na utilização das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. As diretrizes curriculares da educação para o ensino médio (2000) há tempos propõem o uso de recursos tecnológicos idealizando o progresso na alfabetização digital. O incentivo na inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação é notório quando os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000) registram que:

Na sociedade do conhecimento, é particularmente relevante acompanhar a revolução provocada pelas chamadas Tecnologias da Informação e Comunicação. Entre os desafios dessa área, salienta-se o de direcionar os benefícios presentes

e potenciais das TIC a todos os brasileiros, para evitar o aprofundamento das desigualdades sociais e do hiato digital. É imprescindível avançar na universalização do acesso, na alfabetização digital, no desenvolvimento e implantação da infraestrutura e dos sistemas de comunicações das mais altas velocidades, no comércio e serviços eletrônicos, no governo eletrônico e na indústria de equipamentos eletrônicos e de softwares. (BRASIL, 2000, p. 69)

Nesse sentido, o que se deve crescer, prosperar, seguir adiante, avançar na tarefa de ensinar de forma a buscar estratégias que potencializem esse processo, o processo de ensino-aprendizagem. Sendo assim, desejamos direcionar essa oportunidade para o ensino da Geometria na educação básica.

### 2.2.1 O uso de tecnologia no ensino de Geometria

O contínuo desenvolvimento da informática permite aos estudantes vivência, muitas vezes de forma precoce, com a televisão, os games, a Internet e o computador em casa, o que os levam a desenvolver competências. O fato é que a motivação é despertada pelo mundo multimídia, interativo e animado.

Tendo em vista esse avanço na informatização e comunicação social dos nossos alunos, o ensino de geometria admite mudanças em sua prática pedagógica que podem ser benéficas para o processo ensino-aprendizagem. SANTOS (2000) afirma que:

O incessante desenvolvimento da informática e da microeletrônica tem propiciado oportunidades para a criação de novos aplicativos e dispositivos periféricos que podem ser utilizados no ensino de disciplinas gráficas como a Geometria, com importantes vantagens para a motivação dos alunos e o processo de aprendizagem. Na área de *software*, a tecnologia encontrada em produtos como o *Cabri-Géomètre*, o *Geometer's Sketchpad* e o *GeoGebra*, abre novas possibilidades para o ensino de Geometria. A disponibilidade de versões Java destes produtos amplia o alcance destas ferramentas também para o ensino à distância, além do apoio ao ensino presencial. Outras tecnologias que têm sido empregadas no ensino de Desenho e Geometria incluem as animações gráficas, construção de ambientes virtuais com VRML e sistemas CAD 3D. (p. 21).

O crescimento rápido e constante na área das tecnologias ocorre em diversos aspectos. Ainda há avanços em termos de *hardware*, nesse atributo surgem no mercado dispositivos para visualização em um sistema

tridimensional, permitindo um novo enfoque para o desenvolvimento de habilidades de visualização espacial dos estudantes (SANTOS, 2000, p. 13).

Acredita-se que a Geometria é uma área privilegiada para desenvolver estas capacidades visuais, num contexto de aprendizagem, especificamente, de forma significativa. Alves (2007) defende o uso de softwares educativos nas aulas de geometria, especialmente os de geometria dinâmica, pois vem ao encontro dessas propostas. O autor afirma que a utilização do computador ainda possibilita criar ambientes que fazem surgir novas formas de pensar e agir.

Ensinar Geometria é tarefa desafiadora para quem deseja alcançar o objetivo de inserir conhecimentos significativos à formação do aluno. As inovações tecnológicas podem ser inseridas em atividades que envolvam estudos de conceitos geométricos, o que não significa que perderá sua característica, neste caso a utilização do cálculo mental, construção e criação de gráficos e figuras geométricas devem estar aliadas a ferramentas tecnológicas idealizando auxílio no raciocínio e desenvolvimento de competências geométricas (BRASIL, 2000, p. 112).

Sob a ótica do uso das tecnologias da informação e o ensino de Geometria, acredita-se que é necessário caminhar vinculando conceito e produção, conceitos geométricos e a produção de atividades com o uso de ferramentas tecnológicas observando o potencial para a aquisição de conhecimentos. Exatamente nesse contexto, surgiu a projeção de admitir recursos tecnológicos para a abordagem conceitual da Geometria Espacial.

Diante disso, Borba (2011) traz um registro bastante pertinente à situação:

Os computadores não são apenas assistentes dos matemáticos, mas transformam a natureza da própria Matemática, e, portanto, são vistos como atores do coletivo pensante. No contexto da Educação Matemática, a visualização é parte dos processos de ensino e aprendizagem, de produção matemática dos alunos. [...] A visualização é considerada como um recurso para a compreensão matemática, e o computador pode ser usado para testar conjecturas, para calcular e para decidir questões que têm informações visuais como ponto de partida. (BORBA, 2011, p.70).

Apesar de ser notório que a inserção das tecnologias não são recentes, Amaral e Frango (2014) realizaram uma pesquisa a respeito do uso de softwares educacionais e puderam verificar que os números mostram que se faz pouco o uso desse recurso em ambientes escolares, demonstrando que há profissionais que ainda hoje não fazem uso de tais recursos. Borba relata sua defesa em relação ao uso das tecnologias da informação e comunicação nas aulas de Matemática, realçando a utilização de softwares dinâmicos e interativos:

[...] o lápis e o papel moldam a maneira como uma demonstração em Matemática é feita; a oralidade realiza processo análogo quando uma ideia é amadurecida; e um software gráfico, ou uma planilha eletrônica qualquer que gera tabelas e gráficos, pode transformar o modo como um determinado assunto, ou como um tópico específico, no contexto da Matemática, por exemplo, é abordado. (BORBA, 2011, p. 89)

Sob o ponto de vista intuitivo da aprendizagem da geometria há certo favorecimento no uso da tecnologia em se tratando do estudo do espaço e das relações espaciais. O pensamento geométrico em seu primeiro momento se depara com o reconhecimento visual, onde ocorre a visualização do objeto geométrico e sua identificação. Seguindo essa ideia, Laborde (1998) registra:

Para atingir os principais objetivos do ensino da geometria, é necessário que o aluno seja capaz de relacionar os fenômenos visuais aos fatos geométricos, reconhecer visualmente as propriedades geométricas, interpretar os desenhos em termos geométricos e saber realizar construções de configurações geométricas (p. 20).

Laborde (1998) ainda destaca que a capacidade de correlacionar tais conceitos representa a base para a elaboração das provas de proposições geométricas em ambientes de geometria dinâmica. Coelho e Saraiva (2000) retratam que a criação de contextos sociais favoráveis à aprendizagem é, ainda, uma das características de um ambiente geométrico dinâmico (software que permite construir e manipular figuras geométricas). A inserção de softwares educativos nas aulas de geometria, em especial os de geometria dinâmica, se enquadram de uma forma geral, nessas propostas.

Alves (2007, p. 3) em sua pesquisa relatou que no mercado há vários exemplos de softwares de geometria dinâmica, entre os quais podem ser citados: Cabri-géomètre, The Geometers Sketchpad (Key Curriculum Press), Geometric Supposer (Apple II, Israel), o pioneiro, Dr. Geo (H. Fernandes, Grenoble, França), Cinderella (Alemanha), Euklid (Alemanha), Régua e Compasso (França) e o Tabulæ (geometria plana) e o Mangaba (geometria espacial), desenvolvidos no Departamento de Ciências da Computação do Instituto de Matemática da UFRJ. O software utilizado durante o estudo de campo aqui relatado foi o GeoGebra 3D, que é gratuito e está destinado à aprendizagem da geometria espacial.

### **2.3 GeoGebra 3D**

O GeoGebra é um software matemático gratuito e dinâmico desenvolvido para o ensino e aprendizagem nos diversos níveis de ensino, podendo ser utilizado em toda a educação básica até ao nível superior.

O software de matemática dinâmico GeoGebra oferece a possibilidade de gerar applets interativo para meios de aprendizagem. Seus gráficos, álgebra, álgebra de computador e spreadsheet combinam representações matemáticas múltiplas com a cada outro de maneira interativa e conectada. Por um lado, o software facilita a visualização de fatos e conceitos matemáticos. Por outro lado, GeoGebra apoia a interação de formas diferentes de representação de objetos matemáticos. (HOHENWARTER, 2014, p. 12)

Criado por Markus Hohenwarter em 2001, na Universitat Salzburg (Áustria), o GeoGebra reúne recursos de geometria, álgebra, tabelas, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos simbólicos em um único ambiente. As apresentações destas possibilidades estão disponíveis em <http://www.geogebra.org>.

Atualmente, o GeoGebra é usado em 190 países, traduzido para 55 idiomas, são mais de 300.000 downloads mensais, 62 Institutos GeoGebra em 44 países para dar suporte para o seu uso. Além disso, recebeu diversos prêmios de software educacional na Europa e nos EUA, e foi instalado em

milhões de laptops em vários países ao redor do mundo<sup>1</sup>. Lima (2016) relata sobre sua experiência com o software afirmando que

A Geometria Dinâmica conduz os alunos a terem uma leitura e exploração geométrica dos desenhos através do computador. O GeoGebra é um software de Geometria Dinâmica gratuito e multiplataforma para todos os níveis de ensino, que combina geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo em um único sistema (LIMA, 2016, p. 57).

A proposta do trabalho aqui relatado é a inserção da versão 5.0, chamada Beta. O GeoGebra 3D Beta versão 5.0 foi criado com a ideia de trabalhar a geometria tridimensional, e permite a criação e interação de objetos em coordenadas  $(x,y,z)$ , tais como pontos, linhas, polígonos, esferas e poliedros. É possível executar o download e instalação do software em [www.geogebra.org/webstart/5.0/geogebra-50.jnlp](http://www.geogebra.org/webstart/5.0/geogebra-50.jnlp).

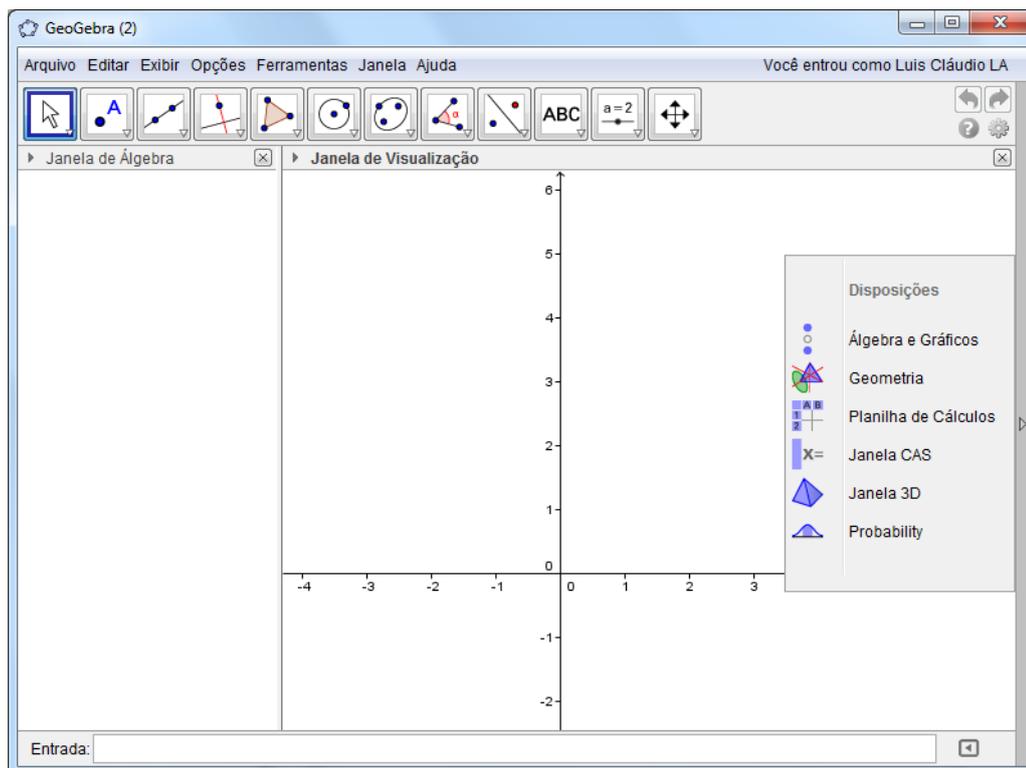
O uso do GeoGebra 3D possibilita a exploração de objetos geométricos espaciais de forma interativa, sendo assim destinado ao ensino de Geometria, Álgebra e Cálculo. Permite a exploração de diferentes conteúdos matemáticos como construções com pontos, vetores, segmentos, retas, secções cônicas e também com funções que podem ser alteradas de maneira muito dinâmica.

No aspecto de disposições algumas alterações foram realizadas na configuração do *software* (Figura 2). Por exemplo, o número de disposições aumentou em relação à visualizações. Agora há as opções: Álgebra e Gráficos; Geometria; Planilha de Cálculos; Janela CAS; Janela 3D e Probabilidade

---

<sup>1</sup>Dados extraídos da página inicial da Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo/PUC, sem autor definido, <http://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/index>. Acesso em 26/mai/2015

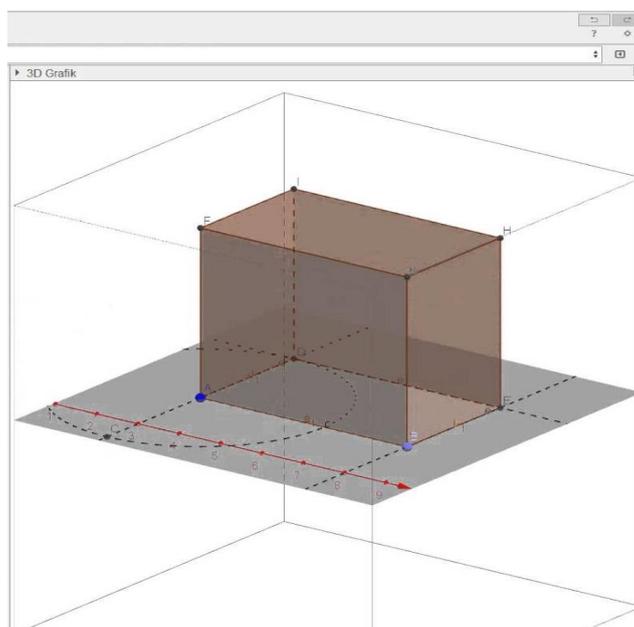
**Figura 2 – Tela Inicial do GeoGebra**



Fonte: <http://www.luisclaudio.mat.br/blog/?cat=10>. Acesso em 13 de jan de 2017.

O programa permite gerar sólidos de revolução a partir da janela 3D. É possível construir sólidos espaciais, como prismas, pirâmides, cones, esferas e outros. A figura a seguir (figura 3) exemplifica essa construção.

**Figura 3: Construção de prisma no GeoGebra 3D**



Fonte: Dados da Pesquisa

Segundo José Carlos Santos (2013), a última versão do GeoGebra, sua versão beta 5.0, que é um software muito popular entre os professores de Matemática do Ensino Básico e do Ensino Secundário, tem a possibilidade de simular imagens tridimensionais. Capacidade de explorar as capacidades 3D do GeoGebra para melhor exporem tópicos matemáticos relativos a Geometria no espaço.

O uso *software* GeoGebra, assim como outros tantos existentes, apresenta potencial que, se agregado a novas estratégias de ensino e de aprendizagem, possibilita alunos e professores explorarem, conjecturarem e investigarem diversos conhecimentos matemáticos. Assim, encontramos o *software* GeoGebra sendo usado para o desenvolvimento de diferentes temáticas dentro do ensino da Matemática. Busca-se com isso incentivar e aprofundar a pesquisa por parte dos docentes e educandos nas suas diversas aplicações e utilizações. Há vantagens do uso do GeoGebra nesse processo de construção, ressaltando que o mesmo é livre, não sendo necessário custo para sua instalação. (PADILHA, 2012, p. 105)

D'Ambrosio (1994, p. 46), sugere que ao invés de abordar conteúdos desvinculados da realidade, é necessário aprender com eles, reconhecer seus saberes, e unidos (professores) buscar novos conhecimentos. O autor ainda cita que a verdadeira educação é uma ação que enriquece para todos os que com ela se envolvem.

Sendo assim, a utilização do GeoGebra no ensino de matemática, neste caso, representa material facilitador no percurso da busca por tais novos conhecimentos, e nesse percurso andam juntos aluno e professor. A partir desse contexto, cabe a exploração ao GeoGebra por ser um software dinâmico e interativo. O embate dos ambientes de geometria dinâmica foram citados e analisados na dissertação de Vieira (2011), observando o reflexo de tais ambientes na aprendizagem geométrica. Segundo o autor,

As ferramentas como os ambientes de geometria dinâmica permitem a utilização de todo um tipo de tarefas diversificadas que permitem explorar conceitos, trabalhando as aplicações matemáticas, favorecendo a experimentação e são uma mais valia no que respeita à motivação dos alunos. (VIEIRA, 2011, p.11)

A autora ainda enfatiza que se há alguma potencialidade no uso de softwares de geometria dinâmica, estas devem estar associadas a atividades de investigação e tarefas de natureza exploratória. Vieira (2011):

No que diz respeito ao ensino da Geometria e da utilização dos ambientes de geometria dinâmica, as potencialidades de exploração de situações geométricas, através da manipulação e construção de objetos matemáticos promove um ambiente de exploração e investigação participada criando situações propícias á formulação e teste de conjecturas. (p.14).

É muito importante compreender o papel dos recursos tecnológicos no ambiente escolar, neste caso, o software GeoGebra. Bortolossi (2013, p. 32), representante do programa na região do Rio de Janeiro destaca que a tecnologia “é um instrumento pedagógico, assim como o quadro-negro e o livro didático”.No entanto, sobre o ensino de geometria, Bortolossi (2016, p. 1) defende o uso de tecnologias para visualização movimentação dizendo que alunos da escola básica frequentemente confundem propriedades do desenho com propriedades do objeto geométrico representado.

O mesmo autor, Bortolossi (2016), utiliza o exemplo de um quadrado girado que deixa de ser um quadrado para os estudantes. Bortolossi (2016, p. 1) afirma ser possível que este tipo de comportamento seja um reflexo da natureza estática de como a Geometria é comumente trabalhada em sala de aula (figuras não podem ser movidas ou alteradas em uma página de um livro ou no quadro-negro).

## **2.4A Teoria da Aprendizagem Significativa**

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2000, p. 22) prevê um processo ativo, que exige ação e reflexão do aprendiz. Ele descreve as condições em que a Aprendizagem Significativa pode ocorrer, dando especial importância ao papel da linguagem e da estrutura conceitual das matérias, bem como aos conhecimentos e competências que o estudante já possui. Este conhecimento prévio é, para Ausubel, o fator determinante do processo de aprendizagem.

As condições para isso são a *predisposição para aprender*, a existência de *conhecimentos prévios adequados*,

especificamente relevantes, os chamados *subsunçores*, e *materiais potencialmente significativos*. Na verdade, seriam duas condições, a predisposição para aprender e os materiais potencialmente significativos, pois estes implicam significado lógico e conhecimentos prévios adequados. (MOREIRA, 2013, p. 3)

Moreira (2012, p. 2) diz que a Aprendizagem Significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Para ele a Aprendizagem Significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Segundo Moreira (2013), são três as formas de Aprendizagem Significativa: subordinada, superordenada e combinatória (Quadro 2).

**Quadro 2:** Formas de Aprendizagem Significativa

<b>Aprendizagem Significativa Subordinada</b>
Esta é a mais comum, e “mais fácil”, na qual o novo conhecimento se subordina, se “ancora”, em certo conhecimento já existente na estrutura cognitiva com alguma estabilidade e clareza. Nesse processo o novo conhecimento adquire significado e o prévio fica mais diferenciado, mais estável, mais claro, mais rico em significados. Na verdade, há um gradiente de interação, quer dizer, o novo conhecimento interage com mais de um conhecimento prévio, mas há uma interação mais forte, indispensável, com determinado conhecimento prévio especificamente relevante para dar significado ao novo.
<b>Aprendizagem Significativa Superordenada</b>
É aquela aprendizagem em que há uma reorganização cognitiva de modo que um conhecimento passa a ser hierarquicamente (a estrutura cognitiva é dinâmica, hierárquica, buscando sempre a organização) superior a outros. Isso normalmente ocorre quando o ser que aprende percebe relações entre conhecimentos aprendidos por subordinação. Pode também ocorrer que um novo conhecimento seja percebido, ou que um novo significado seja captado, já como hierarquicamente superior a outros estabelecendo diferenças, semelhanças, causalidades, graus de diferença, entre conhecimentos aprendidos por subordinação.
<b>Aprendizagem Significativa Combinatória</b>
É aquela em que o significado de um novo conhecimento decorre da interação cognitiva com um conjunto de conhecimentos prévios, típico de uma pessoa que tem um bom domínio de um corpo de conhecimentos.

Fonte: Moreira (2013, p.16)

Nesse contexto, é possível afirmar que a Aprendizagem Significativa “é o processo através do qual uma nova informação (ou novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz” (MOREIRA, 1997, p.1). É uma teoria polivalente da forma como os seres humanos aprendem e retêm grandes conjuntos de matérias organizadas na sala de aula e em ambientes de aprendizagem semelhante. (AUSUBEL, 2003, p. 21).

A não arbitrariedade diz respeito a maneira como o novo conhecimento é proposto ao aprendiz. Deve-se considerar o conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva do aprendiz, aos quais Ausubel chama de subsunçores. É relevante, claro e consolidado, e serve de âncora para que o novo conhecimento seja aprendido significativamente e torne-se igualmente relevante para o aprendiz. Quando o novo conhecimento é proposto desconsiderando a existência do conhecimento prévio, essa relação é dita arbitrária. Já a substantividade significa que o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, não as palavras precisas usadas para expressá-las. O novo conceito aprendido significativamente pode ser apresentado de diversas maneiras. Essa definição contradiz a concepção de só se considerar a informação ou resposta apresentada com as mesmas palavras memorizadas do conceito padronizado (ao pé da letra). (SOUZA, SOUZA e CRUZ, 2014, p. 2).

A Aprendizagem Significativa supõe principalmente a aquisição de novos significados a partir do material de aprendizagem apresentado, que deve ser potencialmente significativo (AUSUBEL, 2002, p. 32). A estrutura cognitiva da pessoa que aprende deve conter ideias que sejam pertinentes com as que o novo material se relaciona, para que assim ocorra a interação entre as ideias já existentes e a abordagem do novo material, o que decorrerá na aquisição de novos significados.

Quer dizer, um material instrucional (um livro, por exemplo) será potencialmente significativo se estiver bem organizado, estruturado, aprendível, e se o aprendiz tiver conhecimentos prévios que lhe permitam dar significados aos conteúdos veiculados por esse material. Por exemplo, um excelente livro de geografia em inglês não será potencialmente significativo para um aluno que não entende inglês ou para uma pessoa que não tenha nenhum conhecimento prévio em geografia. (MOREIRA, 2013, p. 8)

É imprescindível utilizar uma linguagem **facilitadora** para a abordagem dessa nova informação citada pelo autor, o qual ainda destaca que a linguagem tem um papel essencial e operativo no pensamento, onde desempenha função comunicativa. Como disseram Neil Postman e Charles Weingartner (1969, p. 90), a linguagem está longe de ser neutra no processo de perceber, bem como no processo de avaliar nossas percepções. O diálogo é um dos fatores mais importantes para uma efetiva interação entre aluno e professor no processo ensino-aprendizagem. Em seus relatos sobre a teoria da Aprendizagem Moreira registra que:

**O diálogo é importante.** Um ensino que busca promover aprendizagem significativa não deve ser monológico, embora seja o professor quem apresenta, quem traz aos alunos os significados a serem captados, compartilhados. Nesse processo, a linguagem está totalmente envolvida. Estamos acostumados a pensar que a linguagem “expressa” nosso pensamento e que ela “reflete” o que vemos. Esta crença é ingênua e simplista, a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas nossas tentativas de perceber a realidade.(MOREIRA, 2013, p. 9)

Considerando a importância da linguagem utilizada e do diálogo que devem compor o processo da Aprendizagem Significativa, entende-se a afirmação de Ausubel (2002, p. 22) no que tange a Teoria: *o processo da Aprendizagem Significativa é ativo*. Moreira (2012, p. 17) acrescenta que o processo requer: I) análises cognitivas necessárias para determinar que aspectos da estrutura cognitiva já existentes sejam mais pertinentes ao novo material potencialmente significativo; II) perceber semelhanças e diferenças, e resolver contradições aparentes ou reais, entre conceitos e novas proposições já estabelecidas; e III) a formulação do material de aprendizagem em função do vocabulário e do intelecto da pessoa que aprende.

Com base nas afirmações supracitadas, é possível afirmar que a Aprendizagem Significativa exige envolvimento, participação e atividade entre docente e discente, ou seja, uma metodologia de ensino que seja capaz de envolver o aluno enquanto protagonista de sua aprendizagem, desenvolvendo ainda o senso crítico diante do que é aprendido, além de competências para

relacionar esses conhecimentos ao mundo real. “Esse tipo de metodologia se enquadra no que chamamos de metodologia ativa.” (PINTO, 2012, p. 6).

O professor, nesse processo, deve estar em constante observação à estrutura cognitiva do educando. É bastante comum que os detalhes de uma disciplina dada se aprendam com rapidez na medida em que seja possível ajustar contexto, conceitos, princípios generalizados estáveis e material apropriado. Na intenção de incluir deliberadamente na estrutura cognitiva para maximizar o aprendizado e a retenção de caráter significativo chega-se ao ponto principal do processo educativo.

Segundo Moreira (2013, p. 19), a estrutura cognitiva é dinâmica, buscando sempre a organização e isso envolve processos como a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Para entender essa distinção, é preciso compreender também a diferença entre Aprendizagem Significativa e aprendizagem mecânica.

Ausubel (2000) não estabelece uma distinção entre Aprendizagem Significativa e aprendizagem mecânica como uma oposição, sim como extremos de um contínuo. Além disso, ambos os tipos de aprendizagem podem ocorrer de forma concomitante na mesma tarefa de aprendizagem (Ausubel, 1963, p. 114). Por exemplo, a simples memorização de fórmulas se encontraria em um dos extremos desse contínuo (aprendizagem mecânica) e o aprendizado de relações entre conceitos poderia encontrar-se no outro extremo (Aprendizagem Significativa).

Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa não constituem uma dicotomia, são extremos de um contínuo. Quer dizer, a aprendizagem não é ou mecânica ou significativa. Há uma zona de progressividade, chamada de “zona cinza” entre as duas. Isso significa que é possível que uma aprendizagem mecânica possa chegar a ser significativa, sem que com isso se esteja estimulando a aprendizagem mecânica. (MOREIRA, 2013, p. 12)

Souza, Souza e Cruz (2014, p. 3) destacam que uma característica importante da Aprendizagem Significativa que a faz distinta da aprendizagem mecânica é quanto ao esquecimento e a possibilidade de reaprendizagem. Os autores relatam que o esquecimento é um efeito natural de ambos os processos de aprendizagem.

Porém, na aprendizagem mecânica o esquecimento é rápido e praticamente total e a possibilidade de reaprendizagem é quase inexistente, enquanto que na Aprendizagem Significativa o esquecimento é residual. Moreira (2012, p. 17) registra que na Aprendizagem Significativa resta um pouco dele no subsunçor (conhecimentos prévios), bem como a possibilidade de reaprendizagem é bastante real.

A aprendizagem mecânica e o esquecimento dependem da aquisição de uma força associativa discreta e da diminuição da mesma através da exposição a interferências anteriores e/ou posteriores de elementos discretos semelhantes, mas confusos, já armazenados ou adquiridos posteriormente (interferência pró-activa ou retroactiva). Por outro lado, a aprendizagem significativa e o esquecimento dependem, em primeiro lugar, do relacionamento dos novos materiais potencialmente significativos com as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz e, em segundo lugar (na ausência de superaprendizagem), da subsequente perda espontânea e gradual de dissociação dos novos significados, adquiridos através desta interacção, das ideias ancoradas (subsunção obliterante). Quer na aprendizagem mecânica, quer na significativa, a reprodução real do material retido também é afectada por factores tais como tendências culturais e de atitude e pelas exigências de situação específicas do próprio âmbito de reprodução. Estas diferenças entre os processos de aprendizagem mecânica e significativa explicam, em grande parte, a superioridade da aprendizagem e da retenção significativas em relação aos correspondentes por memorização. (AUSUBEL, 2000, p. 25)

As diferenças estabelecidas entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica possuem interfaces. Moreira (2013, p.26) destaca que a aprendizagem significativa integra novas ideias à condição cognitiva com significado, clareza, competência para instruir e encarar desafios. Todavia, assim como a aprendizagem mecânica, é o extremo de um contínuo.

Moreira (2013) ainda esclarece que sendo o ensino *potencialmente significativo*, ou seja, almejando-se favorecer, articular a aprendizagem significativa, o estudante, caso manifeste a necessária voluntariedade (pré disposição para aprender), tem a chance de caminhar na direção dela. Em contrapartida, sendo o ensino *comportamentalista* (mecânico), treinador para a testagem, para a resposta certa, a aprendizagem estará muito mais propensa para o outro extremo do contínuo, o da aprendizagem mecânica.

A partir dessa abordagem da aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica, é possível apresentar a diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Moreira (2013, p. 6) escreve que a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa representam dois processos cognitivos essenciais na Teoria da Aprendizagem Significativa. Segundo ele, quando a matéria de ensino é programada de acordo com o princípio da diferenciação progressiva, as ideias mais gerais e inclusivas do conteúdo são apresentadas no início da instrução e, então, progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidades. É como uma introdução do assunto, visando a percepção do aluno sobre o conceito.

Naturalmente, essa introdução não deve ser formal, sofisticada, abstrata. Ao contrário, deve ser introdutória, de modo que faça sentido para o aluno. No entanto, não deve tardar muito até que sejam dados exemplos, especificidades, detalhes e que se apresente novamente os conteúdos iniciais em um segundo nível de complexidade, com referência à visão geral apresentada no início. Logo virão novos exemplos, novas situações em um terceiro nível de complexidade, sempre voltando à abordagem inicial. Quer dizer, não é um enfoque dedutivo porque essa “volta ao começo” tem a ver com o *princípio da reconciliação integrativa*. (MOREIRA, 2013, p. 7)

Ausubel (1963, p.80) diz que o princípio da reconciliação integrativa pode ser melhor descrito como uma antítese à abordagem usual dos livros de texto que compartimentalizam os conhecimentos segregando tópicos dentro de seus respectivos capítulos. Entende-se, assim, que ao contrário do que Ausubel descreve como abordagem usual dos livros, a reconciliação integrativa é um esforço explícito, para explorar relações entre esses tópicos isolados nos capítulos, apontando diferenças, semelhanças, relações, procurando reconciliar inconsistências reais ou aparentes.

Moreira (1997, p. 18) reitera que utilizando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa como princípios programáticos começa-se com o mais geral, seguindo a apresentação de algo mais específico, pontuando o que há em comum com o geral e atentando para diferença e semelhanças. A compreensão desse aspecto é relevante, pois se diferenciarmos de forma não definida nossos conhecimentos ficarão compartimentalizados, sem nenhuma relação uns com os outros.

Já a integração permanente permite que os conhecimentos fiquem aglutinados, como se não se diferenciasssem uns dos outros. Ao invés disso, utiliza-se dois processos simultaneamente, ou seja, diferenciação e integração dos conhecimentos e, com isso, organiza-se hierarquicamente a estrutura cognitiva. Moreira (1997, p. 19) conclui registrando que nossa estrutura cognitiva é dinâmica e a estamos permanentemente organizando fazendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa de novos conhecimentos.

Um fator imprescindível para a organização hierárquica de novos conhecimentos são os organizadores prévios. Ausubel (2000) acredita que a principal função de um organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que precisaria saber para que pudesse aprender significativamente um determinado conhecimento.

Quando o novo conhecimento é completamente não-familiar, um *organizador prévio expositivo* deve ser usado para prover subsunçores aproximados que possam servir de ancoradouro inicial. Mas se o aprendiz já tiver alguma familiaridade com o novo conhecimento um *organizado prévio comparativo* facilitará a integração desse conhecimento com outros similares já existentes na estrutura cognitiva, assim como para aumentar a discriminabilidade entre ideias novas e ideias prévias que são essencialmente diferentes, mas confundíveis (Ausubel, 1963, p. 83).

Em geral, os organizadores prévios podem, e devem, ser usados para explicitar ao aluno a relacionabilidade do novo material com conhecimentos que estão na estrutura cognitiva. Moreira (2013) relaciona as possibilidades como uma introdução, uma atividade em pequenos grupos, uma analogia, uma imagem, uma simulação, um mapa conceitual, enfim, as possibilidades são múltiplas e o que funcionar para um aprendiz poderá não funcionar para outro.

No caso da pesquisa aqui relatada, a introdução foi realizada utilizando a apresentação com slides de imagens que representam figuras tridimensionais, mostrando as distinções e semelhanças entre a geometria plana e espacial.

Os organizadores prévios podem ajudar a diferenciação progressiva na medida em que são usados no início de cada novo tópico, ou cada nova unidade didática mostrando como esse tópico ou essa unidade se diferencia de tópicos e unidades anteriores. Podem também facilitar a reconciliação integrativa quando delineiam, explicitamente, as principais similaridades e diferenças entre novos conhecimentos e

aqueles já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende.(MOREIRA, 2013, p. 8).

Em análise à abordagem panorâmica da Teoria da Aprendizagem Significativa sob a ótica de Moreira e o trabalho de pesquisa, cabe a seguinte relação: para aprender significativamente não é preciso descobrir; pode ser, e é, majoritariamente, por recepção (MOREIRA, 2013, p. 14). É o educando quem deve processar a informação recebida, mas para isso o diálogo é essencial. No que tange a pesquisa, ocorre em todo o processo a interação entre professor e aluno utilizando a base do diálogo e da autonomia, através de uma linguagem tecnológica e visual, com slides e o software GeoGebra.

Durante a investigação do trabalho aqui relatado houve autonomia por parte dos estudantes na elaboração das atividades propostas. Assim, é possível fundamentar com base nas afirmações que Paulo Freire (2013, p. 60) coloca em defesa da mesma (autonomia), onde registra que reconhecer que devemos respeito à autonomia e à identidade do educando exige de nós uma prática em tudo coerente com tal reconhecimento. Freire acredita que o respeito à autonomia e à dignidade de cada um é um imperativo ético e não apenas um favor concedido uns aos outros.

Ocorre ainda que a apresentação de conhecimentos pode ser feita através de distintos materiais ou estratégias didáticas, inclusive uma aula expositiva, mas a participação do aprendiz é fundamental, ou seja, a investigação da presente pesquisa apresenta uma estratégia didática utilizando recursos tecnológicos, tomando por base uma aprendizagem ativa, onde o estudante participa, interage, aponta ideias próprias, isto é, protagoniza a ação.

Enfim, para a concretização da Aprendizagem Significativa são necessárias duas condições, segundo Moreira (2012, p. 9): definição do material instrucional (para o novo conhecimento) potencialmente significativo; e predisposição para aprender por parte do aprendiz. A proposta da pesquisa é exatamente esta: verificar a contribuição do uso do GeoGebra para a Aprendizagem Significativa da Geometria Espacial. Será que o *software* pode representar um material potencializador da aprendizagem da Geometria Espacial? O GeoGebra pode ser um material facilitador na abordagem da Geometria Espacial?

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa é caracterizada como qualitativa com características de um estudo exploratório. Segundo Bogdan e Biklen (1982, p. 29), a pesquisa qualitativa, também chamada de naturalística, envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes.

A definição dada pelos autores é bastante apropriada à abordagem do trabalho, onde ocorre interesse do pesquisador ao investigar o caso dos estudantes utilizarem o GeoGebra e o efeito que essa utilização causa na aprendizagem, sendo necessário o contato direto e prolongado com o ambiente escolar, com o software e com os alunos em estudo.

Considera-se esta pesquisa exploratória pelo fato de investigar alguns indicadores de Aprendizagem Significativa no conceito de Geometria Espacial utilizando recursos tecnológicos, especificamente, o GeoGebra na versão 5.0. Este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (Gil, 2012, p. 27).

Como instrumento para coleta de dados foi proposto uma oficina para maior interação com os alunos. Registramos também o uso do questionário. Gil (2012, p. 122) define questionário como a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, expectativas, interesses, aspirações, temores, comportamentos presentes ou passados, etc. O questionário foi elaborado com questões abertas sobre as concepções dos alunos acerca do GeoGebra e de conceitos geométricos

Houve registro das construções tridimensionais realizadas que ficam armazenadas no próprio software GeoGebra. Esse recurso pôde proporcionar ao aluno uma reflexão sobre seu caminho tomado no decorrer da construção. De acordo com Gravina e Santarosa (1998, p. 7), capturação de procedimentos é recurso encontrado, particularmente, em programas para Geometria. Automaticamente são gravados os procedimentos do aluno em seu trabalho de construção, e mediante solicitação o aluno pode repassar a história do

desenvolvimento de sua construção. Isto permite o aluno refletir sobre suas ações e identificar possíveis razões para seus conflitos cognitivos.

Ocorreu também o registro da comunicação entre professor e estudantes através de aplicativo de troca de mensagens via celular, onde os alunos registraram algumas concepções sobre o GeoGebra. Outro instrumento de coleta de dados foi a gravação de um vídeo dos estudantes, onde os alunos relatam rapidamente a experiência de ter conhecido o GeoGebra 3D no ensino de Geometria Espacial sob o ponto de vista deles. Segundo Carvalho (1999)

este recurso, além de contribuir de forma decisiva para a qualidade da discussão, oferece ao pesquisador a possibilidade de ver e rever as mesmas situações, libertando-o dos limites estreitos da observação do campo, tempo insuficiente para a seleção dos registros significativos, [...] para interpretação sedimentada e madura. (p. 157)

Foi apresentado aos alunos da terceira série do ensino médio regular a proposta de participação na pesquisa sobre o conceito de geometria espacial com o uso do GeoGebra, oito estudantes no total se apresentaram dispostos a colaborar com o estudo. Os alunos fazem parte de uma escola pública inserida na rede estadual do Rio de Janeiro, cidade de Nova Iguaçu, na Baixada Fluminense. A instituição de ensino tem por identificação Ciep 021 General Osório, localizada especificamente no bairro Botafogo.

Há semelhanças no perfil dos estudantes. Dentre os oito, temos cinco rapazes e três meninas. Dois rapazes possuem 18 anos e os outros três 17 anos. Todas as meninas possuem 17 anos.

A escola é composta por um laboratório de informática, no qual há cerca de dez computadores, e admite uma rede de internet que permite ao usuário estar conectado. Durante a semana de reuniões para o planejamento anual, ao término, instalamos o software (GeoGebra 5.0) nos computadores. Para a execução do GeoGebra na versão 5.0 foi necessário atualizar o sistema operacional das máquinas, Linux, para sua versão mais nova, o que aconteceu com o auxílio do mediador pedagógico disponibilizado pela escola.

A proposta aos alunos foi de realizar encontros semanais no contra-turno, com duração entre uma e duas horas. Os estudantes se propuseram a colaborar com a investigação até o final e assinaram o termo de consentimento

livre e esclarecido (TCLE), vale ressaltar que os nomes originais dos alunos envolvidos serão preservados durante o relato da experiência.

Levando em considerando a organização da pesquisa foi elaborado um cronograma para apresentar à equipe diretiva do colégio bem como aos alunos participantes do trabalho, além de funcionar como instrumento norteador da investigação.

**Quadro 3:** Cronograma da Oficina

Ordem dos encontros	Atividade executada
1	Abordagens conceituais da Geometria Espacial – Através de slides foram apresentadas formas geométricas espaciais e suas propriedades: Prisma, Pirâmide, Cone, Cilindro e Esfera.
2	Exame diagnóstico – Levantamento de dados quanto à estrutura cognitiva relacionada ao conceito de geométrico. Abordagem de questões discursivas com a intenção de verificar o grau de conhecimento acerca do conceito em estudo.
3	Apresentação do GeoGebra e exibição de trabalhos realizados no software – Os alunos foram levados ao laboratório de informática da escola onde acessaram a plataforma do software. O enfoque foi dado a versão 5.0 do programa, tendo em vista a facilidade de demonstrações de trabalhos em 3D. No entanto, a versão 4.0 também foi apresentada. Alguns trabalhos construídos no GeoGebra foram exibidos para os estudantes a fim de incentivar a construção de novos trabalhos por parte deles mesmos.
4, 5 e 6	Execução de atividades relacionadas à Geometria Espacial através do GeoGebra – Nessa fase os alunos foram orientados a investigar o conceito da Geometria Espacial fazendo uso do programa e correlacionando as abordagens feitas.
6	Gravação de Vídeo

Fonte: Dados da Pesquisa

### 3.1. O processo de testagem do Produto Educacional (versão estudante)

Para validar o produto fizemos a aplicação com outros estudantes da terceira série do ensino médio, tendo em vista a formação completa dos anteriores e a saída dos mesmos da escola. Aproveitamos a oportunidade de ter ocorrido uma palestra seletiva durante o turno das aulas e convidamos os estudantes da terceira série do ensino médio. Os alunos aceitaram prontamente e assim foram levados ao laboratório de informática da escola.

O teste da validação do produto foi realizado em três turmas da terceira série do ensino médio, em cada uma delas havia 18 alunos presentes e ficaram 3 por computador, sendo 6 computadores em funcionamento.

Explicamos aos estudantes que o objetivo do produto foi desenvolver algo que pudesse contribuir para o processo do ensino da matemática, fazendo uso do GeoGebra 3D. Essa iniciativa foi motivada pela aprendizagem adquirida ao longo do curso de Mestrado Profissional em Ensino das Ciências da Universidade do Grande Rio, o qual aponta para a elaboração de um produto educacional visando uma contribuição concreta para a educação básica.

Antes de iniciar a apresentação do produto verificamos o conhecimento prévio que possuíam. Realizamos as seguintes perguntas de forma oral, em forma de diálogo, onde as respostas foram dadas de forma aleatória, não respondidas por um único aluno. Paulo Freire (1979) defende a prática do diálogo afirmando que:

O diálogo é o encontro entre os homens, mediatizados pelo mundo, para designá-lo. Se ao dizer suas palavras, ao chamar ao mundo, os homens o transformam, o diálogo impõe-se como o caminho pelo qual os homens encontram seu significado enquanto homens; o diálogo é, pois, uma necessidade existencial” (FREIRE, 1979, p.42).

A primeira pergunta foi relativa ao que eles entendiam por Geometria, os alunos demonstraram que conheciam os conteúdos que ela trata, já que citaram em suas respostas “Ponto, reta e plano; Formas geométricas; Polígonos como triângulos”.

Em seguida, perguntamos sobre o que eles entendiam sobre Geometria Espacial? Os estudantes demonstraram em suas respostas um saber superficial, mas que correspondia a um conhecimento prévio necessário para a abordagem e aprofundamento do conceito: “Geometria no Espaço; Espaço Tridimensional; Acho legal as formas, mas é muito difícil desenhar”

Dando sequência, foi questionado aos alunos sobre se eles poderiam citar exemplos de objetos que nos deparamos no dia-a-dia e lembram a forma de um prisma, um cilindro, uma pirâmide, um cone e uma esfera. As respostas encontram-se no Quadro 10 a seguir:

**Quadro 10** - Respostas dos alunos sobre exemplos de objetos que nos deparamos no dia-a-dia

	Resposta
Prisma	- <i>Cadeira</i> - <i>Caixa de eletricidade</i> - <i>Sólido com duas bases iguais</i>
Cilindro	- <i>Caixas d'água bem grandes</i> - <i>Dulto (Tubo)</i> - <i>Lixeira da sala</i>
Pirâmide	- <i>Pirâmides do Egito</i> - <i>Paris (Torre Eiffel)</i> - <i>Que têm faces triangulares</i>
Cone	- <i>Trânsito, cone de sinalização</i> - <i>Casquinha de sorvete</i>
Esfera	- <i>Planeta Terra;</i> - <i>Bola de boliche;</i> - <i>Bola de futebol.</i>

Fonte: Dados da Pesquisa

Note-que os alunos conhecem as figuras e conseguem relacioná-las com objetos notados no cotidiano, inclusive associando as figuras, como objetos não tão comuns ao dia a dia deles, como Dultos e Torre Eiffel. Assim, concluímos que o conhecimento prévio desses alunos é bem amplo e que, possivelmente, eles já tenham tido contato com a disciplina de Geometria Espacial em sua vida escolar. Moreira (2012) registra que:

A Aprendizagem Significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (p. 3)

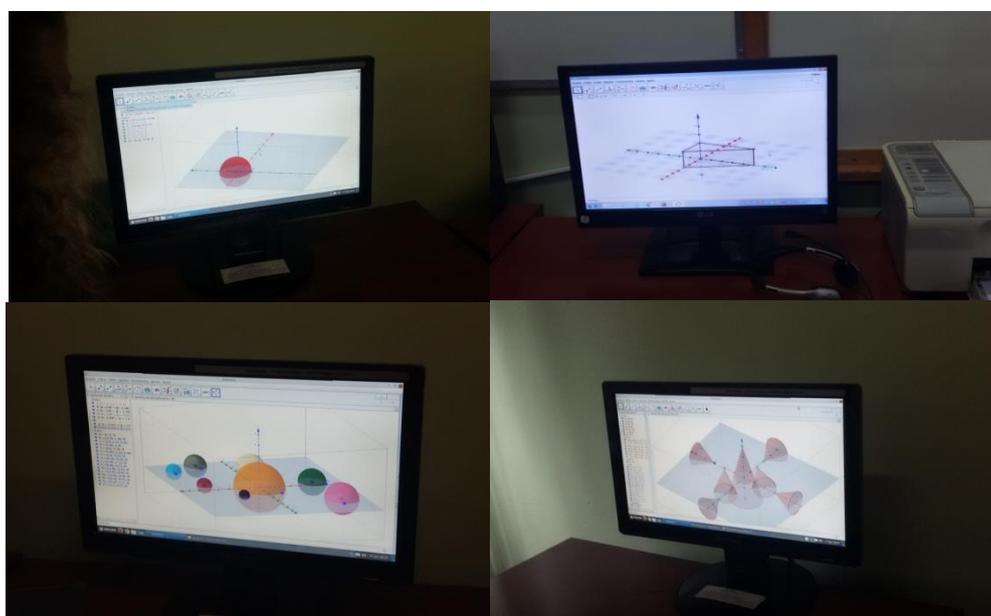
Seguimos com a abordagem da parte conceitual da Geometria Espacial apresentando características específicas de prismas, cilindro, pirâmide, cone e esfera. Falamos a respeito da importância de aprender Geometria, suas aplicações no cotidiano e das profissões que demandam do conhecimento geométrico para um bom desempenho.

Após essa fase apresentamos a eles o Software GeoGebra na versão Beta 5.0, mostramos a tela inicial e a barra de ferramentas. Fizemos também um exemplo de construção de um cubo como abordamos no produto. Em seguida eles ficaram livres para mexer na ferramenta e construir os sólidos. Fizeram algumas das atividades propostas no produto.

Durante a execução das construções dos sólidos alguns questionamentos foram levantados: - *Onde escrevemos um texto?* Nesse momento eles mesmos perceberam que seria no botão ABC. *Ao construir o cone um trio percebeu que ele ficava deitado e queriam que ficasse em pé.* Dissemos para eles observarem os pontos que estavam demarcando em relação à sua ordem. Depois de algum tempo perceberam que o primeiro ponto marcado deve ser o centro da base circular do cone e o segundo corresponde ao vértice e dessa maneira eles conseguem colocar o cone na posição que desejarem.

Os estudantes prosseguiram desenvolvendo algumas atividades selecionadas do produto, como a construção de prismas, cones e esferas. Foi possível registrar algumas figuras, que permaneceram na tela (Figura 7), construídas enquanto faziam testes para a execução das tarefas 3, 7 e 10 sugeridas no livreto.

Figura 4 - Figuras construídas pelos estudantes



Fonte: Dados da pesquisa

Repare que os estudantes desenvolveram formas geométricas com base no que viram no livreto, tanto em relação ao manuseio do GeoGebra 3D quanto à construção de sólidos tridimensionais. Nesse momento, acreditamos ser possível aproximar-se da real proposta do produto educacional para os

estudantes: **um material auto-instrutivo, onde ele pode desenvolver, de forma independente, as construções de figuras tridimensionais**, cabendo ao professor apenas o auxílio na formulação de conjecturas, conclusões e justificativas.

É exatamente este o ponto da Aprendizagem Significativa que desejamos evidenciar em nosso trabalho, um processo de ensino ativo e protagonista do estudante, fazendo uso de um material facilitador e potencializador, fatores imprescindíveis para a concretização da Teoria. É o que Moreira (2013. p. 8) defende em seus relatos: um material instrucional será facilitador e potencialmente significativo se estiver bem organizado, estruturado, aprendível, e se o aprendiz tiver conhecimentos prévios que lhe permitam dar significados aos conteúdos veiculados por esse material.

Por fim, aplicamos um questionário sobre o GeoGebra. Primeiro perguntamos aos alunos o que acharam do software. As respostas deixam claro o quanto a ferramenta agradou: "A visualização não deixa dúvida; No papel é mais difícil. Aqui sai perfeito; Muito Legal; É legal porque dá pra ampliar e reduzir; Dá pra fazer várias formas geométricas". O fato do GeoGebra 3D causar agrado aos estudantes é importante no sentido de trazer a pré disposição para aprender citada por Moreira (2013) como elemento essencial para a articulação da Aprendizagem Significativa. O estudante, ao manifestar a necessária voluntariedade (pré disposição para aprender), tem a chance de caminhar na direção dela.

Continuamos com o questionamento de ser possível aprender Geometria Espacial utilizando o GeoGebra 3D com autonomia. As respostas foram: "Sim. Não é difícil mexer; É bem melhor que escrever; É uma descoberta legal pra gente. Dá pra aprender sozinho". Perceba que os relatos correspondem às expectativas, estreitando a proposta registrada no livreto: abordar os conceitos iniciais da Geometria Espacial com o GeoGebra 3D de forma que os estudantes tenham autonomia e real aprendizado.

Perguntamos se na opinião deles o GeoGebra 3D facilita a Aprendizagem da Geometria Espacial, e se acreditavam que o software pode ser um material potencializador do ensino da Geometria no espaço. Eles disseram que "Sim. Porque temos mais atenção; Nos faz ter interesse em

aprender; Por ser no computador é mais interativo; Sim. Porque é diferencial; Sim. É inovador; Sim. Descobrimos coisas que não sabíamos; Sim. A gente aprende muito ".

Reparamos que as respostas foram todas positivas, com tendência favorável no que diz respeito à representação do software como o material que Moreira (2012, p. 9) defende para ocorrer a Aprendizagem Significativa: para a concretização da Aprendizagem Significativa são necessárias duas condições, um **material instrucional potencialmente significativo e facilitador**; e predisposição para aprender por parte do aprendiz.

Os fatores que talvez não contribuíram para um melhor desempenho foram o tempo (dispusemos de apenas dois tempos de aula, assim eles não fizeram todas as atividades propostas no produto) e o sistema operacional utilizado nas escolas da rede estadual, o Linux. Apesar do sistema estar atualizado desde quando fizemos a pesquisa com os alunos do ano de 2016, ainda é bastante lento o que muitas vezes traz certa impaciência nos estudantes.

Uma possível solução para o tempo é utilizar o produto educacional em três aulas distintas, totalizando 6 tempos de aula. Dividindo o material em três partes temos como primeira abordagem a Geometria Espacial e suas características básicas, focando nos sólidos citados, prisma, cilindro, pirâmide, cone e esfera, bem como a importância de aprender os tais conceitos. Na segunda parte, a apresentação do GeoGebra 3D, seus elementos e ferramentas, incluindo a resolução dos exemplos contidos no livreto. E na terceira aula, a execução das atividades sugeridas com o auxílio do professor apenas no levantamento de hipóteses, conclusões e justificativas.

No que se refere ao sistema Linux, utilizado nas escolas da rede estadual do Rio de Janeiro, uma saída seria a substituição por outro mais compatível aos softwares educacionais, visando o incentivo ao uso dos mesmos no processo de ensino, isto é, a utilização não apenas por parte dos professores, mas também pelos alunos.

### **3.2. O processo de testagem do Produto Educacional (versão professor)**

Iniciamos com a apresentação da capa do produto, suas motivações e objetivos. Abordamos como motivações e objetivos exatamente como retratados no produto. *"No momento em que nos propusemos a preparar este material, a ideia era desenvolver algo que pudesse contribuir para o processo de ensino da matemática, fazendo uso do GeoGebra 3D. Essa iniciativa foi motivada pela aprendizagem adquirida ao longo do curso de mestrado profissional em ensino da ciências e matemática da Universidade do Grande Rio, o qual aponta para a elaboração de um produto educacional visando uma contribuição concreta para a educação básica."* (Apresentação do Produto Educacional)

Apresentamos também os principais temas propostos no produto que englobam o conceito de Geometria Espacial; o porquê de ensinar Geometria Espacial, um tópico que traz uma reflexão para o professor sobre a importância do ensino desse conceito; como ocorre o ensino de Geometria Espacial nas escolas; a relação da Geometria Espacial com o GeoGebra 3D bem como o porquê usar o software no ensino de Geometria Espacial

A professora que recebeu o livreto possui formação na área de licenciatura plena em matemática, com pós graduação lato sensu em matemática. Tem experiência com o magistério há 6 anos, atuando nas turmas do Ensino Fundamental II e também do Ensino Médio, em escolas particulares e públicas, municipal e estadual. Trabalhamos na mesma escola no bairro Comendador Soares, em Nova Iguaçu, por nome Colégio Estadual Comendador Soares, pertencente à rede pública do estado do Rio de Janeiro. Nosso relacionamento profissional nos permitiu propor a aplicação do produto educacional para validação do material na versão professor.

Prosseguimos com a apresentação do software. A professora relatou ser bastante relevante a demonstração detalhada do GeoGebra como está no produto, onde há a indicação das barras de menu e de ferramentas; das janelas de disposições, de álgebra e de visualização e do campo de entrada. Segundo ela, essa é uma dúvida muito comum entre os professores. Também expressou a importância de estar descrito cada botão da barra de ferramentas conforme previsto no livreto (produto).

Na parte do produto em que registramos o exemplo de construção de sólidos com o GeoGebra, simulamos a construção de um cubo. Apresentamos tal procedimento no próprio programa e a professora externou ser bastante simples a tarefa. Neste momento, ela relatou já conhecer o GeoGebra na versão 4.0, mas não sabia que já havia a atualização na versão 5.0.

Ao final, passamos para as atividades propostas e a professora realizou algumas delas no próprio GeoGebra. Ela avaliou a pertinência e relação entre as atividades, seu respectivo objetivo (proposto no produto) e seu desenvolvimento. A professora também fez uma análise no produto educacional versão para estudantes. E partir de sua observação registramos com alguns questionamentos apresentados no quadro 11.

Quadro 11: Questionário e resposta da Professora sobre os produtos Educacionais.

<b>1. Você acredita que esse material pode contribuir para o ensino de Geometria Espacial?</b>
<i>Resposta: Sim. Esse livreto tem uma abordagem bem prática, não está difícil. E em relação à geometria, eles (os alunos) precisam mesmo de algo que os façam enxergar claramente suas formas.</i>
<b>2. Esse produto traz uma abordagem que incentiva o professor de matemática a utilizar o GeoGebra 3D no ensino de geometria espacial sem que este tenha profundo conhecimento e prática acerca do software?</b>
<i>Resposta: Incentiva sim, porque ele tem todos os passo-a-passo. A minha maior dificuldade com o GeoGebra é justamente saber o que cada botão desse representa, e muitos professores também não sabem. E esse livreto ajudaria sim bastante, porque mostra o que significa cada ícone.</i>
<b>3. O material poderia ser utilizado também pelo professor que não possui habilidade alguma com as Tecnologias de Informação e Comunicação?</b>
<i>Resposta: Não. Quando o professor não tem nenhuma habilidade fica muito difícil. Há professores de matemática, colegas de trabalho, que não sabem sequer fazer um desenho no computador, nem em programas como paint, power point, etc. Acredito que para estes precisaria haver uma capacitação, ou instrução intensiva com um instrutor presente.</i>
<b>4. Você acredita que este material na versão estudante traz uma abordagem onde ele pode desenvolver, de forma independente, as construções de figuras tridimensionais, e compreender o conceito de Geometria Espacial?</b>
<i>Resposta: Para o ensino médio sim. Mas acredito que as turmas de ensino fundamental são um pouco imaturas para a utilização de ferramentas tecnológicas com autonomia e independência. Quando eles usam alguma ferramenta tecnológica querem logo brincar, jogar e já pensam em redes sociais. Então, seria necessária a presença do professor para monitorar quanto à utilização, mas quanto à linguagem acredito que eles entenderiam bem. As turmas do médio já poderiam sim aprender de forma independente.</i>
<b>5. O que você acrescentaria na elaboração do material para melhoria desse processo auto-instrutivo?</b>
<i>Resposta: Acho que os estudantes também precisariam ter alguma noção do plano</i>

*cartesiano com a terceira dimensão (x, y, z). Acredito que eles fariam as marcações das arestas que formam os sólidos mais corretamente. Então, seria interessante inserir uma abordagem, ainda que seja bem superficial, sobre esse assunto.*

Fonte: Dados da Pesquisa

Note que a primeira pergunta é justamente o que procuramos investigar durante a pesquisa, se ocorre contribuição na utilização do GeoGebra 3D para a Aprendizagem Significativa do ensino de Geometria Espacial. A resposta é bastante positiva, principalmente, quando a professora afirma ser **um material de abordagem prática e clara**, fatores imprescindíveis no ensino de Geometria, devido às formas tridimensionais.

A segunda e a terceira pergunta tiveram a intenção de verificar se o produto na versão professor atende às propostas citadas: incentivar o professor de matemática a utilizar o GeoGebra 3D no ensino de geometria espacial sem que este tenha profundo conhecimento e prática acerca do software.

O relato da professora mostra que o material incentiva sim, porque aborda detalhadamente a representação dos ícones do software, o que esclarece a dúvida de muitos profissionais, inclusive as dela, que já conhecia o GeoGebra na versão 4.0, mas não possui profundo conhecimento e prática com o uso do programa. Então, vemos que neste caso, é possível fazer uso do produto educacional elaborado.

No entanto, ela prossegue em sua terceira resposta afirmando que apenas o livreto não é suficiente para o professor que não possui habilidade com algum tipo de Tecnologia da Informação e Comunicação. Logo, notamos que é necessário uma apresentação, ainda que superficial do software, para uma utilização deste material por parte do professor. Assim, concluímos que é preciso conhecer, mesmo que superficialmente, o GeoGebra, para adequação à proposta do produto educacional.

O quarto questionamento intenciona confirmar o papel do professor na utilização do livreto com seus estudantes, o de apenas prestar auxílio em suas conclusões, permitindo aos mesmos a participação ativa e autônoma. A resposta atesta ser possível realizar todo o procedimento em turmas do ensino médio, tendo em vista o grau de maturidade dos alunos deste segmento. Para ela, os educandos no ensino médio são capazes sim de acompanhar a

abordagem do conceito fazendo uso do material apresentado, com a influência do professor apenas nas conclusões e justificativas como propõe o produto.

Todavia, a colega registra que em turmas do ensino fundamental é indispensável a presença do professor para monitoramento das atividades. Ela argumenta que no ensino fundamental II, os estudantes são imaturos e ficam empolgados com a utilização do computador para jogos e brincadeiras, o que não significa ser impossível o uso do material nesta fase, apenas demonstra ser necessário a fiscalização mais rigorosa da sequência recomendada no produto.

Na última pergunta interrogamos acerca do material para obter contribuições pertinentes e acrescentáveis ao produto. A colega trouxe uma resposta bastante relevante, sinalizando a importância do conhecimento, ainda que básico, sobre o plano cartesiano e sua terceira dimensão para melhor marcação dos pontos que correspondem às arestas dos sólidos tridimensionais.

#### 4. RESULTADOS e DISCUSSÕES

No primeiro encontro, os estudantes foram convidados a participar de uma reunião para apresentação do cronograma e um diálogo sobre a ideia da pesquisa. Na expectativa de manter uma relação de interação entre eles e nós, buscamos verificar se havia sido abordado o conhecimento de Geometria Espacial, especificamente sobre os sólidos tridimensionais, nos anos anteriores, e percebemos que havia ausência do mesmo.

No segundo encontro, os mesmos responderam um questionário (Apêndice) para levantamento de dados conceituais. Verificou-se o grau de aquisição de concepções geométricas abordadas em séries anteriores, tendo em vista a relevância de conhecimentos prévios para a Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Neste instrumento, são consideradas questões para analisar a compreensão acerca da distinção entre geometria plana e espacial, identificação de figuras planas e suas propriedades bem como de formas tridimensionais. Além disso, o questionário teve a intenção de verificar a relevância sob a ótica dos estudantes acerca do estudo de geometria espacial.

**Quadro 4-** Respostas ao questionário (O que você entende por geometria?)

<b>Pergunta: O que você entende por geometria?</b>
<i>Eu entendo que estuda as figuras geométricas (Aluno D)</i>
<i>Estudo das formas em geral (Aluno Br)</i>
<i>É o estudo dos sólidos planos ou espaciais (Aluno J)</i>
<i>Eu entendo que tem várias formas geométricas em nosso dia a dia (Aluno B)</i>

Fonte: Dados da pesquisa

No Quadro 4 vemos indícios da concepção de Moreira (2012, p. 17) acerca das ideias “logicamente” significativas, já que os alunos responderam que a geometria “estuda as figuras geométricas” (Aluno D), as “formas em geral” (Aluno Br), “estudo dos sólidos planos e espaciais” (Aluno J), e ainda reconheceram que “tem várias formas geométricas no cotidiano” (Aluno B). Essas são as ideias anteriores, ancoradas e relevantes da estrutura cognitiva

particular do estudante. Essas ideias são muito importantes para adquirir e reter conhecimentos.

**Quadro 5** - Respostas ao questionário (O que você entende por geometria espacial?)

<b>Pergunta: O que você entende por geometria espacial?</b>
São corpos, figuras geométricas em 3D (Aluno L)
Entendo que estuda o espaço que as figuras ocupam (Aluno D)

Fonte: Dados da pesquisa

No quadro 5 percebemos o conhecimento prévio, quando o Aluno L responde que “são corpos, figuras geométricas em 3D”, e o Aluno D diz que “estuda o espaço que as figuras ocupam”, eles demonstram possuir algum conhecimento acerca do conceito. Para Moreira (2013, p. 25), esse é o conhecimento prévio necessário para o processo de aprendizagem. Para ele, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

**Quadro 6** -Respostas ao questionário (sobre aprender o conceito de geometria espacial)

<b>Pergunta: Você acredita ser importante aprender geometria espacial no ensino médio? Em caso afirmativo, justifique.</b>
<i>Sim. Porque esse tipo de geometria cai muito em concurso e é muito bom pois é conhecimento. (Aluno B)</i>
<i>Sim, além de aumentar o conhecimento ajuda na percepção do espaço. (Aluno J)</i>
<i>Sim, ajuda no aprendizado e sempre é bom ver coisas novas. (Aluno Br)</i>
<i>Sim, porque tudo que nós vemos ou tocamos tem uma relação com a geometria espacial. (Aluno D)</i>
<i>Sim. Porque é o estudo mais profundo da geometria que conhecemos e pode ajudar bastante quem for fazer provas para vestibulares. (Aluno L)</i>
<i>Sim. Para aprimorar o nosso conhecimento. (Aluno E)</i>
<i>Sim. Pelo fato de termos a possibilidade de usar essa matéria no futuro e poder dar mais conhecimento. (Aluno M)</i>

Fonte: Dados da pesquisa

Nota-se nas respostas do Quadro 6 o reconhecimento da importância de aprender geometria espacial. Moreira retrata essa predisposição para aprender como condição necessária para concretizar a Aprendizagem Significativa: para

a concretização da Aprendizagem Significativa são necessárias duas condições, segundo Moreira (2012, p. 9): definição do material instrucional (para o novo conhecimento) potencialmente significativo; e *predisposição para aprender por parte do aprendiz*.

No terceiro encontro, no laboratório de informática da escola, eles conheceram o GeoGebra. Visualizaram construções de formas geométricas espaciais realizadas pelo professor pesquisador no software, conheceram o GeoGebraTube ([tube.geogebra.org](http://tube.geogebra.org)) e ouviram sobre a criação da ferramenta e seu desenvolvimento. Os alunos ficaram animados com a dinâmica da ferramenta e se propuseram a baixar no computador em casa e investigar as funções do GeoGebra. Contudo, apenas dois dos oito alunos tinham a máquina em casa e acesso à internet para instalação do programa.

Os participantes esclareceram dúvidas sobre os sólidos geométricos relacionados aos elementos de figuras tridimensionais e perceberam a grande quantidade de objetos presentes no cotidiano que permite fazer a associação correspondente a formas geométricas espaciais.

Nessa fase encontramos a característica denominada por Ausubel de organizador prévio comparativo. Se o aprendiz já tiver alguma familiaridade com o novo conhecimento um *organizado prévio comparativo* facilitará a integração desse conhecimento com outros similares já existentes na estrutura cognitiva, assim como para aumentar a discriminabilidade entre ideias novas e ideias prévias que são essencialmente diferentes, mas confundíveis (Ausubel, 1963, p. 83).

Neste encontro, com o entusiasmo dos envolvidos ocorreu a ideia, por sugestão dos próprios alunos, a criar um grupo específico da pesquisa na rede de relacionamentos via celular por aplicativo de troca de mensagens. O grupo teve por identificação “Pesquisa GeoGebra” e todos os alunos participantes da pesquisa foram adicionados, mas deixaram bem claro que nem todos tinham fácil acesso à internet.

Quadro 7 - Mensagens via aplicativo de celular (*whatsapp*)

15/04/16, 3:31 PM - Pesquisador: Boa tarde, pessoal. Como combinamos fiz o grupo. O nome do site é <a href="http://www.geogebra.org">www.geogebra.org</a> 27/04/16, 9:47 PM - Aluno J: Vê se ficou bom
---

27/04/16, 10:32 PM - Aluno J: Futucando que eu fiz  
29/04/16, 9:35 AM - Aluno B: Bom Dia  
29/04/16, 11:28 AM - Aluno B: Prof já enviei  
29/04/16, 11:30 AM - Pesquisador: Olá, Bom dia!!! Vou olhar no pc... Valeuuu  
29/04/16, 10:33 PM - Pesquisador: Boa noite,----. ---- vi seu desenvolvimento... Ficou ótimo. Muito bom  
17/06/16, 11:50 AM - Pesquisador: Olá, pessoal. Gostaria de agradecer a participação de cada um de vcs na pesquisa sobre o GeoGebra. Meu desejo é vê-los alcançado excelentes posições no mercado de trabalho. Tenho certeza que potencial não falta a nenhum.  
17/06/16, 8:30 PM - **Aluno B: Ainda mais pq aprendemos muitas coisas**  
17/06/16, 8:31 PM - **Aluno B: Uma ferramenta muito boa**

Fonte: Dados da pesquisa

Destacando o comentário do aluno B quando diz: “*Ainda mais pq aprendemos muitas coisas*”, é possível perceber que no ponto de vista do estudante foi importante o aprendizado. E o mesmo escreve: “*Uma ferramenta muito boa*”, demonstrando reconhecer o GeoGebra como ferramenta que contribuiu de forma positiva. Essa contribuição é bastante pertinente, pois é justamente o que estamos investigando: o GeoGebra 3D representa um material potencializador e um facilitador no processo de aprendizagem?

No quarto encontro, os estudantes foram incentivados a utilizar o software com a finalidade de tomar para si as propriedades geométricas desenvolvidas e, conseqüentemente, os assuntos estudados. A partir desta etapa, os estudantes iniciaram a construção de figuras geométricas espaciais utilizando o software, bem como suas respectivas formas planificadas, conjecturando acerca dos seus principais elementos. No quinto e sexto encontro os alunos prosseguiram nessa trajetória e concluíram a relevância de aprender geometria espacial.

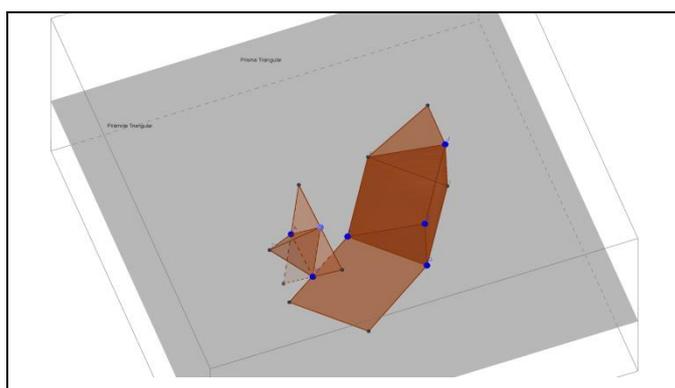
**Figura 5** - Alunos elaborando atividade no GeoGebra 3D

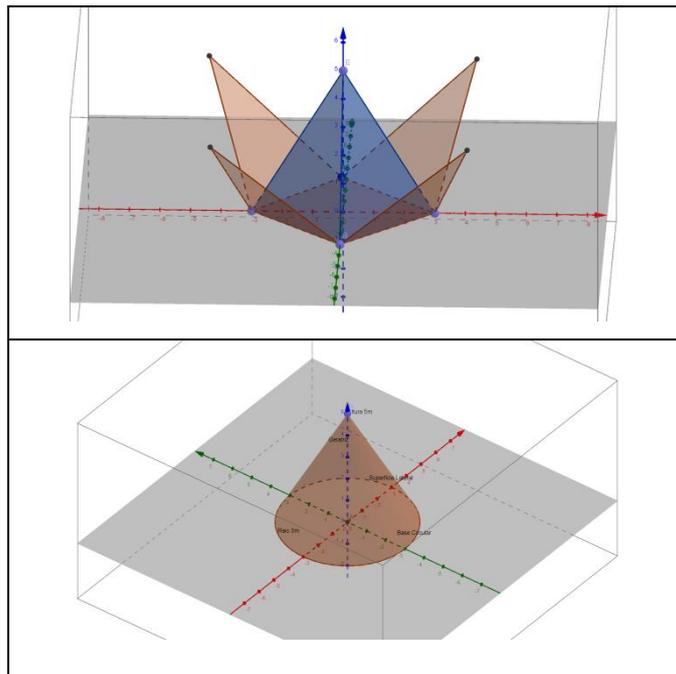


Fonte: Dados da pesquisa

Ao acompanhar os alunos durante os últimos encontros é possível perceber, cada risco, cada desenho, cada planificação e cada construção dos sólidos, que todos se dedicaram demonstrando empenho na execução das tarefas. Os participantes tiveram liberdade na construção das formas tridimensionais. Deixei-os à vontade para errarem, ou acertarem, para perguntarem, para debaterem entre eles, para ajudar um ao outro.

**Quadro 8** - Construções de sólidos no GeoGebra 3D feita pelos estudantes





Fonte: Dados da pesquisa

A Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2002, p. 2) é necessariamente um processo ativo, que exige ação e reflexão do aprendiz e que é facilitada pela organização cuidadosa das matérias e das experiências de ensino. Haja vista a participação ativa e reflexiva dos alunos, no que tange a Teoria, é possível afirmar a presença das suas definições bem como suas positivas contribuições aos estudantes.

Vale afirmar que as construções feitas pelos alunos mostram o quanto o aprendiz, a partir de um conhecimento e competência já adquiridos, agrega novos conceitos, onde o professor pesquisador interage com o educando, contribuindo para um maior aprofundamento do conhecimento abordado, sobretudo, alcança resultados expressivos.

As atividades desenvolvidas pelos participantes da pesquisa confirmam que houve uma progressão acerca da geometria espacial. Os estudantes progrediram na execução do projeto e demonstraram tomar propriedade dos conceitos abordados. Cada arquivo corresponde a um participante distinto, nomeado e elaborado por eles próprios, consolidando a participação protagonista dos mesmos. As atividades podem ser encontradas no endereço do geogebra tube: [https://www.geogebra.org/materials/?lang=pt\\_BR](https://www.geogebra.org/materials/?lang=pt_BR).

No último encontro os alunos gravaram um vídeo relatando a experiência de ter conhecido o GeoGebra no ensino de Geometria Espacial.

Quadro 9 -Dados do vídeo



*Então, o GeoGebra foi um software que contribuiu para o nosso aprendizado. A gente pôde identificar melhor as características de um sólido geométrico. Sem falar que foi muito mais fácil e divertido de aprender. #geogebra na escola se uapoio (depoimento dos alunos participantes sobre a experiência do uso do GeoGebra, extraído de vídeo gravado em junho de 2016)*

Fonte: Dados da pesquisa - (Imagem extraída do vídeo gravado pelos estudantes)

É notória na fala dos alunos, a satisfação no uso do GeoGebra. Esse relato feito por eles indica a resposta positiva quanto à nossa pergunta de partida: O GeoGebra contribui para a Aprendizagem Significativa na abordagem da Geometria Espacial no ensino médio? O software pode representar um material potencializador e um facilitador no processo de ensino?

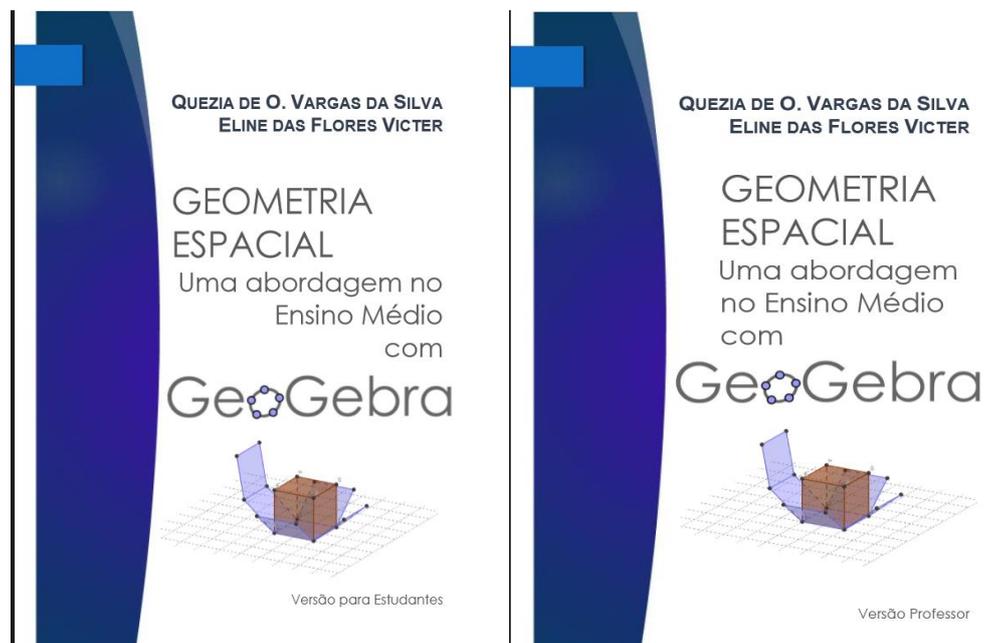
Temos como resultados predisposição para prender por parte dos alunos (MOREIRA, 2013, p.3) conhecimentos prévios que são os subsunsores defendidos por Ausubel (2000, p. 19), assimilação e retenção de conhecimentos registrados nas construções dos sólidos realizadas pelos estudantes e confirmação do dinamismo gerado pela utilização do software. Assim, é possível afirmar a contribuição do GeoGebra 3D para a Aprendizagem Significativa no ensino de Geometria Espacial.

## 5. PRODUTO EDUCACIONAL.

Como parte da pesquisa realizada e resposta à investigação surgiram dois produtos educacionais, um destinado a estudantes da educação básica, interessados em aprender Geometria Espacial integrando as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC); e outro voltado para professores da educação básica interessados em integrar as Tecnologias de Informação e Comunicação em sala de aula. Ambos os materiais apresentam sugestões sobre como introduzir conteúdos relacionados à Geometria Espacial, especificamente sólidos geométricos como prisma, cilindro, pirâmide, cone e esfera, com a utilização do programa GeoGebra3D (versão 5.0).

Durante a preparação dos produtos, a ideia era desenvolver algo que pudesse contribuir para o ensino da matemática, fazendo uso do GeoGebra 3D. Essa iniciativa foi motivada pela aprendizagem adquirida ao longo do curso de mestrado profissional em ensino das ciências e matemática da Universidade do Grande Rio, o qual aponta para a elaboração de um produto educacional visando uma contribuição concreta para a educação básica. Foi então produzido então o livreto intitulado Geometria Espacial: uma abordagem no Ensino Médio com o GeoGebra, com duas versões, versão para Estudantes (Figura 6a) e versão do professor (Figura 6b).

Figura 6 – Produto Educacional



Fonte: dados da pesquisa

A questão que norteou o desenvolvimento foi: **como abordar os conceitos iniciais da Geometria Espacial com o GeoGebra 3D de forma facilitadora?** A proposta para os estudantes confere um material auto-instrutivo, onde ele pode desenvolver, de forma independente, as construções de figuras tridimensionais. Ao professor cabe, a partir dos movimentos e manipulações das figuras, auxiliar os alunos na formulação de conjecturas, conclusões e justificativas.

A versão para estudantes (Figura 6a) está dividida em três partes que envolvem basicamente Geometria Espacial e o GeoGebra. Na primeira parte ocorre a abordagem dos conceitos da Geometria Espacial, com foco nos sólidos tridimensionais usados na pesquisa: prisma, cilindro, pirâmide, cone e esfera. Definimos o estudo de geometria bem como os sólidos espaciais citados, e suas formas são apresentadas através de imagens.

Na segunda parte apresentamos algumas motivações para o aprendizado da Geometria Espacial. Mostramos exemplos de profissões que fazem uso de formas espaciais para a execução do trabalho. De igual modo mostramos imagens de objetos presentes no cotidiano que exige um pensamento elaborado da Geometria para que sejam identificados e

compreendidos. Abordamos tais aspectos para levar o estudante a perceber a importância do aprendizado das formas tridimensionais.

Na terceira parte é onde ocorre as justificativas do uso do GeoGebra 3D na abordagem do ensino de Geometria Espacial, bem como a apresentação do software, seus elementos e disposições. Há um exemplo de construção de um cubo e ainda detalhamos o significado dos botões da barra de ferramentas, com a finalidade de facilitar o manuseio da ferramenta.

Nesta fase também colocamos, como propostas, atividades a serem desenvolvidas pelo estudante com o uso do GeoGebra 3D. Há um tutorial que auxilia no desenvolvimento da solução e, do mesmo modo, a figura do sólido como deve ser.

Quanto ao material na versão para professor (Figura 6b), no momento o qual pensamos em sua construção passamos a ter outra pergunta motivadora: **De que maneira incentivar o professor de matemática a utilizar o GeoGebra 3D no ensino de geometria espacial sem que este tenha profundo conhecimento e prática acerca do software?** A proposta do livreto para o professor traz uma abordagem de incentivo à autonomia do seu aluno no aprendizado dos conceitos da Geometria Espacial através do uso GeoGebra 3D.

Paulo Freire (1998, p. 134) traz reflexões sobre a autonomia do estudante, defendendo que ensinar não é transferir a inteligência do objeto ao educando, mas instigá-lo no sentido de que, como sujeito cognoscente, se torne capaz de entender e comunicar o entendido. Segundo Freire (1998, p. 29), ao educador cabe não apenas ensinar os conteúdos, mas ensinar a pensar certo, criar suas próprias representações da realidade, saber explicar os fenômenos a partir de suas conclusões.

Na versão para professores também ocorre uma abordagem dos conceitos da Geometria Espacial com foco nos mesmos sólidos: prisma, cilindro, pirâmide, cone e esfera. Acrescentamos algumas motivações para ensinar Geometria Espacial, e como esse ensino acontece nas escolas, tendo por base as diretrizes e parâmetros curriculares (BRASIL, 2000).

O diferencial da versão professor para a versão estudante está na proposta das atividades, onde inserimos o objetivo da atividade, além do

tutorial e da figura do sólido, com a intenção de conceder suporte ao professor em sua aplicação e desenvolvimento na abordagem do conceito.

Para concluir, retornamos ao objetivo específico do desenvolvimento deste produto educacional, o de criar um material potencialmente significativo e facilitador no processo de ensino do conceito da Geometria Espacial. Percebemos pelas respostas dos estudantes, e também pelo relato da professora entrevistada, que os livretos tanto na versão aluno, quanto na versão professor, satisfazem a intenção, e representam sim um material potencialmente significativo e facilitador na abordagem da Geometria Espacial.

Moreira (1999a, p. 63) afirma que as principais condições para que a Aprendizagem Significativa ocorra são: relacionar a nova informação com algum conhecimento já existente na estrutura cognitiva do estudante, ou seja, a nova informação precisa fazer sentido para o que ele deseja aprender; e, o material aprendido deve ser potencialmente significativo, o que Moreira (1999b) define como aquele que é relacionável ou incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz. Portanto, notamos que temos sim uma resposta favorável e positiva quanto ao objetivo dos produtos educacionais desenvolvidos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa aqui abordada teve por principal objetivo buscar estratégias que potencializem a aprendizagem da Geometria Espacial no ensino médio, observando ser significativa ou não, utilizando o GeoGebra 3D, bem como trazer a proposta de um produto educacional para professores de matemática que almejam aperfeiçoar suas práticas pedagógicas através das tecnologias de informação e comunicação, e que tenham por objetivo a formação de cidadãos conhecedores da forma tridimensional que rodeia o mundo em que vivemos.

Apresentamos como questão norteadora da investigação a seguinte: O GeoGebra 3D pode representar um material potencialmente significativo e um facilitador da aprendizagem levando em conta a Teoria da Aprendizagem Significativa? E a partir das indagações surgiu a problematização da pesquisa, onde houve a participação de oito alunos da terceira série do ensino médio regular da rede estadual do Rio de Janeiro, no espaço escolar do Ciep 021 General Osório.

A pesquisa está fundamentada nas afirmações utilizadas por Edgar Morin em relação ao uso das Tecnologias de Informação e Comunicação, o qual registra que na era das telecomunicações, da informação, da Internet, estamos submersos na complexidade do mundo, o que nos traz desafios culturais, sociológicos, cívicos e o desafio na reforma do ensino, onde a educação deve promover a “inteligência geral” apta a referir-se ao complexo, ao contexto, de modo multidimensional e dentro da concepção global.

Assim também referenciamos o trabalho na Teoria da Aprendizagem Significativa sob o ponto de vista de Moreira, o qual relata que a aprendizagem e a retenção de caráter significativo são importantes na educação, pois são os mecanismos humanos para adquirir e armazenar a imensa quantidade de ideias e de informações que constituem qualquer campo de conhecimento.

Adotamos uma metodologia qualitativa de caráter exploratório, onde desenvolvemos ideias e conceitos, sendo necessário o contato direto e prolongado com o ambiente escolar, com o software e com os alunos participantes da pesquisa.

Durante todo o procedimento metodológico houve a preocupação de enfatizar a importância do conhecimento da geometria aos estudantes. Um dos apontamentos sugeridos pela pesquisa foi que muitas vezes, por não compreender os conceitos geométricos, suas formas, propriedades, a relevância desse aprendizado para a vida em sociedade, o estudante não demonstra interesse pelo assunto. Logo, já no primeiro encontro foi mostrado aos participantes o quanto a geometria está presente em nosso cotidiano.

A ideia de agregar o GeoGebra na versão 5.0 se ajustou de maneira bastante propícia ao conceito da geometria tridimensional, pois o software permite gerar sólidos de revolução a partir da janela 3D, onde é possível construir sólidos espaciais, como prismas, pirâmides, cones, cilindros, esferas e outros. A apresentação do programa despertou a participação interativa dos alunos, o que dinamizou a abordagem dos conceitos geométricos.

No decorrer da investigação registramos as atividades desenvolvidas pelos estudantes, isto é, os sólidos construídos por eles próprios com uso do GeoGebra 3D, o que permitiu que eles ocupassem a posição de protagonistas da pesquisa. Também buscamos analisar tais registros com a intenção de verificar a ocorrência efetiva da Aprendizagem Significativa.

Como resultado, trouxemos a proposta do produto educacional em forma de livreto com o título Geometria Espacial - uma abordagem no ensino médio com o GeoGebra 3D. O produto é apresentado em duas versões, uma para estudante e outra para professor, ambas com o objetivo de contribuir para uma aprendizagem significativa do conceito.

Durante a aplicação do produto tanto na versão estudantes, quanto na versão professor, obtivemos respostas muito favoráveis no que diz respeito à contribuição do GeoGebra 3D como material facilitador e potencializador no ensino de Geometria Espacial, tendo em vista ser estes, itens que caracterizam a eficácia da Aprendizagem Significativa.

Assim, concluímos que as respostas para os questionamentos da pesquisa proposta - **o uso do GeoGebra 3D pode contribuir para o a Aprendizagem Significativa da Geometria Espacial no ensino médio?** Será que o *software* pode representar um material potencializador da aprendizagem da Geometria Espacial? O GeoGebra pode ser um material facilitador na

abordagem da Geometria Espacial? – são positivas e favorecem a utilização do programa.

Em observação às respostas dadas às perguntas realizadas durante o processo de investigação da pesquisa, aplicação do produto e, tendo em vista as imagens que correspondem às construções dos sólidos tridimensionais por meio do GeoGebra 3D, notamos o quanto foi relevante a realização do trabalho, e como é possível abordar esse conceito - que muitas vezes é ignorado por estudantes e até por profissionais da educação, por desconhecer a importância de conhecê-lo (aluno) e ensiná-lo (professor) - de maneira ativa, dinâmica e **Significativa**, o que nos confirma ser o GeoGebra 3D um material facilitador e potencializador do ensino de Geometria espacial.

Para finalizar deixamos como proposta a abordagem realizada nessa pesquisa nos anos iniciais do ensino fundamental. Acreditamos que se houver Aprendizagem Significativa dos conceitos da Geometria Espacial na fase sugerida, o estudante estará ainda mais embasado para ler e interpretar a realidade e para desenvolver capacidades que deles serão exigidas ao longo da vida social e profissional, assim como está estabelecido na orientação curricular das escolas.

## 7 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AUSUBEL, D.P.. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton. 255p. 1963.

AUSUBEL, D. **Adquisición y retención del conocimiento**. Uma perspectiva cognitiva. Barcelona: Paidós. 2002.

AUSUBEL, D.P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York, Grune and Stratton.2000.

AGUIAR, I. A., PASSOS, E.. A tecnologia como caminho para uma educação cidadã.**Cairu em Revista**, v. 3, p. 1-24, 2014

ALVES, George. Um estudo sobre o desenvolvimento da visualização geométrica com o uso do computador. **XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE – Mackenzie – 2007**.

AMARAL, M. P.; FRANGO, I.; Um levantamento sobre pesquisas com o uso do software geogebra no ensino de funções matemáticas. **REVMAT**. Florianópolis (SC), v.9, n. 1, p. 90- 107, 2014.

BALDISSERA, Altair. **A geometria trabalhada a partir da construção de figuras e sólidos geométricos**, 2007.Disponível em: <[www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes\\_pde/artigo\\_altair\\_baldissera.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_altair_baldissera.pdf)> acesso em 4 jan 2017.

BORBA, Marcelo de Carvalho; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos; AMARAL, Rúbia Barcelos. **Educação a distância online**. 3 ed. – Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

BORTOLOSSI, H.J. Criando conteúdos educacionais digitais interativos em matemática e estatística com o uso integrado de tecnologias GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, São Paulo, v. 1, p. 28-35, 2013.

BORTOLOSSI, H. J.; MACHADO, E. J. C.. **Usando o GeoGebra em dispositivos móveis para explorar invariantes geométricos na sala de aula**. Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades São Paulo – SP. 2016

BOGDAN, R. e BIKLEN, S.K. **Qualitative Research for Education**. Boston, Allyn and Bacon, inc., 1982

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica.**Parâmetros Curriculares Nacionais**, Ensino Médio, 2000.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica.**Parâmetros Curriculares Nacionais**, Ensino Médio, 1997

CARDIA, Link dos S.. Uma abordagem do ensino de geometria espacial: a otimização de embalagens como contextualização do conceito de áreas de figuras planas e volumes dos sólidos geométricos. **Dissertação de mestrado PROFMAT-** SBM/ Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Rio de Janeiro. Dezembro, 2014.

CARDOSO, A. M., AZEVEDO, J. F., MARTINS, R.X.. Histórico e tendências de aplicação das tecnologias no sistema educacional brasileiro. Colabor@ - **Revista Digital da CVA** - Ricesu, Volume 8, Número 30, Dezembro de 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Reflexão sobre a prática e qualificação da formação inicial docente**. Faculdade de educação da USP. 1999.

CASTRUCCI, B. **Fundamentos da Geometria**: estudo axiomático do plano euclidiano. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978.

COELHO, M. I.; SARAIVA, M. J.. **Tecnologias no Ensino - Aprendizagem da Geometria**.,. Rio de Janeiro. 2000

DANTE, L. R.. **Matemática**: contexto e aplicações. São Paulo: Ática, 2000.

FREIRE, Paulo; SHOR, Ira. **Medo e Ousadia** – O Cotidiano do Professor. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986. (Coleção educação e Comunicação, v. 18). Disponível em <http://portal.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/livros/Medoousadia.pdf> Acesso em 7ago2017.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 46ª edição. Rio de Janeiro. Paz e Terra. 2013

FREIRE, Paulo. **Conscientização**: teoria e prática da libertação – uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. 3ª edição. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

FREITAS, Adriano Vargas. **Com giz e laptop**: da concepção à integração de políticas públicas de informática. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011.

GERDES, Paulus. **Sobre o despertar do pensamento geométrico**. Curitiba: UFPR, 1992.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social** - 7. ed. - São Paulo : Atlas, 2012.

GIRALDO, V.. Integrando Geometria e Funções: Gráficos Dinâmicos. **Revista do Professor de Matemática (RPM)**, São Paulo, v. 30, n. 79, p. 39 - 46, 3º quadrimestre, 2012.

GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados. **IV Congresso RIBIE**. Brasília, 1998.

HILBERT, David. **Fundamentos da Geometria**. Trajectos ciência. 7ª edição. Editora Gradiva. 2003

HOHENWARTER, M.. Multiple representations and GeoGebra-based learning environments. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**(Unión). Número 39. páginas 11-18. Septiembre de 2014.

KLAUSMEIER, H. J.; GOODWIN, W. **Manual de Psicologia Educacional: aprendizagem e capacidades humanas**: (Tradução de Abreu, M. C. T. A.). São Paulo: Harper & Row, 1977.

LABORDE, C. (1998). "Visual Phenomena in the Teaching/Learning of Geometry in a Computer-Based Environment". In: MAMMANA, C. (ed.), VILLANI, V. (ed.). **Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century** – An ICMI Study. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic, pp. 113-121.

LIMA, Louise dos S.. O método de aproximação de Arquimedes com o uso do GeoGebra: uma abordagem histórica e didática. **Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo**. SP. 2016

Moreira, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. Primeira Edição. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999a.

Moreira, M. A. **Aprendizagem Significativa**. Primeira Edição. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999b.

MOREIRA, M. A.. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais** – Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. Em Moreira, M.A., Caballero, M.C. e Rodríguez, M.L. (orgs.) (1997). **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos, España. pp. 19-44.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2020. Aceito para publicação, *Curriculum*, La Laguna, Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A.. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Instituto de Física – UFRGS. Porto Alegre – RS. disponível em < [www.if.ufrgs.br/~moreira2012](http://www.if.ufrgs.br/~moreira2012) > Acesso em 7ago2017.

MOREIRA, M. A.. **Linguagem e aprendizagem significativa**. Porto Alegre, RS. Disponível em < [www.if.ufrgs.br/~moreira2003](http://www.if.ufrgs.br/~moreira2003) > Acesso em 7ago2017.

MOREIRA, M. A.. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. Porto Alegre, RS. Disponível em < [www.if.ufrgs.br/~moreira](http://www.if.ufrgs.br/~moreira) 2011> Acesso em 7ago2017.

MOREIRA, M. A.. **Aprendizagem significativa: uma ilusão perdida em uma cultura de ensino para a testagem?** Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível em <[www.moreira.if.ufrgs.br](http://www.moreira.if.ufrgs.br)> Acesso em 7ago2017.

MORIN, Edgar, 1921- **Os sete saberes necessários à educação do futuro** / Edgar Morin ; tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya ; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. – 2. ed. – São Paulo : Cortez ; Brasília, DF : UNESCO, 2000.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**, 1921. Tradução Eloá Jacobina. - 8a ed..Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

NASCIMENTO, J. B.. O estudo da geometria espacial por meio da construção de sólidos com materiais alternativos. **Dissertação de mestrado**. Centro Universitário Univates. Lajeado, 2013.

PADILHA, Teresinha Aparecida Faccio. **Conhecimentos geométricos e algébricos a partir da construção de fractais com uso do software geogebra**. Lajeado, setembro de 2012.

PAULA, T.O. **O ensino de Geometria Analítica com o uso do GeoGebra**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado em Matemática)– Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

PEREIRA, Renan Marques. **Uma proposta para o ensino da matemática: abordagens conceituais por meio do geogebra**.Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências e Matemática) - Universidade do Grande Rio, Duque de Caxias, 2015.

PINTO, A. S. S.; BUENO, M. R. P.; SILVA, M. A. F. A. e; SELLMANN, M. Z.; KOEHLER, S. M. F. **Inovação Didática - Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com “peer instruction”**. Janus, Lorena, ano 6, n. 15, 1jan./jul., 2012.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C.. **Teaching as a subversive activity**. New York: Dell Publishing Co. 219p. (1969)

RANCAN, Grazielle. **Origami e tecnologia: investindo possibilidades para ensinar geometria no ensino fundamental**. Porto Alegre, 2011.

REIS, F. S. SANTOS, I. N. Usando tecnologias da informação e comunicação no ensino de geometria analítica plana: explorando os conceitos de feixe de

retas paralelas e concorrentes. **Revista da Educação Matemática da UFOP**, Ouro Preto, v. 1, n. 1, p. 2- 7, 2011.

RIO DE JANEIRO, Secretaria de Estado e Planejamento da Educação do Rio de Janeiro, **Currículo Mínimo**. Matemática. 2012.

RITTER, Andréa Maria. **A visualização no ensino de geometria espacial: possibilidades com o software Calques 3D**. 2011. Dissertação de Mestrado Profissionalizante no Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32385/000786641.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 set 2012.

ROGENSKI, M. L. Cordeiro. PEDROSO, S. M. Dias. **O ensino da geometria na educação básica: realidade e possibilidades**. 2015. Disponível em <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/44-4.pdf>> Acesso em Ago/2017.

SANTOS, Eduardo T.. Novas tecnologias no ensino de desenho e geometria. **Anais do I encontro Regional do Vale do Paraíba de Profissionais do Ensino da Área de Expressão Gráfica**, p. 71-81, out. 2000, Lorena, SP.

SEMER, S.; SILVA, S. C. Rutz; NEVES, M. C. Danhone. **Anamorfose no Ensino de Geometria**. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.6, n.3, p.61-86. 2013.

SOUZA, A. M. de; SOUZA, J. P. de; CRUZ, T. C.. **Aprendizagem significativa da função afim com o auxílio Do software geogebra: uma proposta didática**. VI Fórum Internacional de Pedagogia. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2014.

TENÓRIO, A.; SOUZA, S. M. R.; TENÓRIO, T.; O uso do software educativo GeoGebra no estudo de Geometria Analítica. **Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo**, SP, p.103-121, 2015.

VALE, I.; BARBOSA, A.. **Materiais manipuláveis para aprender e ensinar geometria**. Boletim Gepem ISSN: 2176-2988. nº 65, jul-dez. 2014.

VENTURINI, D.M. **Geometria Analítica e Geogebra: uma combinação perfeita na exploração de conceitos e propriedades**. 2009. 32 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Matemática)– Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2009.

VALÉRIO, A.V.; SOUZA, L.R. Ensino da geometria analítica com o uso do software GeoGebra. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, Avaré, v. 3, n. 1, p. 7-14, 2013.

VIEIRA, Maria João Pereira da Silva Mendes. **O estudo de Pavimentações Regulares e Semi-Regulares com Ambientes de Geometria Dinâmica**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Nova de Lisboa. Portugal, 2011.

## APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO AOS ALUNOS

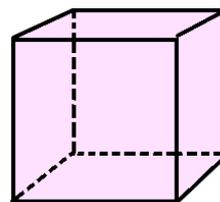
MESTRADO PROFISSIONAL em  
ENSINO DAS CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO  
BÁSICA

*Mestranda: Quezia de O Vargas da  
Silva*

*Orientadora: Eline das Flores Victor*

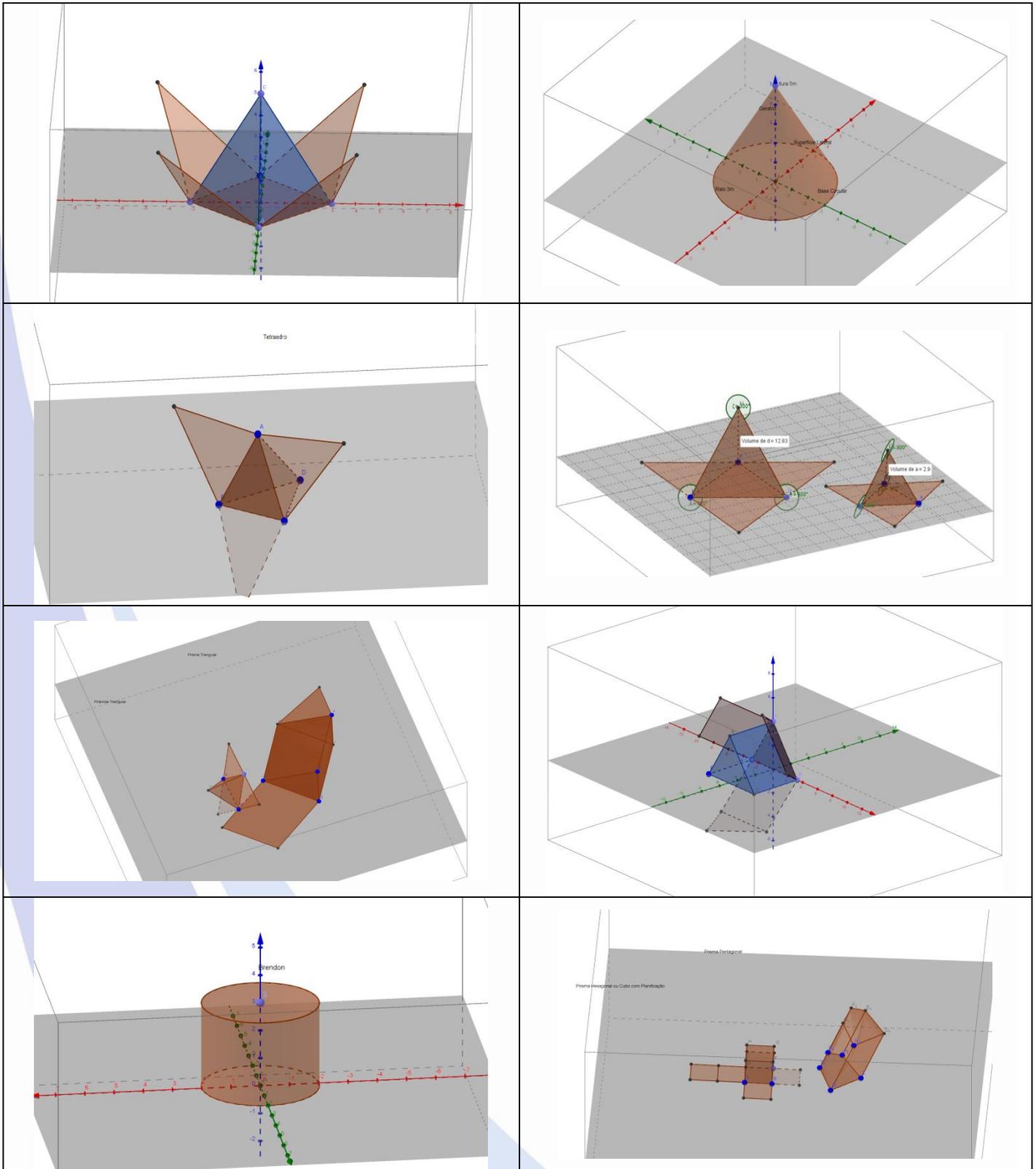
### Questionário aos Alunos Participantes da Pesquisa

- 1) Nome Completo: \_\_\_\_\_
- 2) Data de Nascimento: \_\_\_\_\_
- 3) Sexo: ( )F ( )M
- 4) Você conhece algum recurso tecnológico utilizado no ensino de matemática? Em caso afirmativo, já fez uso de algum?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 5) Você já ouviu falar no GeoGebra? Em caso afirmativo, já fez uso dele? Em caso afirmativo, descreva-o.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 6) O que você entende por Geometria?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 7) Você sabe diferenciar Geometria Plana e Geometria Espacial? Em caso afirmativo, descreva as diferenças.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 8) O que você entende por Geometria Espacial?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 9) Você sabe diferenciar poliedros e corpos redondos? Em caso afirmativo, cite pelo menos dois exemplos de cada.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 10) Na figura representada abaixo, indique a aresta, face e o vértice.



- 11) Você acredita ser importante aprender Geometria Espacial no Ensino Médio? Em caso afirmativo, justifique.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**APÊNDICE 2 – TRABALHOS ELABORADOS PELOS ESTUDANTES**



## ANEXO 1 – TERMO DE COSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO

Eu ....., tendo sido convidado a participar como voluntário (a) do estudo “o uso do GeoGebra e o conceito de Geometria Espacial no Ensino Médio”, recebi da professora Quezia de Oliveira Vargas da Silva, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

- Que o estudo se destina à pesquisa em análise para verificação da contribuição do uso do GeoGebra no ensino de Geometria Espacial.
- Que o estudo será feito da seguinte maneira: exposição de aula com abordagens conceituais; realização de avaliação diagnóstica como pré-teste; apresentação de trabalhos realizados no GeoGebra; utilização do software para apropriação do conceito em estudo e execução de novas atividades voltadas para uma sequência didática com a intenção de promover um produto educacional.
- Que eu participarei de todas as etapas.
- Que não há possíveis riscos à minha saúde física e mental.
- Que os benefícios que deverei esperar com a minha participação são: aquisição de conhecimentos acerca do conceito de Geometria Espacial através do recurso em estudo.
- Que, sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.

- Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.
- Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.
- Que o estudo não acarretará nenhuma despesa para o participante da pesquisa.
- Que eu receberei uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

**Endereço do(a) participante-voluntário(a)**

Endereço: \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_ Complemento: \_\_\_\_  
Bairro: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

**Endereço do responsável pela pesquisa:**

Instituição: Universidade do Grande Rio

Endereço: Rua Albano, 88, Posse, Nova Iguaçu – RJ, 26033-550 – Telefones p/contato: (21) 9.6843-2547 / (21)3766-4303

**ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Grande Rio**

**Rua Professor José de Souza Herdy, Jardim Vinte e Cinco de Agosto, Duque de Caxias – RJ, 25071-202 – Tel: (21) 3219-4040**

Rio de Janeiro,

Assinatura do (a) voluntário (a) ou responsável legal	Nome e Assinatura do responsável pelo estudo
---	--

Barra da Tijuca | Carioca Shopping | Campos dos Goytacazes | Duque de Caxias  
Lapa | Macaé | Magé | Santa Cruz da Serra | São João de Meriti | Silva Jardim

**ANEXO 2 – CARTA DE ANUÊNCIA (COLÉGIO)**  
**Carta de Anuência de Consentimento Escolar**



PPGEC – Mestrado Profissional de Ensino  
das Ciências na Educação Básica

Declaro, para os devidos fins, que concordo com o projeto de mestrado  
profissional \_\_\_\_\_ da \_\_\_\_\_ professora  
\_\_\_\_\_, do  
Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências e Matemática (PPGEC) da  
UNIGRANRIO, \_\_\_\_\_ intitulado  
\_\_\_\_\_.

Nova Iguaçu, \_\_\_\_\_, de Janeiro de 2016.

\_\_\_\_\_  
Zenith Celia Azevedo Gomes – Diretora Geral

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Professor Pesquisador