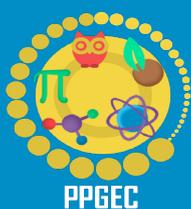




ESTADO DE RORAIMA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA – UERR

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPEI



**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS**
MESTRADO PROFISSIONAL

ALCINDA DE SOUZA MUNIZ TEIXEIRA

**O USO DO GEOGEBRA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE
GEOMETRIA ESPACIAL: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO 4º
ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Boa Vista - RR
2020

ALCINDA DE SOUZA MUNIZ TEIXEIRA

**O USO DO GEOGEBRA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE
GEOMETRIA ESPACIAL: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO
4º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação e Produto Educacional apresentados ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Linha de Pesquisa: Métodos pedagógicos e tecnologias digitais no ensino de ciências

Orientadora: Profa. Dra. Solange Mussato

Copyright © 2020 by Alcinda de Souza Muniz Teixeira

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.

Universidade Estadual de Roraima – UERR
Coordenação do Sistema de Bibliotecas
Multiteca Central
Rua Sete de Setembro, 231 Bloco – F Bairro Canarinho
CEP: 69.306-530 Boa Vista - RR
Telefone: (95) 2121.0945
E-mail: biblioteca@uerr.edu.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T266u Teixeira, Alcinda de Souza Muniz.
O uso do GeoGebra na resolução de problemas de geometria espacial: uma experiência com alunos do 4º ano do ensino fundamental. / Alcinda de Souza Muniz Teixeira. – Boa Vista (RR) : UERR, 2020.
160 f. : il. Color 30 cm.

Dissertação e produto educacional apresentados ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima – UERR, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, tendo como linha de pesquisa: Métodos pedagógicos e tecnologias digitais no Ensino de Ciências sob a orientação da Profª. Drª. Solange Mussato.

Inclui apêndices.
Inclui anexos.
Inclui produto (Produto Educacional).

1. Educação Matemática 2. Resolução de Problemas 3. Figuras Tridimensionais 4. Sequência Didática I. Mussato, Solange (orient.)
II. Universidade Estadual de Roraima – UERR III. Título

UERR.Dis.Mes.Ens.Cie.2020.04 CDD – 516.06 (21. ed.)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Sônia Raimunda de Freitas Gaspar – CRB 11/273 – RR

FOLHA DE APROVAÇÃO

O USO DO GEOGEBRA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE GEOMETRIA ESPACIAL: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO 4º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

ALCINDA DE SOUZA MUNIZ TEIXEIRA

Dissertação e Produto Educacional apresentados ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Linha de Pesquisa: Métodos pedagógicos e tecnologias digitais no ensino de ciências

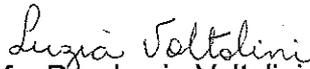
A dissertação e o produto educacional da mestranda foram considerados:

_____ APROVADOS _____

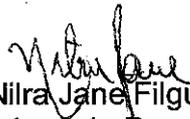
Banca Examinadora



Prof. Dra. Solange Mussato
Universidade Estadual de Roraima – UERR
Orientadora



Prof. Dra. Luzia Voltolini
Universidade Estadual de Roraima – UERR
Membro Interno



Prof. Dra. Nilra Jane Filgueira Bezerra
Instituto Federal de Roraima – IFRR
Membro Externo

Boa Vista, 08 / setembro / 2020

DEDICATÓRIA

Dedico a escrita dessa dissertação ao meu amado filho Henrique Muniz Sena, principal razão para me tornar uma profissional melhor e mais qualificada na área que atuo. Quero que ele leve para vida as sábias palavras da Madre Teresa de Calcutá, *“A palavra convence, mas o exemplo arrasta. Não se preocupe porque seus filhos não te escutam, mas te observam todo dia”*. O exemplo vale mais que mil palavras e é objetivando esse significado que antes, agora e futuramente continuarei me qualificando para que meu filho não siga apenas meus passos, mas que alce voos maiores e construa seu próprio caminho por meio dos estudos.

AGRADECIMENTOS

Ao criador dos céus e da terra “Deus” que em sua infinita sabedoria me dá direcionamento e capacidade para traçar caminhos almejados. Em sua infinita misericórdia, permite-me levantar todos os dias para continuar a caminhada e alcançar meus objetivos de vida.

A Ele, toda honra e toda glória, pois permitiu-me ser mãe de um lindo menino, hoje com oito anos, chamado Henrique Muniz Sena, que é uma benção na minha vida. Agradeço, ainda, a você meu filho que todas as noites ora pela mamãe dizendo: *“Senhor abra as portas de bênçãos para os estudos da minha mãe e que ela consiga fazer todas as atividades dela. Amém!”*

Obrigada aos meus pais Enes Gonçalves Muniz e Madalena Souza Muniz que na simplicidade de pescadores que são, sempre me incentivaram a estudar e a ser uma pessoa de bem. Gratidão por tudo!

Aos mestres que em suas particularidades deram as contribuições necessárias para o pleno desenvolvimento acadêmico, melhoria profissional e o aprendizado para vida toda.

E aos colegas da turma do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências 2018.1, onde tive o prazer de compartilhar momentos de aprendizado com profissionais das mais diversas áreas do conhecimento. Meu muito obrigada!

É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos.

Fernando Pessoa

RESUMO

A presente dissertação apresenta os resultados obtidos em uma pesquisa de mestrado, cujo objetivo foi analisar a contribuição do software GeoGebra no processo de ensino de Geometria Espacial por meio da Resolução de Problemas, com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental. Para tanto, foi desenvolvido como Produto Educacional uma Sequência Didática. O objetivo dessa sequência foi possibilitar que os alunos desenvolvessem a habilidade de “associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais” (BRASIL, 2018, p. 290), preconizada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Essa sequência considerou, efetivamente, o uso de uma tecnologia digital, o GeoGebra, a fim de proporcionar dinamismo e potencializar o processo de resolução de problemas de Geometria Espacial. Metodologicamente essa pesquisa, foi desenvolvida considerando uma abordagem qualitativa, aplicando a engenharia Didática. A pesquisa foi realizada com 26 alunos do 4º ano do Ensino Fundamental na Escola Municipal Professora Amazona de Oliveira Monteiro, em Boa Vista-RR. A aplicação da Sequência Didática desenvolvida possibilitou a produção dos dados por meio de uma avaliação diagnóstica, arquivos digitais construídos no GeoGebra, registros escritos, áudios, registros fotográficos e observação da pesquisadora. A análise dos dados foi realizada com esses organizados em duas categorias: Sólidos Geométricos com Faces Planas e Sólidos Geométricos com Faces Curvas. Por meio dessas duas categorias evidenciamos que os alunos se sentem estimulados ao realizar tarefas por meio de uma tecnologia, ou seja, o software GeoGebra. A dinamicidade oferecida pelo software possibilitou a interatividade entre a construção das figuras geométricas fazendo com que os alunos adquirissem a habilidade de: “Associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais” (BRASIL, 2018, p. 290). Assim, consideramos que o Produto Educacional elaborado é uma sugestão para ensinar Geometria Espacial utilizando o software GeoGebra, que por meio de seus recursos, garante um ensino mais dinâmico e efetivo para esses alunos imersos no mundo digital. Enfim, entendemos que o uso de *softwares* de matemática dinâmica, como o GeoGebra para o ensino de Geometria Espacial, amplia e potencializa o ensino e a aprendizagem sobre os conhecimentos geométricos, por meio das experimentações e construções geométricas.

Palavras-Chave: Educação Matemática. Resolução de Problemas. Figuras Tridimensionais. Sequência Didática.

ABSTRACT

This work shows results of a search, whose aim was analysing the contribution of GeoGebra software to the process of teaching space Geometry, by means of solving some problems, among students of 4th. Series of basic degree. In order to do so it was developed an educational product, as a teaching sequence. The purpose of this sequence was to capable the students to create ability of "associating prisms and pyramids to their planifications and analysing, nominating and comparing their attributes, establishing relations between plane and space representations." (BRASIL, 2018, p. 290), as determines by National Common Curricular Basis (BNCC). This sequence took, effectively, the use of digital technology (GeoGebra), so that it gave dynamism and increased solving problems' process about Space Geometry. Methodologically, this research was based on a qualitative approach, by using teaching engineering, and made among 26 students from 4th. Serie of basic level at Escola Municipal Professora Amazona de Oliveira Monteiro, in Boa Vista-RR. Teaching sequence's application made possible the production of data by means of diagnostic valuation, digital files (about GeoGebra), written and photographic archives, áudios and research producer's observation. All data were pondered using information classified in two categories: Geometric Solids with Plane Pictures and Geometric Solids with Curve Faces. Through these two kinds we could see that students were stimulated to make works by means of this technology (GeoGebra software). The softwares dynamism shown made possible the interactivity between the construction of geometric pictures, giving students the capacity of "associating prisms and pyramids to their planifications and analysing, nominating and comparing their attributes, establishing relations between plane and space representations." (BRASIL, 2018, p. 290). This, se guess the educational product was build as a suggestion to teach Space Geometry using software GeoGebra, which, by means of its own sources, provides a more dynamic and effective process of learning to everyone, once they are in full contact to digital world. In conclusion, using dynamic Mathematics' softwares (line GeoGebra) in order to teach Space Geometry, considerably increases the effectiveness of all process about any subject, mainly ones concerning to geometric knowledge, by means of experimentation and geometric constructions.

Key words: Mathematics Education. Resolution of problems. Tridimensional pictures. Teaching sequence.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Interface do GeoGebra	32
FIGURA 2: Interface do GeoGebra 2D	59
FIGURA 3: Barra de Ferramentas do GeoGebra	59
FIGURA 4: Ferramenta Mover	60
FIGURA 5: Ferramenta Ponto.....	60
FIGURA 6: Ferramenta Reta	61
FIGURA 7: Ferramenta Retas Específicas	62
FIGURA 8: Ferramenta Polígono.....	62
FIGURA 9: Ferramenta Controle Deslizante.....	63
FIGURA 10: Ferramenta Auxiliadoras na janela de exibição.....	64
FIGURA 11: Interface GeoGebra 3D	64
FIGURA 12: Barra de Ferramentas da Janela de visualização 3D	65
FIGURA 13: Ferramenta Mover	65
FIGURA 14: Ferramenta construção de poliedros, cones e cilindros	66
FIGURA 15: Ferramenta de cálculo de medidas	67
FIGURA 16: Ferramenta de Texto	67
FIGURA 17: Ferramenta Girar/Exibir	68
FIGURA 18: <i>Slides</i> de figuras tridimensionais (3D)	70
FIGURA 19: Janela 2D GeoGebra.....	76
FIGURA 20: Construção de um retângulo	76
FIGURA 21: Janela 3D - paralelepípedo e/ou bloco retangular	77
FIGURA 22: Bloco retangular com base superior recuada para baixo	78
FIGURA 23: Construções blocos dentro do retângulo maior	78
FIGURA 24: Bloco retangular	79
FIGURA 25: Selecionar figura.....	79
FIGURA 26: Bloco retangular 3D sem rótulos	80
FIGURA 27: Colorir a parte superior do bloco	80
FIGURA 28: Representação do Problema Introdutório.....	81
FIGURA 29: Representação 1 - Problema de Alice	82
FIGURA 30: Representação 2 - Problema de Alice	82
FIGURA 31: Pirâmide de base quadrangular em 2D e em 3D.....	90
FIGURA 32: Construção de um cubo pela dupla "C"	91

FIGURA 33: Paralelepípedo com destaque das faces, bases, arestas e vértices	92
FIGURA 34: Figuras em 3D faces arredondadas e/ou curvas	93
FIGURA 35: Desafios (prismas: pentagonal e triangular)	93
FIGURA 36: Representação do Problema Introdutório	94
FIGURA 37: Representação Problema de Alice	95
FIGURA 38: Representação das figuras A, B e C	95
FIGURA 39: Exemplo de um Paralelepípedo construído pela dupla F, com destaque das faces, bases, arestas e vértices	100
FIGURA 40: Passos para representar o Problema Introdutório	109
FIGURA 41: Problema introdutório representado pela dupla “A” de alunos	109
FIGURA 42: Prisma retangular na janela 2D e 3D.....	110
FIGURA 43: Resposta Problema de Alice, dupla “A”	114
FIGURA 44: Representação da construção de esfera, cone e cilindro na interfece do GeoGebra na janela 3D	125

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Habilidade de Geometria.....	41
QUADRO 2: Quadro Características das figuras em 3D	70
QUADRO 3: Pirâmides e prismas	72
QUADRO 4: Planejamento Geral da SD.....	88
QUADRO 5: Respostas da dupla “D” sobre prisma	103
QUADRO 6: Respostas dos alunos sobre a esfera, o cone e o cilindro	123
QUADRO 7: A relevância de estudar utilizando o GeoGebra	126
QUADRO 8: Satisfação dos alunos por utilizarem uma TD	127
QUADRO 9: Dificuldades iniciais elencadas pelos alunos no manuseio com o <i>software</i> GeoGebra.....	128
QUADRO 10: Respostas dos alunos quanto à aplicação da SD	130

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Sólidos Geométricos: Faces Planas	98
GRÁFICO 2: Rendimento dos alunos na construção do Paralelepípedo no GeoGebra	101
GRÁFICO 3: Prisma.....	102
GRÁFICO 4: Desafios dos Poliedros	105
GRÁFICO 5: Resultado da representação do Problema de Alice	112
GRÁFICO 6: Resultados da tarefa Revisacional	116
GRÁFICO 7: Sólidos Geométricos Faces Curvas.....	119
GRÁFICO 8: Identificação de figuras geométricas na avaliação diagnóstica	120
GRÁFICO 9: Figuras que rolam e possuem faces curvas	121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEP	Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos
EF	Ensino Fundamental
EUA	Estados Unidos das Américas
IAB	Instituto Alfa e Beto
ISERR	Instituto Superior de Roraima
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
NCTM	<i>National Council of Mathematics</i>
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PE	Produto Educacional
PNAIC	Pacto Nacional de Alfabetização pela Idade Certa
RP	Resolução de Problemas
SD	Sequência Didática
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TD	Tecnologias Digitais
2D	Objetos e Entidades com duas dimensões
3D	Formato Tridimensional, com profundidade

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 TRAJETÓRIA	15
1.2 REVISÃO DE LITERATURA	17
1.3 PROPOSTA DA PESQUISA	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 AS CONTRIBUIÇÕES DAS TD NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	23
2.1.1 O <i>software</i> GeoGebra	29
2.2 O ENSINO DA GEOMETRIA ESPACIAL E SUAS RELAÇÕES COM OS ANOS INICIAIS	34
2.3 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO METODOLOGIA DE ENSINO DE MATEMÁTICA.....	42
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	51
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	51
3.2 LOCAL E PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	52
3.3 INSTRUMENTOS DE PRODUÇÃO DE DADOS	53
3.4 PRODUTO EDUCACIONAL: O GEOGEBRA NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL POR MEIO DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	55
3.5 FASES DA PESQUISA EM CONSONÂNCIA COM A ENGENHARIA DIDÁTICA	84
3.6 PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS DADOS	89
4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS	97
4.1 CATEGORIA DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS FACES PLANAS.....	97
4.2 CATEGORIA DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS COM FACES CURVAS.....	119
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
REFERÊNCIAS	141
APÊNDICE A	149
APÊNDICE B	151
ANEXO A	155
ANEXO B	157

INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentaremos a trajetória pessoal e profissional da pesquisadora; o surgimento dos interesses pela pesquisa e a revisão de literatura que possibilitou definir a proposta dessa pesquisa.

1 TRAJETÓRIA

A formação do profissional de qualquer área influencia no destino de sua carreira e na sua atuação. A minha¹ formação profissional teve uma base sólida, visto que fiz o curso de Magistério no Ensino Médio e me graduei no curso Normal Superior², no Instituto Superior de Roraima (ISERR).

Ao longo de 18 anos como docente obtive experiências em duas etapas de ensino: Infantil e Ensino Fundamental (anos iniciais e finais). E também, uma breve experiência no Ensino Médio. Entretanto, nos últimos seis anos, atuo no Ensino Fundamental, especificamente, com turmas de 4º e 5º anos. E, por ser ensino multidisciplinar leciono todas as disciplinas (Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia).

Ao ser aprovada para cursar o Mestrado em Ensino de Ciências tinha muitas expectativas em relação às aprendizagens que poderia adquirir no decorrer do curso. Tais expectativas fortaleceram-se em uma das primeiras disciplinas oferecidas nesse curso: “Didática da Matemática”. Nesta disciplina foi apresentado o *software* GeoGebra, este me encantou com a dinâmica apresentada e as infinitudes de construções ligadas à área da Geometria. Surgiu então, a ideia de realizar uma pesquisa com este recurso tecnológico. Ainda que eu não tenha formação específica em matemática, e mesmo sem ter domínio do *software* GeoGebra, percebi a dinâmica e as possíveis conjecturas realizáveis no processo de ensino de matemática, a partir do uso deste recurso tecnológico.

Havia a preocupação em como aplicar esse recurso tecnológico na sala de aula com os alunos. Com os estudos de resultados de pesquisa realizados na disciplina Didática da Matemática pude perceber que como professora pedagoga, que ensina matemática, e que busca diferentes metodologias e recursos de aprendizagens,

¹ Será utilizado o verbo na primeira pessoa do singular, por se tratar do percurso da minha formação e percurso profissional.

²Curso equivalente à Licenciatura em Pedagogia.

poderia desenvolver um produto que viesse auxiliar professores que também não são formados em matemática, mas que ensinam matemática no Ensino Fundamental, anos iniciais. Assim, esses professores, também, poderiam utilizar o *software* GeoGebra como recurso didático tecnológico nas aulas de matemática e, criar possibilidades de aulas mais dinâmicas e atrativas para os alunos.

A partir deste pressuposto, propus-me a enfrentar este desafio e mostrar por meio de estudos e pesquisas que, professores que ensinam matemática nos anos iniciais, podem realizar pesquisas na Educação Matemática com o uso das TD. Para tanto, considerei as dificuldades que tenho como professora ao ensinar Geometria Espacial nos anos iniciais do Ensino Fundamental, dificuldades essas que vem desde a formação acadêmica, na qual esse conteúdo é deixado de lado no currículo e quando abordado é de modo superficial. Isso se agrava na prática da sala de aula, onde muitas vezes o professor não obteve conhecimento necessário para transpor esse conteúdo. Então, considerei desenvolver um produto educacional com o GeoGebra a fim de ensinar Geometria Espacial para que professores tenham um recurso a mais para ensinar aos alunos e assim criar possibilidades de aprender com mais propriedade de forma interativa, lúdica e autônoma. Assim, apresentei essa ideia à minha orientadora, professora Dra. Solange Mussato, que é da área da Matemática. Após algumas “conversas” e “ajustes” definimos que o meu projeto de pesquisa estaria relacionado ao desenvolvimento de um produto educacional que utilizasse o GeoGebra a fim de resolver problemas de Geometria Espacial. Esta pesquisa concentrar-se-ia na linha de pesquisa “Métodos Pedagógicos e Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências” do Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima-UERR.

Entretanto, seria necessário investigar possíveis pesquisas que tratassem do uso do *software* GeoGebra para o ensino de Geometria Espacial nos anos iniciais por meio da resolução de problemas. Assim, identificaríamos o que se tem de produção, norteando a efetiva elaboração do nosso problema de pesquisa.

Dessa forma, na seção a seguir, apresentamos³ a revisão de literatura realizada.

³ Finalizada a apresentação da trajetória pessoal, retomamos a escrita no plural por se tratar das minhas ideias como pesquisadora e de minha orientadora.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

A fim de realizar a revisão de literatura, debruçamo-nos com o objetivo de identificar possíveis pesquisas realizadas com o *software* GeoGebra nos anos iniciais do Ensino Fundamental, no Google Acadêmico e Plataforma Sucupira. Para tanto, buscamos pelas palavras chaves: “GeoGebra”, “Ensino Fundamental I” “Geometria Espacial”, “resolução de problemas” e “anos iniciais”. Dessa forma, identificamos 142 resultados, nos quais 84 quando analisados mais especificamente, por meio da leitura dos resumos, mostraram-se, pesquisas voltadas a professores que lecionam nos anos iniciais. E, 44 eram relacionados ao estudo da Geometria utilizando o *software* GeoGebra nos anos finais e Ensino Médio. E, 14 relacionados a pesquisas com alunos dos anos iniciais e, em sua maioria, estudos com Geometria Plana e outros com Geometria Espacial. A seguir, apresentaremos as pesquisas encontradas que possuem alguma relação com a que pretendemos realizar.

Pereira (2015), em sua pesquisa de mestrado, realizou estudos sobre a utilização do *software* GeoGebra como ferramenta pedagógica no ensino e aprendizagem de Geometria Plana. O autor destaca que ao final da pesquisa foi possível perceber um aumento no nível de motivação dos alunos referente às aulas de matemática, além disso, melhorou consideravelmente a aquisição dos conceitos de Geometria Plana antes não compreendida pelos alunos.

Nascimento (2012) realizou uma pesquisa com professores e alunos do Ensino Fundamental com o objetivo de avaliar o uso do *software* GeoGebra no Ensino de Geometria. Destacou que a utilização do *software* GeoGebra como recurso didático no ensino da Geometria constitui um caminho que o professor pode seguir na perspectiva de chegar a uma maior satisfação em relação à aprendizagem e, por conseguinte o uso dessa aprendizagem no contexto de sua vida.

Uma das pesquisas relacionadas aos anos iniciais, realizada por Ganeto *et al* (2018) e publicado na Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo, aponta que um grupo de professores, ligado ao Ministério de Educação de Cabo Verde, África, realizou estudos com 10 alunos do 2º ciclo da Educação Básica com faixa etária de 10 a 12 anos, com o objetivo de familiarizar os alunos com o *software* GeoGebra.

Outra pesquisa nesse contexto é a de Souza *et al* (2017). Trata-se de um estudo sobre a interação entre o trabalho educativo como o *software* GeoGebra e a

fotografia no ensino e aprendizagem com figuras geométricas com alunos do 5º ano em uma escola pública em Minas Gerais.

As pesquisas de Pereira (2015), Nascimento (2012), Ganeto *et al* (2018) e Souza *et al* (2017) evidenciam que o *software* GeoGebra e a dinamicidade que esse recurso apresenta podem favorecer de forma mais autônoma a aprendizagem dos alunos, além de melhorar e/ou modificar a metodologia aplicada pelo professor.

Os resultados das pesquisas mostram pontos positivos no sentido de que pesquisas no âmbito da Geometria Espacial e o *software* GeoGebra nos anos iniciais são necessárias, visto que é essencial trabalhar com recursos tecnológicos nos dias atuais. D'Ambrosio (1986) chama atenção para o fato de que, em muitas situações, o aluno se mostra mais confortável com o uso de tecnologias, como o uso do computador e *softwares*, do que o próprio professor. Isso, pois, nos últimos tempos as crianças e jovens fazem uso dessa tecnologia em jogos e brincadeiras que são dispostos aos mesmos por meio da tecnologia.

Para tanto, as pesquisas encontradas apontam a necessidade de mais investigação nos anos iniciais, pois o GeoGebra foi pensado para todos os níveis de ensino, inclusive os anos iniciais, mas a maioria das pesquisas mostram que a aplicabilidade deste recurso se concentra nos anos finais do Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior. E também, nos cursos de formação continuada de professores de Matemática.

Autores como Perez (1991) e Pavanello (1993), apontam que as dificuldades de ensinar, muitas vezes, passam pela relação do professor e o saber matemático e também da sua experiência profissional. A primeira problemática que se percebe é que professores do Ensino Fundamental não possuem conhecimentos necessários de Geometria para fazer a transposição didática na sua prática de sala de aula. A segunda razão é a falta de material e recursos didáticos eficientes. Esses apontamentos contribuem tanto para o fracasso da Geometria como também para o desempenho dos alunos anos após anos de estudos.

Desta forma, percebemos a necessidade de pesquisas inovadoras para alunos dos anos iniciais, pois hoje em dia há muitos recursos tecnológicos como o *software* GeoGebra que foi idealizado como estratégia de ensino para aprender Geometria, álgebra, cálculos e estatística, permitindo a professores e alunos possibilidades de

explorar, conjecturar, investigar tais conteúdos na construção do conhecimento matemático.

Nesta perspectiva, a nossa pesquisa busca analisar a aplicabilidade do *software* GeoGebra para os anos iniciais do Ensino Fundamental, pois, segundo Prensky (2001), os alunos são considerados “nativos digitais” e, o uso das Tecnologias Digitais⁴ (TD) como ferramenta no processo de ensino faz-se necessária para esta geração imersa no mundo tecnológico. Afirmamos isto, pois “Os nativos digitais estão acostumados a receber informações muito rapidamente. Eles gostam de processar mais de uma coisa por vez e realizar múltiplas tarefas.” (PRESNSKY, 2001, p. 2).

É importante ressaltar que a pesquisa que desenvolvemos buscou não apenas considerar o uso de um recurso tecnológico, mas também, a resolução de problemas com o uso desse recurso. Neste caso, o *software* GeoGebra é considerado como um possível potencializador no processo de resolução de problemas de Geometria nos anos iniciais do Ensino Fundamental, particularmente, de Geometria Espacial. Entendemos que essa proposta de pesquisa atende a sugestão do uso de *softwares* para o ensino com figuras geométricas espaciais, proposto na unidade temática de Geometria da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), (BRASIL, 2018).

Desde 1998, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Matemática (BRASIL, 1998) apontam que os professores necessitam ter o entendimento de suas próprias concepções sobre ensino, uma vez que a sua prática pedagógica em sala de aula está ligada a essas concepções. No entanto, infelizmente, mesmo o professor apresentando ter conhecimento dos conceitos geométricos a serem ensinados, muitas vezes, ele não consegue realizar sua transposição didática, pois, uma coisa é conhecer a teoria; outra, é colocá-la em prática. Assim, no que se refere ao campo do saber matemático, particularmente, ao ensino de Geometria, Marquesin e Nacarato (2007, p. 104) enfatizam que:

A não vivência com esse campo do saber, na trajetória estudantil e profissional de docentes, determina que ele fique ausente do currículo ou, quando trabalhado, que o seja de forma bastante reducionista. Muitas vezes, tais professores reproduzem práticas vivenciadas durante sua escolarização, pautadas no reconhecimento de figuras. Outras vezes, pela falta de conhecimento conceitual e epistemológico do conteúdo, trabalham com

⁴ Optamos pela utilização de Tecnologias Digitais (TD), por dar a característica de maior abrangência, no entanto, não desconsideramos os autores que usam Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

conceitos de espaço e forma, sem a consciência de que o fazem; e, portanto, não sistematizam tais conceitos com os alunos.

Assim, entendemos que, por se tratar de um conteúdo no qual as construções geométricas têm um significado essencial para o entendimento teórico do elemento em estudo, os educandos quase sempre não vislumbram essas construções e, por isso, tendem a apresentar deficiências de aprendizagem no decorrer do processo de escolarização. Motivos esses pelos quais se faz necessário desenvolver habilidades de Geometria, pois, a mesma está presente nas construções históricas da humanidade e no cotidiano do ser humano e precisa fazer sentido no seu meio social.

Neste sentido, Cruz (2005, p. 17) enfatiza que,

a compreensão dos conceitos geométricos é favorecida quando estes são explorados num ambiente dinâmico e interativo, pois, tal ambiente, configura-se num recurso que pode possibilitar a transição entre o conhecimento que o aluno já acumula e a facilidade para conjecturar o que o computador proporciona.

Isso nos leva a compreender que, interligar a Geometria Espacial com recursos tecnológicos abre caminhos para as novas possibilidades de ensinar e aprender no contexto das TD na atual sociedade informatizada, colaborando assim com o papel social da escola que é formar cidadão críticos, autônomos, ativos e que tenham habilidades de resolver problemas ligados ao seu dia-a-dia.

1.3 PROPOSTA DA PESQUISA

Ao considerar as possibilidades que o uso do software GeoGebra apresenta e o pouco número de pesquisas que investigam o uso desse software com alunos dos anos iniciais no Ensino Fundamental, delineamos como questão norteadora da pesquisa a seguinte pergunta: **De que forma o uso do software GeoGebra pode contribuir no processo de resolução de problemas de Geometria Espacial com alunos do 4º ano Ensino Fundamental?**

A fim de buscar respostas para a questão de pesquisa, delineamos como objetivo geral da pesquisa: Analisar o uso do *software* GeoGebra como um recurso potencializador no processo de ensino de Geometria Espacial por meio de resolução de problemas com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental.

Ainda, buscando respostas para a questão de pesquisa, apontamos como objetivos específicos:

- **Diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos em relação à unidade temática de Geometria Espacial;**
- **Identificar as contribuições do *software* GeoGebra no processo de ensino sobre sólidos geométricos de faces planas;**
- **Identificar as contribuições do *software* GeoGebra no processo de ensino sobre sólidos geométricos de faces curvas;**

No contexto dessa proposta de pesquisa, acreditamos na possibilidade de uma forma de ensinar matemática com TD, ainda nos anos iniciais, atendendo às necessidades desses alunos que, certamente, pertencem ao grupo denominado por “nativos digitais”. Para tanto, pretendemos com essa pesquisa contribuir com a elaboração de uma sequência didática (SD), que poderá nortear os caminhos a serem percorridos por demais professores que queiram ensinar matemática com TD nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

A presente dissertação apresenta os caminhos percorridos no desenvolvimento da pesquisa, assim como os resultados obtidos. Para tanto, foi organizada conforme sintetizamos a seguir.

No primeiro capítulo, que compõe esse capítulo, apresentamos a introdução, composta pela trajetória pessoal e profissional da pesquisadora. A revisão de literatura, trazendo trabalhos correlatos a esta pesquisa e a efetiva proposta da pesquisa pautada no ensino de Geometria Espacial por meio da resolução de problemas e utilização da TD.

No segundo capítulo, trazemos o referencial teórico, no qual serão apontadas as contribuições das TD na Educação Matemática, evidenciando o seu papel nas ações pedagógicas do professor. Nesse contexto, daremos ênfase ao uso do *software* GeoGebra como uma possibilidade de aporte didático tecnológico para ensinar e aprender Geometria Espacial nos anos iniciais. Também, apresentamos nuances do ensino de Geometria Espacial nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Além disso, evidenciamos a resolução de problemas como metodologia de ensino nos anos iniciais, nos quais a criança pode ser instigada a produzir seus próprios conhecimentos, possibilitando formular hipóteses, organizar ideias e criar suas próprias estratégias de resolução de problemas.

No terceiro capítulo, apresentamos o delineamento , local e participantes da pesquisa; os instrumentos de produção de dados; o produto dessa dissertação; as fases da pesquisa em consonância com a Engenharia Didática e o processo de produção de dados, que dão base a essa dissertação.

No quarto capítulo, apresentamos as análises e discussões dos dados, com base nos dados produzidos pela pesquisa e fundamentado nas ideias dos autores citados nessa dissertação.

E, por fim, apresentamos os possíveis resultados e conclusões alcançados com a pesquisa. Neste sentido, o foco dos resultados está direcionado à metodologia aplicada com as TD e *software* GeoGebra, com objetivo no efetivo ensino da matemática por meio da resolução de problemas com o *software* GeoGebra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo é dedicado à apresentação do referencial teórico. O mesmo está organizado em três seções: “As contribuições das TD na Educação Matemática”, “O ensino da Geometria Espacial nos anos iniciais” e “A resolução de problemas como metodologia de ensino”. A primeira seção, apresenta as contribuições das TD na Educação Matemática dando ênfase para o *software* GeoGebra que, no caso, a TD utilizada na pesquisa.

2.1 AS CONTRIBUIÇÕES DAS TD NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

A sociedade contemporânea vem sofrendo profundas transformações, as quais ocorreram, principalmente, a partir da eclosão das TD e com isso, a atividade docente tem-se modificado para atender a essas transformações, as quais atingem também a escola, suas concepções e as formas de construção do saber.

As transformações ocorridas com a inserção das TD exigem novas competências para analisar e compreender as novas conjecturas de ensino e aprendizagem. Desta forma, o modelo tradicional de ensino perde espaço com a implementação das TD como aporte didático tecnológico que contribui para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico. Neste sentido, Kenski (1998, p. 60) argumenta que “as velozes transformações tecnológicas da atualidade impõem novos ritmos e dimensões à tarefa de ensinar e aprender. É preciso que se esteja em permanente estado de aprendizagem e de adaptação ao novo”.

Nesta perspectiva, é premente que sejam abandonadas as práticas de ensino ultrapassadas como o ensino estático e sigamos para um ensino que tenha significado para os educandos. Foi com objetivo de introduzir práticas de ensino eficazes que o *National Council of Mathematics* (NCTM, 2000), se apresenta como uma organização profissional internacional comprometida com a excelência do ensino e da aprendizagem de matemática para todos os níveis de ensino. O objetivo desse documento é ter o máximo de consenso entre a comunidade da Educação Matemática. Segundo Breda e Lima (2015, p. 46), entre seus princípios e padrões para Educação Matemática, elenca-se: a) expor um conjunto amplo e coerente de objetivos para educação matemática, desde a Educação Fundamental ao Ensino Médio; b) servir como recurso aos professores, responsáveis educativos e políticos,

para analisar e melhorar a qualidade dos programas de instrução matemática; guiar o desenvolvimento de diretrizes curriculares, avaliações e materiais de ensino; c) estimular ideias e conversações contínuas nos âmbitos nacional, estadual, regional, local a respeito de ajudar os alunos para que consigam uma profunda compreensão da matemática.

Ainda segundo Breda e Lima (2015, p. 47 – grifo nosso), este documento apresenta os seguintes princípios curriculares (NCTM, 2000):

a) igualdade: boa Educação matemática requer igualdade, ou seja, altas expectativas e uma base potente para todos os estudantes; b) currículo: um currículo é mais do que uma coleção de atividades – deve ser coerente, focado em matemáticas importantes e bem articulado em graus; **c) ensino: um ensino efetivo da matemática requer que os estudantes compreendam o que conhecem e o que necessitam aprender e, portanto, propõe-se o desafio de apoiar-se em uma aprendizagem “correta”;** d) aprendizagem: os estudantes devem aprender matemática, compreendendo-a, construindo ativamente novo conhecimento, desde a experiência e o conhecimento prévio; e) avaliação: a avaliação deve apoiar a aprendizagem de matemáticas relevantes e proporcionar informações úteis tanto a docentes quanto aos estudantes; **f) tecnologia: a tecnologia é essencial no ensino e aprendizagem da matemática, influencia as matemáticas que são ensinadas e estimula a aprendizagem dos estudantes.**

Esses princípios curriculares nortearam a incorporação das TD nos currículos escolares, abrindo possibilidades e inovações no novo modelo de ensino. Deste modo, as práticas almejadas são as que desenvolvam o raciocínio lógico, a autonomia e a criatividade na resolução de problemas contextualizados com as TD, uma característica marcante da sociedade atual. Pois, conforme Gravina e Basso (2012, p. 14),

Hoje, a variedade de recursos que temos à nossa disposição permite o avanço na discussão que trata de inserir a escola na cultura do virtual. A tecnologia digital coloca à nossa disposição ferramentas interativas que incorporam sistemas dinâmicos de representação na forma de objetos concreto abstratos. São concretos porque existem na tela do computador e podem ser manipulados e são abstratos porque respondem às nossas elaborações e construções mentais.

E ainda, segundo Celani (2004), para ajustar a escola ao ritmo da modernidade, é necessário que a cultura da certeza dê lugar à cultura da incerteza. Afinal, a disposição para a mudança, para abandonar os “velhos mapas” depende de fatores que envolvem professores e alunos na busca incessante por conhecimentos.

Nesse sentido, a prática educativa se modifica bastante quando o professor abre possibilidades de ensinar por meio das TD. Com isso, permite que seus alunos interajam com diferentes e novos meios de busca de informações. Esta proposta é

ressaltada por Brunner (2004, p. 25), quando afirma que “o problema para a educação na atualidade não é onde encontrar a informação, mas como oferecer acesso a ela sem exclusões e, ao mesmo tempo, aprender e ensinar a selecioná-la, avaliá-la, interpretá-la, classificá-la e usá-la”. É neste sentido que o professor precisa estar preparado para lidar com a avalanche de informações trazidas pelos alunos inseridos no contexto digital. Nessa premissa, a formação continuada desse educador é essencial para traçar estratégias de ensino com TD na escola. Borba e Villarreal (2005, p. 65) discutem sobre o assunto:

Ao refletir sobre as dificuldades e obstáculos que encontra, ele pode vir a perceber que a escola, sobretudo a sala de aula, não é fonte exclusiva de informações para os alunos. Atualmente as informações podem ser obtidas nos mais variados lugares. Porém, sabemos que informação não é tudo, é preciso um espaço no qual elas sejam organizadas e discutidas. A escola pode ser esse tal espaço. Um espaço pensado como se fosse uma “mesa” onde alunos e professores se sentam para compartilhar as diferentes informações e experiências vividas, gerar e disseminar novos conhecimentos. O professor pode vir a perceber que cabe a ele compartilhar com seus alunos a responsabilidade pela organização dessa mesa de modo a construí-la num ambiente de aprendizagem e geração de novos conhecimentos.

Por conseguinte, a partir destes aspectos, percebemos que o professor passa a refletir sobre o conceito de TD e informação versus sala de aula. Neste processo, ele passa a ser o orientador no processo de intermediar e/ou mediar as aprendizagens dos alunos para utilização dos recursos digitais de forma eficaz. Isto porque, não adianta apenas obter as informações via as TD, mas conhecer e saber tirar proveito dos recursos disponíveis e transformá-los em conhecimento.

Assim, as autoras Santana e Medeiros (2014, p. 07) destacam que o papel do professor é fazer com que o aluno consolide seu conhecimento. “Portanto, o papel de mediador é fundamental para criar situações nas quais o aluno é levado a refletir”. Neste aspecto, os professores transformam suas práticas quando aprendem a refletir acerca do uso das TD e orientam seus alunos de forma crítica, de modo que não sejam manipulados por elas. Para consolidar esta ideia, Gadotti (2011, p. 25) afirma que o professor “deixará de ser um lecionador para ser um organizador do conhecimento, um mediador do conhecimento, um aprendiz permanente, um construtor de sentidos, um cooperador e, sobretudo, um organizador de aprendizagem”.

Destarte, a transformação da prática docente, a partir do uso das TD, como suporte pedagógico, pode acontecer à medida que haja preparação adequada do

professor. Assim, para Kenski (2010, p. 45), “as novas tecnologias digitais (TD) [...] quando bem utilizadas provocam alteração dos comportamentos de professores e alunos, levando-os ao melhor conhecimento e maior aprofundamento do conteúdo estudado”. Para isso, é necessário seu domínio e utilização de forma crítica. Pois as mudanças tecnológicas ocorrem em várias dimensões, como indica Miskulin (2006, p. 154):

[...] O desenvolvimento tecnológico proporciona uma nova dimensão ao processo educacional, a qual transcende os paradigmas ultrapassados do ensino tradicional, [...] Esta nova dimensão prioriza um novo conhecimento que considera o desenvolvimento do pensamento criativo como uma dimensão fundamental da cognição humana. Os educadores devem estar abertos a essas novas formas do saber, novas maneiras de gerar e dominar o conhecimento, novas formas de produção e apropriação do saber científico [...].

Desta forma, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9.394/96, no seu art. 36⁵, incentiva a introdução das tecnologias nos diferentes níveis do ensino de tal forma que o “educando apresente domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna”. Nesta perspectiva, faz-se necessário que a escola esteja conectada ao mundo, trazendo-o para o cotidiano da sala de aula, pois, segundo Jordão (2009, p.10),

As tecnologias digitais são, sem dúvida, recursos muito próximos dos alunos, pois a rapidez de acesso às informações, a forma de acesso randômico, repleto de conexões, com incontáveis possibilidades de caminhos a se percorrer, como é o caso da internet, por exemplo, estão muito mais próximos da forma como o aluno pensa e aprende. Portanto, utilizar tais recursos tecnológicos a favor da educação torna-se o desafio do professor, que precisa se apropriar de tais recursos e integrá-los ao seu cotidiano de sala de aula.

O mundo virtual faz parte do contexto social de vários alunos. É uma realidade que vai além dos métodos de ensino característicos de uma escola tradicionalista, que ainda prioriza o ensino centrado no repasse de conteúdo. Corroborando este pensamento, Kenski (2003, p. 95) explica que, “embora essa inovação seja realidade na interação dos indivíduos com as mídias digitais em seu cotidiano, a escola ainda não usufrui de tais possibilidades em sua prática educativa”. As novas formas de aprendizagem pelas TD ainda permanecem distantes, da forma estruturada e hierarquizada existente nas atuais instituições educacionais.

Borba e Penteado (2010, p. 17) argumentam que a escola deve proporcionar aos seus alunos uma educação voltada para a alfabetização tecnológica e, para isso,

⁵ Esse artigo refere-se ao Ensino Médio, mas julgamos sua importância nos diferentes níveis de ensino quando se trata de tecnologias digitais para o ensino da matemática.

as mídias digitais devem ser inseridas em atividades educacionais “tais como aprender a ler, escrever, compreender textos, entender gráficos, contar, desenvolver noções espaciais etc”. Portanto, os alunos sem acesso às TD podem ficar excluídos de uma significativa parte do processo de ensino no atual contexto. Afirmamos isso, pois, conforme o que apresentam Borba e Penteado (2010), a tecnologia deve ser utilizada como um meio a favor do ensino e da aprendizagem, de modo que os alunos se apropriem delas não só no contexto social, mas, também, no escolar.

As TD apresentam um papel fundamental no processo de ensino, no sentido de promover ações que contribuam para a solução de questões acerca dos benefícios do seu uso na educação matemática. Para tanto, o ensino deve ser a base para se construir um mundo melhor (PASSERINO, 2018). Por isso, a autora indica a existência de uma escola pensada para o futuro, por ser aquela centrada na pedagogia do problema, metodologia utilizada nesta pesquisa, que trabalha com questões reais e que utiliza a tecnologia como aporte tecnológico no processo de ensino. É, também, uma pedagogia da pergunta, que busca dar voz ao aluno e incentiva-o a se questionar. Assim, a tecnologia pode fazer parte de todas as áreas do conhecimento como recurso mediador de ensino e aprendizagens.

Para a pesquisadora Passerino (2018), a escola não pode se omitir em relação às TD, mas ela pode demonstrar como essas TD devem ser utilizadas, a partir das potencialidades deste recurso e de modo que evite que os alunos sejam somente consumidores ou usem de maneira inadequada esses instrumentos. Nesse sentido, faz-se necessário a mudança na prática pedagógica do professor, onde vislumbre um novo paradigma, diferente do tradicional e que ele perceba que abraçar esse novo modelo o tornará um profissional crítico, reflexivo e competente para o ensino com as TD.

Segundo Panizzutti⁶ (2018, p. 1), é importante destacar que “uma escola pensada para o futuro deverá desenvolver as habilidades importantes para o futuro cidadão, tais como o pensamento crítico, o trabalho em equipe, a inteligência emocional, a aceitação da diversidade, os exercícios físicos e a busca de informações”. Essa escola deve saber identificar e despertar as habilidades da criança, respeitando as individualidades. Panizzutti (2018), destaca ainda que esta

⁶ Coordenador do Programa de Neurociência Básica e Clínica do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

escola deve despertar a motivação e se utilizar dessa motivação para otimizar os processos de ensino e aprendizagem.

Por entender que os novos modelos de ensino e aprendizagem com as TD são emergentes, faz-se necessário desenvolver metodologias que conduzam de forma eficiente o ator principal desse processo, “o aluno”, possibilitando que busque sua aprendizagem de forma autônoma. E, também, faz-se urgente investir no coautor deste processo, “o professor”, de forma que este esteja capacitado para atender as necessidades educacionais exigidas para os tempos atuais.

Deste modo, o professor não deve ser um mero utilizador de TD, porque é diferente ou, porque “é modismo”, pois, conforme Mussato (2015, p. 63), o uso de TD deve acontecer “[...] de modo a possibilitar a potencialização da produção do conhecimento matemático e não por modismo e/ou agilidade”. Mas, deve refletir criticamente sobre o seu uso a favor de uma aprendizagem voltada aos estudantes inseridos no contexto tecnológico. Ainda nesse interim, Oliveira Netto (2005, p. 125) destaca que:

Dentro desta perspectiva, a formação dos educadores deve favorecer uma reflexão sobre a relação entre teoria e prática e propiciar a experimentação de novas técnicas pedagógicas. Isso não significa jogar fora as velhas práticas, mas, sim apropriar-se das novas para promover a transformação necessária.

Nesse sentido, é preciso adequar a nossa formação para atender a um novo modelo de ensino no contexto das TD, onde o professor precisa estar receptivo às novas metodologias, a novos recursos educacionais e, acreditar nas reais potencialidades que as TD proporcionam no ambiente escolar. Desta forma, a formação continuada esta voltada para a capacitação desse profissional e ele precisa visualizar essa nova dimensão de possibilidades para adquirir competências e habilidades para trabalhar com as TD. É importante deixar claro aos professores que nos cursos de formação continuada sobre TD há ganhos qualitativos, tanto em termos de construção do conhecimento matemático ou de áreas afins quanto no uso de diferentes materiais e métodos, em particular, ao uso das TD, como os *softwares* de matemática dinâmica.

Considerando as potencialidades das TD expostas até então, apresentamos, na próxima seção, o *software* GeoGebra e sua interface e possibilidades nas construções matemáticas.

2.1.1 O *software* GeoGebra

O GeoGebra foi criado pelo austríaco Markus Hohenwarter da Universidade de Salzburgo, em 2001, juntamente com Yves Kreis da Universidade de Luxemburgo. O *software* GeoGebra é considerado uma ferramenta dinâmica e interativa para o ensino de Álgebra e Geometria. Os recursos tecnológicos disponíveis nesse *software* podem colaborar com o processo de ensino da Matemática. Segundo Moraes (2012), os recursos do GeoGebra podem possibilitar aos alunos desenvolver atividades que permitem a investigação, a interação e a testagem, facilitando assim o processo de construção do conhecimento, visto que o aluno participa da elaboração da resolução interagindo assim com o *software*, sejam com atividades algébricas ou geométricas.

Para Borba *et al* (2018, p. 50) “[...] ao longo dos anos, o GeoGebra foi consolidando seu *status* enquanto uma tecnologia inovadora na educação matemática”. Acrescentam, ainda, que cada vez mais professores e/ou pesquisadores têm demonstrado interesses didático-pedagógicos e acadêmicos diversificados com relação ao uso do GeoGebra no ensino e aprendizagem de matemática.

No *software* GeoGebra, muitos conceitos matemáticos podem ser representados de distintas formas, sejam elas de forma algébricas, geométricas e numéricas. Segundo Richit (2015, p. 78), “essa coordenação de representações é de extrema relevância na aprendizagem matemática, pois propulsiona a produção de sentidos matemáticos que se perdem quando o estudante trabalha em uma perspectiva apenas de representação”. Neste sentido, os *softwares* de matemática dinâmica trazem possibilidades de simulações, testes, validação ou não de hipóteses, permitindo aprofundamento do conhecimento matemático. Assim, nesta pesquisa trabalhamos com o *software* GeoGebra.

A partir da versão do GeoGebra 5 e/ou GeoGebra Clássico 6, versão mais atual, é possível trabalhar com Geometria em três dimensões (3D). Isso permite que aluno possa manipular as construções feitas de modo simples, simular as representações geométricas e experimentá-las visualmente. Por ser um programa simples de manuseio, os estudantes têm a possibilidade de uma aprendizagem dinâmica da Geometria, assim como a interação entre os usuários.

O GeoGebra é um *software* disponível para *download*⁷ e escrito em linguagem Java⁸, o que permite estar em várias plataformas. Este *software* também pode ser utilizado em *smartphones e tablets*, sendo de fácil instalação. Segundo Gravina e Basso (2012, p. 39),

O GeoGebra, assim como outros *softwares* similares, tem o interessante recurso de “estabilidade sob ação de movimento”. Explicamos o que isto significa: feita uma construção, mediante movimento aplicado aos pontos que dão início à construção, a figura que está na tela do computador se transforma quanto ao tamanho e posição, mas preserva as propriedades geométricas que foram impostas no processo de construção, bem como as propriedades delas decorrentes. Ou seja, a “figura em movimento” guarda as regularidades que são importantes sob o ponto de vista da geometria. São figuras que não se deformam, e estas é que são as figuras da geometria dinâmica.

Assim, a Geometria tridimensional (3D) se torna mais interessante para os alunos inseridos no mundo digital, pois já estão habituados com figuras em 3D no seu dia a dia com jogos eletrônicos em seus *smartphones, tablets* e também nas artes cinematográficas como: filmes e desenhos em terceira dimensão. E, como já citado, a BNCC (BRASIL, 2018), na unidade temática de Geometria, aponta o uso de *software* de Geometria para formular e resolver problemas matemáticos, utilizando construções e objetos relacionados ao cotidiano dos alunos. Bastos (2014, p. 17) aponta que:

[...] o uso de tecnologia digital, especificamente *softwares* de geometria dinâmica levam o aluno a pensar e a vincular o que já sabe com o novo conhecimento a adquirir [...] esse tipo de intervenção pode ser chamado de investigação matemática, pois o objetivo é descobrir relações entre objetos matemáticos conhecidos e desconhecidos, procurando identificar propriedades.

Nesta perspectiva, as construções de objetos geométricos, por meio de *softwares* de matemática dinâmica⁹, permitem explorações experimentais e teóricas, o que favorece testar conjecturas, além de proporcionar o dinamismo com os recursos disponíveis no GeoGebra como: arrastar, movimentar e animar. Isso, mostra as diferentes possibilidades de visualização dos objetos construídos, os quais são de suma importância para a construção de conceitos matemáticos.

Assim, Lieban e Müller (2012, p. 49), comentam que, “por meio de atividades com o GeoGebra, podemos criar um ambiente mais propício para a aprendizagem de matemática”. Ou seja, o professor, como mediador, propiciará um ambiente onde os

⁷ Disponível em: <http://www.geogebra.org>

⁸Java é uma linguagem de programação orientada a objeto desenvolvida para permitir que desenvolvedores criem uma plataforma contínua.

⁹GeoGebra *software* de matemática dinâmica, página inicial do Instituto GeoGebra, https://www.pucsp.br/geogebra/sobre_instituto.html

alunos se sintam capazes de produzir, de criar e de realizar as tarefas propostas, além de construir seu próprio conhecimento levando-os a ter autonomia.

Vale ressaltar que, esse processo não depende apenas do docente, mas, também, da escola em adequar-se às novas metodologias de ensino com o uso das TD, buscando um ambiente interativo que possa potencializar e desafiar os alunos a desenvolverem o raciocínio matemático, contribuindo para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem.

Ademais, é necessário ter um olhar crítico sobre a utilização do *software*, pois o professor precisa saber planejar as ações a serem executadas. De outra forma, segundo Baldini e Cyrino (2012, p. CLXII-CLXIII), “o computador ou a utilização do GeoGebra por si só, não garante o sucesso dos processos de ensino e de aprendizagem”. Desta forma, é imprescindível considerar que, a maneira como utilizá-los faz a diferença na aprendizagem do aluno, pois, o uso indevido, ou a pouca exploração, não produzirá uma aprendizagem eficaz, no sentido de levar o aluno a ter autonomia no seu aprendizado.

Neste aspecto, busca-se explorar as potencialidades diferenciadas dos *softwares* no processo de ensino com as TD. Para Borba; Villarreal (2005), *apud* Borba *et al* (2018, p. 55-56)

uma atividade matemática elaborada com base na noção de experimentação com tecnologias deve oferecer meios para o(a): criação e simulação de modelos matemáticos; geração de conjecturas matemáticas; exploração de diversificadas formas de resoluções; manipulação dinâmica de objetos construídos; realização de testes de conjecturas usando grande número de exemplos, modificando representações de objetos, simulando componentes de construções e etc.; convencimento sobre a veracidade de conjecturas; elaboração de novos tipos de problemas e construções matemáticas; criação e conexão entre diferentes (e múltiplos) tipos de representações de objetos matemáticos; exploração de caráter visual, dinâmico e manipulativo de objetos matemáticos; incentivo à combinação de raciocínio intuitivo, indutivo ou adutivo, que podem contribuir ao desenvolvimento do raciocínio dedutivo; criação de atividades matemáticas abertas controladas, ou seja, com direcionalidade ao seu objetivo; ensinar e aprender matemática de forma alternativa; compreensão de conceitos; conhecimento de novas dinâmicas, formas de conectividade e relações de poder em sala de aula; envolvimento com um novo tipo de linguagem (informática) na comunicação matemática, além da escrita; criação de diferentes tipos de símbolos e notações matemáticas; aprofundamento em variados níveis de rigor matemático; Identificação de incoerências conceituais e/ou aprimoramento do enunciado.

Desta forma, o GeoGebra é um *software* que proporciona possibilidades de construções acima relacionadas, desde que sejam bem planejadas, de modo que possam levar o aluno a pensar criticamente sobre a construção de conhecimento com

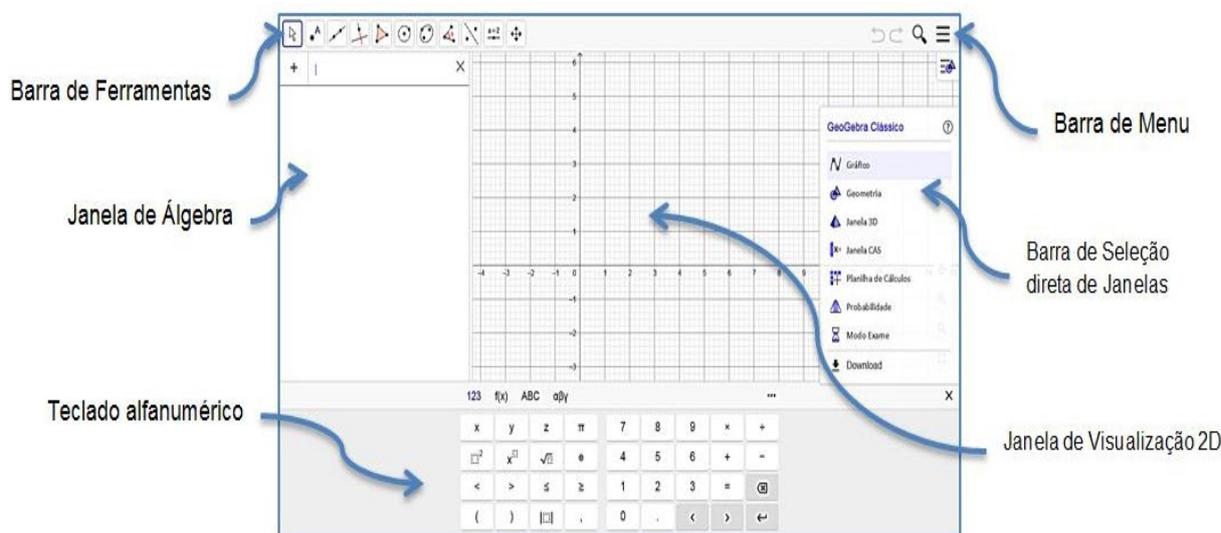
as TD. Segundo Borba *et al* (2018), *softwares* educativos geram ambientes dinamizadores dos conteúdos, fortalecendo seu caráter experimental, o que permite uma nova postura diante da construção do conhecimento. De forma semelhante Borba *et al* (2018, p. 52) afirmam que, com o uso de TD.

[...] objetos matemáticos começaram a ser representados de maneira inédita, ou seja, digitalmente proporcionando simulações, expandem limites devido à virtualidade, à multiplicidade representativa e aos recursos de experimentação, dando dinamicidade às construções matemáticas e abrindo espaço para o surgimento de novos tipos de problemas e estratégias de resoluções.

Essas representações são de suma importância para ensinar matemática com o uso dos *softwares*. O GeoGebra possibilita dinamicidade na sua tela, o que facilita a construção de conceitos matemáticos. No caso dessa pesquisa, a Resolução de Problemas de Geometria Espacial.

Para melhor compreensão, apresentamos, na Figura 1, a interface do GeoGebra. Quando se abre o GeoGebra, visualiza-se a seguinte tela inicial:

FIGURA 1: Interface do GeoGebra



Fonte: Apostila curso GeoGebra Básico para professores¹⁰

Na figura 1 é possível observar que cada espaço tem a sua função. Nesta versão (GeoGebra Clássico 6.0.462.0), a **barra de ferramentas**, cada ferramenta possui uma funcionalidade específica de comando como: mover, inserir pontos, retas, semirretas, segmento de retas, vetores, bissetriz, polígonos, círculos, compasso, elipse, ângulos, reflexão em relação a uma reta, controle deslizante, caixa de exibir e

¹⁰ Disponível em:

<https://www.academia.edu/people/search?utf8=%E2%9C%93&q=Curso+geogebra+basico+para+professores+de+series+iniciais>

esconder objetos. Além disso, ao clicar nesses ícones aparecerão outras 59 ferramentas minimizadas que servirão de suporte para as construções de figuras geométricas bidimensionais e/ou tridimensionais e muitas outras tarefas e atividades realizáveis no GeoGebra.

Conta também com a **janela de álgebra**, na qual são apresentadas todas as entradas, sejam objetos ou funções matemáticas.

Possui, ainda, um **teclado Alfanumérico** que vem composto de três teclados. O primeiro contém números e operadores básicos de cálculos; o segundo traz funções trigonométricas, logarítmicas e exponenciais e, no terceiro, contém opções de letras do alfabeto para inserção de textos e símbolos. Na interface do GeoGebra também temos as **barras do Menu** composta pelo arquivo onde podemos abrir, gravar e visualizar as construções, exportar figuras, compartilhar, editar, etc. Contém a **barra de seleções** onde estão as janelas de visualização 2D, 3D, calculadora e outras ferramentas disponíveis no *software*. Nele também consta uma **janela de visualização** que exibe um Plano cartesiano com uma malha quadriculada, onde são apresentadas as funções matemáticas, os objetos construídos ou inseridos.

Essas são apenas algumas das mais variadas funções que o GeoGebra possui. Por possibilitar o trabalho com diferentes representações e aspectos matemáticos (algébricos, geométricos e aritméticos) simultaneamente, torna-se um *software* com grande potencial para favorecer o processo de ensino. Isso é possível, pois, a forma dinâmica possibilita a elaboração de tarefas exploratórias que proporcionam ao aluno pensar e estudar matemática com mais autonomia.

Ao trabalhar com o GeoGebra é importante verificar a versão que será utilizada, levando em consideração as atualizações realizadas constantemente e modificações nas suas ferramentas. Neste caso, utilizaremos a versão GeoGebra Clássico 6.0.462.0, por ser a mais atual, disponível em Português, e seus aplicativos são gratuitos e podem ser baixados para os sistemas *iOS*, *Android*, *Windows*, *Mac*, *Chromebook* e *Linux*. Sendo este último utilizado no Laboratório de informática nas escolas da Rede Municipal de Educação, cenário dessa pesquisa.

2.2 O ENSINO DA GEOMETRIA ESPACIAL E SUAS RELAÇÕES COM OS ANOS INICIAIS

Para abordar o ensino da Geometria faz-se necessário descrever um breve histórico do seu surgimento. Pois, ela faz parte do cotidiano da humanidade desde os primórdios, sendo um dos ramos mais antigos da matemática que estuda o espaço e as formas.

Documentos escritos pelos egípcios, por exemplo, deixaram uma grande quantidade de informações sobre a geometria. Além dos documentos, a construção das pirâmides e de outros monumentos da civilização egípcia revelam o uso de conhecimentos geométricos. Os primeiros registros apontam sua origem a partir da necessidade constante de medir e organizar a terra para o plantio. O que nos leva a crer que essa forma de organização dá origem a palavra Geometria, já que a palavra geometria é de origem grega, em que geo provém de gaia/terra e metria de métron/medida.

É provável que a civilização egípcia tenha desenvolvido a geometria, pois, por um lado, as inundações anuais do delta do Nilo traziam nutrientes aos campos de cultivo, tornando a terra mais fértil, por outro lado, desfaziam as marcas físicas que delimitavam as terras, provocando conflitos entre os proprietários. Assim, a Geometria provavelmente nasceu da necessidade prática do homem em querer medir, delimitar territórios.

Assim, para Boyer (2003), Heródoto¹¹ acreditava que a Geometria surgiu em virtude da necessidade prática de medir as terras e Aristóteles¹² entendia que a Geometria surgiu como prática de lazer entre os sacerdotes egípcios que se dedicavam aos estudos geométricos. No entendimento desses dois filósofos, percebe-se pensamentos distintos sobre o surgimento da Geometria, pois um acreditava nas necessidades de mensuração da terra pós enchentes no Nilo e o outro no entretenimento da classe sacerdotal no Egito. Segundo Boyer (2003, p.6), Heródoto escreveu,

O rei Sesóstris [...] repartiu o solo do Egito entre seus habitantes [...] Se o rio levava qualquer parte do lote de um homem... O rei mandava pessoas para

¹¹ Heródoto foi historiador e geógrafo grego que viveu no séc. V a.C. Também conhecido como o pai da história.

¹² Aristóteles, filósofo grego, viveu no séc. IV a.C. um dos fundadores da filosofia ocidental e aluno de Platão e é considerado um dos maiores pensadores de todos os tempos.

examinar, e determinar por medida a extensão exata da perda... Por esse costume, eu creio, é que a Geometria veio a ser conhecida no Egito, de onde passou para a Grécia.

Em fontes documentais como os papiros encontrados por volta de 1650, é possível verificar que os egípcios conseguiram notáveis realizações referente ao cálculo de volumes, o que indica que já usavam noções de Geometria Espacial. Para muitos historiadores, o mais notável feito da geometria métrica egípcia é a regra correta para o cálculo de volume das pirâmides de base quadrada, encontrada no papiro Moscou. Apesar de tantas realizações notáveis no Egito, somente graças aos gregos é que a Geometria, especialmente a espacial, se livrou da ênfase dada à mensuração e de seus vínculos aritméticos, ou seja, aos cálculos.

Acredita-se que foi Tales¹³ de Mileto, um dos primeiros matemáticos gregos que teria levado a Geometria do Egito para a Grécia no século V a.C. Pois a Geometria egípcia baseava-se em experiências e regras, o que na Grécia era inaceitável. Pois para os gregos era necessário provar resultados obtidos por meio do método dedutivo, ou seja, por meio da razão.

Quando falamos do estudo da matemática na Grécia podemos destacar alguns filósofos e geômetras, como Pitágoras, Platão, Arquimedes e Euclides¹⁴. Este último ganha destaque por ser considerado fundador da famosa Escola de Matemática de Alexandria, em sua obra “Elementos”¹⁵, sistematizou toda a matemática até então descoberta. Confirma-se isso, pois segundo Eves (2004, p. 167),

este trabalho notável (de Euclides) imediata e completamente superou todos os *Elementos* precedentes; de fato, nenhum vestígio restou de esforços anteriores. Tão logo o trabalho apareceu, ganhou o mais alto respeito e, dos sucessores de Euclides até os tempos modernos, a mera citação do número de um livro e o de uma proposição de sua obra-prima é suficiente para identificar um teorema ou construção particular. Nenhum trabalho, exceto a Bíblia, foi tão largamente usado ou estudado e, provavelmente, nenhum exerceu influência maior no pensamento científico.

¹³ Supostamente um dos sete sábios da Antiga Grécia, Tales instituiu a Escola Jônica e estabeleceu sólidos conhecimentos sobre a verdade, a totalidade, a ética e a política, temas ainda atuais em nossos dias.

¹⁴ Euclides, criador da escola de matemática de Alexandria, da qual era professor, viveu entre (c. 330 a. C. - 260 a. C.) nasceu na Síria e estudou em Atenas. Foi um dos primeiros geômetras e é reconhecido como um dos matemáticos mais importantes da Grécia Clássica e de todos os tempos.

¹⁵ A obra “Elementos” de Euclides não trata apenas de geometria – contém bastante teoria dos números e álgebra elementar (geométrica). O livro se compõe de 465 proposições distribuídas em treze livros. Os textos de geometria plana e espacial da escola secundária americana trazem basicamente o material que se encontra nos livros I, III, IV, VI, XI e XII dos *Elementos*. Fonte: Eves, H. Introdução à História da Matemática/ tradução: Hygino H. Domingues-campinas SP: ed. Unicamp, 2004.

Embora existam outras geometrias, aquela que é abordada no Ensino Fundamental e Médio é a euclidiana, que “estuda as propriedades das figuras e dos corpos geométricos enquanto relações internas entre os seus elementos, sem levar em consideração o espaço” (NACARATO; PASSOS, 2003, p. 24), e que recebe esse nome em homenagem a Euclides, pois sua obra “Elementos” já foi impressa em mais de mil edições desde a primeira delas em 1482 e por mais de dois milênios esse trabalho dominou o ensino de Geometria (EVES, 2004, p. 168).

A importância do ensino e aprendizagem da geometria nos anos iniciais está fundamentada nos documentos que regem a da Educação Básica. Como exemplo, citamos os PCN (BRASIL, 1998, p. 39), que destacam a importância desse ramo da matemática, que também serve de instrumento para outras áreas do conhecimento:

O aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive. [...] O trabalho com noções geométricas contribui para a aprendizagem de números e medidas, pois estimula a criança a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades e vice-versa. Além disso, se esse trabalho for feito a partir da exploração dos objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, ele permitirá ao aluno estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento.

A Geometria está estritamente relacionada com o espaço em que vivemos, pois se faz presente nas construções humanas realizadas a milhares de anos. Seu estudo é primordial nos anos iniciais. Nesse viés, e em conformidade com Lorenzato, (1995, p. 5)

para justificar a necessidade de se ter a Geometria na escola, bastaria o argumento de que sem estudar Geometria as pessoas não desenvolvem o pensar geométrico ou o raciocínio visual e, sem essa habilidade, elas dificilmente conseguirão resolver as situações de vida que forem geometrizadas; também não poderão se utilizar da Geometria como fator altamente facilitador para a compreensão e resolução de questões de outras áreas de conhecimento humano. Sem conhecer Geometria a leitura interpretativa do mundo torna-se incompleta, a comunicação das ideias fica reduzida e a visão da Matemática torna-se distorcida.

Entende-se, assim, que a Geometria é uma aprendizagem necessária ao desenvolvimento do educando, pois, situações diversas de aprendizagens requerem percepções que são adquiridas no estudo da Geometria. Percepções estas trazidas na BNCC (BRASIL 2018, p. 269):

A Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Assim, [...] estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos. Esse pensamento é necessário para investigar propriedades, fazer conjecturas e produzir argumentos geométricos convincentes.

Nesse sentido, o estudo da Geometria é essencial para desenvolver no indivíduo o pensamento geométrico, fundamental para entender e resolver problemas nas outras áreas do conhecimento. De acordo com a BNCC (BRASIL 2018, p. 270 – grifo nosso), no ensino de Geometria nos anos iniciais, espera-se que:

Os alunos identifiquem e estabeleçam pontos de referência para a localização e o deslocamento de objetos, construam representações de espaços conhecidos e estimem distâncias, usando, como suporte, mapas (em papel, computadores, *tablets* ou smartphones), croquis e outras representações. Em relação às formas, **espera-se que os alunos indiquem características das formas geométricas tridimensionais e bidimensionais, associem figuras espaciais a suas planificações e vice-versa**. Espera-se, também, que nomeiem e comparem polígonos, por meio de propriedades relativas aos lados, vértices e ângulos. O estudo das simetrias deve ser iniciado por meio da manipulação de representações de figuras geométricas planas em quadriculados ou no plano cartesiano, e com recurso de *softwares* de geometria dinâmica.

Neste aspecto, o ensino de Geometria ganha reforço quando surgem possibilidades de ensiná-la com o uso das TD, como os *softwares* relacionados à matemática dinâmica. Assim, os alunos, por meio da visualização e a manipulação de objetos na tela do computador, podem conjecturar as variedades de construções, as quais conseqüentemente não conseguiriam apenas utilizando o modo estático, ou seja, lápis e papel. A dinamicidade possibilitada pelos *softwares* de matemática dinâmica abre inúmeras possibilidades de interação com as construções, proporcionando um ensino mais real e próximo da vivência dos alunos.

Segundo dicionário *online* de português (Dicio), Geometria é “A parte da matemática que estuda rigorosamente o espaço e as formas (figuras e corpos) que nele podem estar” (GEOMETRIA, 2019). Ela é a área da Matemática que se dedica a questões relacionadas com forma, tamanho, posição relativa entre figuras ou propriedades do espaço. Ainda, buscando apresentar o significado de Geometria, apontamos o significado para Forster (2012, p. 10):

a Geometria é descrita como um corpo de conhecimentos fundamental para a compreensão do mundo e participação ativa do homem na sociedade, pois facilita a resolução de problemas de diversas áreas do conhecimento e desenvolve o raciocínio visual. Está presente no dia a dia como nas embalagens dos produtos, na arquitetura das casas e edifícios, na planta de terrenos, no artesanato e na tecelagem, nos campos de futebol e quadras de esportes, nas coreografias das danças e até na grafia das letras. Em inúmeras ocasiões, precisamos observar o espaço tridimensional como, por exemplo, na localização e na trajetória de objetos e na melhor ocupação de espaços.

Ou seja, a Geometria está presente no nosso dia a dia, desta forma, faz-se necessário estudá-la, entendê-la, compreendê-la observando o espaço bidimensional e tridimensional em que vivemos. Assim, Lorenzato (2006) destaca que a Geometria

tem função essencial na formação dos indivíduos, pois possibilita uma interpretação mais completa do mundo, uma comunicação mais abrangente de ideias e uma visão equilibrada da matemática. Além disso, dependendo de como são trabalhados os conceitos geométricos surgem possibilidades para o aluno explorar, representar, construir, investigar, perceber, discutir, descobrir e descrever propriedades, o que é fundamental no processo de ensino da matemática.

Em concordância com Lorenzato (2006), Fürkötter e Morelatti (2009, p. 29) apontam que “é cada vez mais indispensável que as pessoas desenvolvam a capacidade de observar o espaço tridimensional e de elaborar modos de comunicar-se a respeito dele, pois a imagem é um instrumento de informação essencial no mundo moderno”.

Assim, a Geometria também pode propiciar o desenvolvimento de habilidades de percepção espacial, por meio da exploração das formas geométricas, o aluno desenvolve a visão de mundo em que está inserido, descreve-o, representa-o e aprende a localizar-se nele. Obtendo assim, noções geométricas essenciais para o seu desenvolvimento.

Lorenzato (2006) enfatiza que a criança realiza suas primeiras experiências de vida quando vê, ouve e manuseia com a ajuda da linguagem, mas principalmente com o auxílio da percepção espacial iniciando suas descobertas. Isso é confirmado também por Abrantes *et al* (1999, p. 71), quando diz:

As primeiras experiências das crianças são geométricas e espaciais, ao tentarem compreender o mundo que as rodeia, ao distinguirem em um objeto do outro. [...] aprendendo a movimentar-se de um lugar para o outro, estão a usar ideias espaciais e geométricas para resolver problemas. Esta relação com a Geometria prossegue ao longo da vida.

Nesse ínterim, é importante ressaltar que a criança deve ser incentivada a explorar o espaço em que vive, pois a efetiva aprendizagem acontece “pelas ações mentais que a criança realiza quando compara, distingue, separa e monta” (LORENZATO, 2006, p. 44). São essas habilidades que podem estimular sua percepção visual e permitir que ela se localize no espaço à sua volta.

Dessa forma, a Geometria pode apresentar-se para a criança de forma prática. Neste sentido, ela constrói suas primeiras noções espaciais por meio dos sentidos e dos movimentos. Essa construção ocorre de forma progressiva e tem como início a percepção do próprio corpo, a presença no mundo e ao seu redor. Somente após esse

momento, a criança atinge a compreensão do espaço representado em desenhos, mapas e etc.

Portanto, o pensamento geométrico desenvolve-se inicialmente pela visualização: a criança é capaz de identificar uma figura por sua forma, aparência física e por sua imagem. A partir daí, tem início as representações mentais que lhe permitirão trazer à memória objetos e espaços ausentes. Para Borba; Villarreal, 2005, p.96)

Na Educação Matemática, a visualização é parte dos processos de ensino e aprendizagem, de produção matemática dos alunos, o que justifica sua relevância nessa área: – a visualização se constitui em um caminho alternativo de acesso ao conhecimento matemático; – a compreensão de conceitos matemáticos requer múltiplas representações, e a representação visual pode transformar sua própria compreensão; – a visualização é parte da atividade matemática e um caminho de resolver problemas; – tecnologias com boas interfaces visuais estão presentes nas escolas, e seu uso nos processos de ensino e aprendizagem requer compreensão de processos visuais; – se os conteúdos da própria matemática puderem mudar devido aos computadores, como proposto por alguns matemáticos, está claro que a matemática nas escolas se submeterá pelo menos a algum tipo de mudança; – embora a demonstração seja vista como a rota oficial para a verdade na matemática acadêmica, isso poderia não necessariamente ser transportado para a aula de matemática nos níveis escolares.

Nesse viés, observamos que a Geometria Espacial está presente no nosso cotidiano, basta olharmos os objetos, as formas e as construções que nos cercam. Ao realizar essa ação, conseguimos visualizar o volume total, em vez de somente a superfície, ou seja, observamos tudo em 3D e não em 2D. A Geometria Espacial estuda as figuras geométricas no espaço, ou seja, em três dimensões e/ou como mais conhecido pelos alunos, em 3D. Neste aspecto, os PCN (BRASIL, 1998, p. 127) apontam que

[...] O pensamento geométrico desenvolve-se inicialmente pela visualização: as crianças conhecem o espaço como algo que existe ao redor delas. As figuras geométricas são reconhecidas por suas formas, por sua aparência física, em sua totalidade, e não por suas partes ou propriedades.

Nesta perspectiva, é importante que a criança aprenda noção de Geometria e/ou pensamento geométrico observando o espaço onde está inserida e, que venha desenvolver habilidades de resolução de problemas ligados à sua vivência, tanto no contexto escolar como social. Sendo assim, segundo Lorenzato (2006, p.132), “[...] é natural que a Educação Infantil favoreça o desenvolvimento da percepção espacial da criança.” Isso se faz necessário porque por meio desse desenvolvimento a criança adquire as competências e habilidades que não são conquistadas em outras áreas. A geometria nessa fase do ensino, principalmente no que se refere às questões

espaciais, necessita de conceitos diversos para ser abordada bem como de uma metodologia que facilite o processo ensino e aprendizagem, tendo a criança a possibilidade de explorações.

Nesta pesquisa, optamos em trabalhar com a Unidade Temática de Geometria Espacial com o objetivo de despertar a curiosidade e a percepção dos estudantes quanto às figuras geométricas cotidianas que as cercam. Isso, para que os mesmos consigam resolver problemas ligados à sua realidade e, também, porque a BNCC (BRASIL, 2018) sugere o ensino de Geometria utilizando *softwares* de matemática dinâmica. Além disso, a Geometria, também, pode propiciar o desenvolvimento de habilidades e percepção espaciais. Nesse ínterim, Ponte e Serrazina (2000, p. 165) ressaltam que a geometria, ao fornecer formas de representação com forte apelo visual para outros tópicos da matemática, como por exemplo “as figuras geométricas que podem auxiliar a compreensão das frações, e em particular, dos números decimais” pode constituir-se um tema unificador na aprendizagem da matemática.

Desta forma, a Geometria possibilita diversas habilidades visuais como: memória visual, coordenação visual motora, percepções de relações e discriminações visuais das imagens. Ela traz conceitos de organizações espaciais, considerando que vivemos num contexto onde objetos e formas são visuais. Além disso, é importante relacionar a matemática com o mundo real, onde os alunos consigam realizar e resolver problemas ligados ao seu cotidiano e assim compreender o papel da Geometria no processo de ensino. Nos PCN (BRASIL, 1998, p. 39) é possível observar que “A Geometria é um campo fértil para se trabalhar com resolução de problema e é um tema pelo qual os alunos costumam se interessar naturalmente”.

Além disso, se esse trabalho for realizado a partir da exploração dos objetos do cotidiano, como pinturas, desenhos, formas e *softwares* isso possibilitará ao aluno, estabelecer conexões entre a matemática e outras áreas do conhecimento. Nesse viés, Bressan, Bogisic e Grego (2010) apontam que o ensino de Geometria na Educação Básica serve para que o aluno possa interpretar e analisar o mundo físico, atuando em torno dele para então, expressar e interpretar imagens e conceitos, próprios da Matemática ou até mesmo de outras ciências.

Para tanto, a Geometria configura-se como uma eficiente conexão que a Matemática possui entre os outros campos do conhecimento, pois ela se interliga com artes, ciências, história, e, em especial, com a Aritmética e com a Álgebra porque os

objetos e relações dela correspondem aos das outras; assim sendo, conceitos, propriedades e questões aritméticas ou algébricas podem ser clarificados pela Geometria. Na sequência apresentamos a Unidade Temática, preconizada na BNCC, com a qual trabalhamos nesta pesquisa.

No quadro 1, apresentamos a unidade temática de Geometria do 4º Ano, com seus respectivos objetos de conhecimento¹⁶ e habilidades.

QUADRO 1: Habilidade de Geometria

MATEMÁTICA – 4º ANO

4. A ETAPA DO ENSINO FUNDAMENTAL	UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
	Geometria	Localização e movimentação; pontos de referência, direção e sentido Paralelismo e perpendicularismo	(EF04MA16) Descrever deslocamentos e localização de pessoas e de objetos no espaço, por meio de malhas quadriculadas e representações como desenhos, mapas, planta baixa e croquis, empregando termos como direita e esquerda, mudanças de direção e sentido, intersecção, transversais, paralelas e <u>perpendiculares</u> .
		Figuras geométricas espaciais (prismas e pirâmides): reconhecimento, representações, planificações e características	(EF04MA17) Associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais.
		Ângulos retos e não retos: uso de dobraduras, esquadros e <i>softwares</i>	(EF04MA18) Reconhecer ângulos retos e não retos em figuras poligonais com o uso de dobraduras, esquadros ou <i>softwares</i> de geometria.
		Simetria de reflexão	(EF04MA19) Reconhecer simetria de reflexão em figuras e em pares de figuras geométricas planas e utilizá-la na construção de figuras congruentes, com o uso de malhas quadriculadas e de <i>softwares</i> de geometria.

Fonte: BNCC (BRASIL, 2018, p. 290)¹⁷

Salientamos que, a SD aplicada gerou o PE da pesquisa visando desenvolver, nos alunos, a habilidade EF04MA17 estabelecida na BNCC. Conforme Brasil (2018, p. 290), o desenvolvimento dessa habilidade possibilita aos alunos: “Associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais”. Consoante ao que preconizam as “orientações para os redatores dos currículos”¹⁸, é importante que, para o desenvolvimento dessa habilidade, considere-se “Aplicativos de computador e softwares de matemática dinâmica [pois estes] permitem resolver problemas de representação e construção de polígonos, ajudando na compreensão de suas propriedades” (BRASIL, 2018, p.1).

¹⁶ Objeto de conhecimento é utilizado como sinônimo de “conteúdo”.

¹⁷ Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>

¹⁸ Trata-se de um material suplementar com orientações aos redatores na elaboração dos currículos. Disponível em: <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 26 fev. 2019.

Neste sentido, esta pesquisa foi desenvolvida com utilização do software GeoGebra com aporte tecnológico, agregando suas potencialidades para a Resolução de Problemas de Geometria Espacial no processo de ensino, nas aulas de Matemática, fortalecendo a construção de conceitos matemáticos pelos estudantes.

Na próxima seção apresentaremos a Resolução de Problemas como metodologia de ensino, onde faremos uma abordagem resumida dos caminhos percorridos desta metodologia e suas contribuições no processo de ensino.

2.3 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO METODOLOGIA DE ENSINO DE MATEMÁTICA

Nas últimas décadas, presenciamos um aumento significativo de grupos de pesquisas e de divulgação de trabalhos científicos relacionados à importância da resolução de problemas no processo de ensino da matemática. Neste aspecto, os PCN (BRASIL, 1998, p. 32) aponta que,

A história da Matemática foi construída como resposta a perguntas provenientes de diferentes origens e contextos, motivadas por problemas de ordem prática (divisão de terras, cálculo de créditos), por problemas vinculados a outras ciências (Física, Astronomia), bem como por problemas relacionados a investigações internas à própria Matemática.

Com o advento da economia vigente e os avanços tecnológicos, passou-se a exigir um novo trabalhador, ou seja, tornou-se eminente a necessidade de mão de obra mais qualificada e exigia-se que as pessoas tivessem mais domínio da matemática e que fosse um bom “solucionador de problemas” (PALMA e DARSIE, 2013, p. 11).

A resolução problemas (RP), no meio educacional, ganhou força no final da década de 70. Como destaca Onuchic (2004), o ensino de RP ganhou espaço no final do ano de 1970, atingindo seu ápice internacionalmente na 2ª metade da década de 1980, quando os primeiros trabalhos começam a aparecer no Brasil. Essa década foi marcada pela atenção dada ao currículo de matemática, no qual a RP foi apontada como essencial nesse novo processo. E ainda, neste mesmo período, foi incorporada à lista de competências básicas à disciplina de matemática pelo *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 1976).

As transformações advindas da economia trouxeram mudanças no currículo escolar, nos quais ocorreram reformas no ensino da matemática. Nesse contexto, a

Matemática Moderna, segundo Ornuchic e Allevato, (2004, p. 215), “enfatizava a teoria dos conjuntos, [...] acentuava o ensino de símbolos e uma terminologia complexa que comprometia o aprendizado”. No ano de 1980, a Associação de Professores de Matemática dos Estados Unidos da América (EUA), (NCTM, 1989) propôs uma gama de orientações curriculares, entre elas a RP era o foco da matemática escolar.

As discussões acerca da RP, como metodologia de ensino e como um ponto de partida e um meio de ensinar Matemática, começam a ficar mais intensas e passam a ser um lema na década de 90. Para Onuchic (2004, p. 207), “o problema é olhado como um elemento que pode disparar um processo de construção do conhecimento” e, seguindo neste enfoque, acrescenta que “problemas são propostos ou formulados de modo a contribuir para a formação dos conceitos antes mesmo de sua apresentação em linguagem Matemática formal”(ONUCHIC, 2004, p. 207). Neste aspecto, RP é o ponto de partida para a construção do conhecimento pelo próprio estudante.

O documento *Principles and Standards for School Mathematics* – NCTM 2000 apresentou algumas orientações para o currículo de matemática, entre elas que a RP não era só um objetivo da aprendizagem matemática, mas também um meio importante para fazer matemática (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011).

Assim, a RP começa a se alicerçar como uma metodologia de ensino, sendo o problema, um elemento fortalecedor nos processos de ensino e aprendizagem. Desta forma, entende-se que os problemas existem e demandam soluções. Eles estão estritamente relacionados às questões cotidianas da humanidade. Assim, Polya (2006, p. 4) ressalta que:

Resolver problemas é uma habilidade prática, como nadar, esquiar ou tocar piano: você pode aprendê-la por meio de imitação e prática. (...) se você quer aprender a nadar você tem de ir à água e se você quer se tornar um bom ‘resolvedor de problemas’, tem que resolver problemas.

No entanto, a prática de resolver problemas não tem cumprido sua verdadeira função no ensino, pois, na maioria das vezes, é usada apenas como forma de aplicação de conhecimentos adquiridos anteriormente pelos alunos. Neste sentido, consiste em ensinar um conceito ou algum procedimento para verificar o desempenho do aluno sobre o que lhe foi ensinado. As estratégias traçadas pelos alunos para

chegar à resolução de determinado problema não são consideradas, visto que o ensino ainda é tradicionalista.

Neste caso, o saber matemático não se apresenta ao aluno como um sistema de conceitos, que lhe permite resolver os problemas apresentados. Mas, como discurso meramente simbólico, onde não há compreensão por parte do aluno. Ou seja, resume-se a apenas resultados, definições, técnicas e/ou demonstrações, praticadas no ensino tradicional.

Consoante a isso, Vila e Callejo (2006, p. 29) destacam que, “o problema é uma situação que propõe uma questão matemática cujo método de solução não é imediatamente acessível ao aluno/resolvedor ou ao grupo de alunos que tenta resolvê-la”. Mas, uma reflexão sobre o processo de resolução e as relações para enfrentar uma situação nova. Ou seja, o problema tem que causar uma surpresa, uma indagação para pensar em novas estratégias de solução.

De acordo com Van de Walle (2009, p. 58),

O aspecto problemático ou envolvente do problema deve estar relacionado à matemática que os alunos vão aprender. Portanto, ao resolver o problema, os alunos devem estar preocupados principalmente em dar significado à matemática envolvida e também em interessar-se por usar a matemática e perder o medo de enfrentar matematicamente situações-problema que lhes são propostas.

Neste aspecto, Paiva e Rêgo (2009) apontam que, para desenvolver essas habilidades nos alunos é preciso ter claro a RP como metodologia de ensino. Ela “ajuda a desenvolver a estrutura cognitiva do aluno, exercitar sua criatividade e torná-lo capaz de aprender significativamente podendo, assim, aplicar o conhecimento adquirido em diferentes contextos da própria Matemática” (PAIVA; RÉGO, 2009, p. 9).

Assim, entendemos que é necessário que sejam desenvolvidos procedimentos metodológicos que atendam as reais necessidades dos educandos. Pois, deste modo, o incentivo e busca de novas metodologias despertam os estudantes a desenhar caminhos para responder a diversas situações e, a partir delas, o aluno poderá formular hipóteses, organizar ideias e criar suas próprias estratégias de resolução de problemas. Tudo isto, interligado ao seu cotidiano para que, desta forma, venha verdadeiramente construir seu próprio conhecimento.

Segundo os PCN (BRASIL, 1998, p. 32-33), ao colocar em foco a resolução de problemas, o que se defende é uma proposta que pode ser resumida nos seguintes princípios:

1) O ponto de partida da atividade matemática não é a definição, mas o problema. No processo de ensino e aprendizagem, conceitos, ideias e métodos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas, ou seja, de situações em que os alunos precisem desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-las; 2) O problema certamente não é um exercício em que o aluno aplica, de forma quase mecânica, uma fórmula ou um processo operatório. Só há problema se o aluno for levado a interpretar o enunciado da questão que lhe é posta e a estruturar a situação que lhe é apresentada; 3) Aproximações sucessivas ao conceito são construídas para resolver um certo tipo de problema; num outro momento, o aluno utiliza o que aprendeu para resolver outros, o que exige transferências, retificações, rupturas, segundo um processo análogo ao que se pode observar na história da Matemática; 4) O aluno não constrói um conceito em resposta a um problema, mas constrói um campo de conceitos que tomam sentido num campo de problemas. Um conceito matemático se constrói articulado com outros conceitos, por meio de uma série de retificações e generalizações; 5) A resolução de problemas não é uma atividade para ser desenvolvida em paralelo ou como aplicação da aprendizagem, mas uma orientação para a aprendizagem, pois proporciona o contexto em que se pode apreender conceitos, procedimentos e atitudes matemáticas.

Considerando esses princípios, é importante destacar algumas características das situações que podem ser entendidas como problemas. Quando um problema matemático é uma situação que demanda a realização de uma sequência de ações ou operações para obter um resultado. Ou seja, a solução não está disponível de início, no entanto é possível construí-la dentro do processo.

Ainda, segundo os PCN (BRASIL, 1998, p. 33), para resolver um problema pressupõe que o aluno:

Elabore um ou vários procedimentos de resolução (como, por exemplo, realizar simulações, fazer tentativas, formular hipóteses); compare seus resultados com os de outros alunos; Valide seus procedimentos.

Portanto, resolver um problema não se resume em compreender o que foi proposto e em dar respostas aplicando procedimentos adequados. Mas, em elaborar estratégias que levem à resolução deste problema. Além disso, é necessário desenvolver habilidades que permitam pôr à prova os resultados, testar sua eficácia, comparar diferentes estratégias para obter a solução correta e etc. Assim, os caminhos tomados para resolver problemas podem proporcionar uma reflexão acerca do problema resolvido.

Para tanto, Polya (2006) destaca que existem alguns passos lógicos de resolução, que podem ajudar o aluno neste processo. São eles: **Compreensão do problema:** esta é a primeira etapa de resolução em que se deve interpretar o que sugere a situação-problema, retira-se o(s) dado(s) relevante(s) nela contida, verifica-se o que está sendo perguntando e o que precisa ser resolvido em termos de

conhecimentos matemáticos. Assim, Polya (2006, p. 5) destaca “o aluno precisa compreender o problema, mas não só isto: deve também desejar resolvê-lo”. Ainda explica que os problemas devem ser bem selecionados, ou seja, nem com facilidade, para que o aluno visualize a resolução imediata e nem com dificuldade, para que ele não consiga chegar ao resultado. O problema deve ser sutil e interessante para despertar interesse dos alunos, os quais possam identificar as incógnitas desse problema e traçar estratégias para chegar a uma resolução.

A próxima etapa é o **Estabelecimento de um plano de resolução**: esta segunda etapa exige que o aluno faça mentalmente ou por escrito a conexão teoria-prática-problema: a teoria são os conhecimentos matemáticos apreendidos anteriormente e ensinados pelo professor, ou seja, os conteúdos, conceitos adquiridos. A prática são os conhecimentos obtidos das suas vivências diárias, como conteúdos matemáticos já estudados. E, o problema são os dados obtidos da situação-problema proposta, neste caso fazer referência com algum problema correlato. Nesta etapa, o aluno pode fazer vários planos ou estratégias e trocar ideias com os demais componentes. Polya (2006, p. 7) realça que “o principal feito na resolução de um problema é a concepção da ideia de um plano”. Segue explicando que esta ideia pode surgir aos poucos ou após várias tentativas sem sucesso e num período de hesitação, aparecer um *insight*, ou seja, uma clareza da compreensão ou solução de um problema pela súbita captação mental dos elementos e relações adequados.

A terceira etapa é a **Execução do plano**: aqui, o aluno deve executar o plano elaborado na etapa anterior, com o propósito de tentar obter a solução da situação problema. Polya (2006, p. 10) faz a ressalva que “conhecer um plano, a ideia da resolução, não é fácil. Para conseguir isto é preciso, além de conhecimentos anteriores, de bons hábitos mentais e de concentração no objetivo”. Aqui, torna-se importante o estudante ter elaborado seu plano para poder executá-lo, caso contrário perderá o foco, não obtendo a resolução desejada.

Nesta quarta etapa, apresentamos o **Retrospecto**, aqui, o aluno deve verificar se a solução que encontrou é realmente a que foi solicitada pelo enunciado e pela pergunta do problema. Neste sentido, Polya (2006, p. 12) acrescenta que “[...] se fizerem um retrospecto da resolução completa, reconsiderando e reexaminando o resultado final e o caminho que levou até este, eles poderão consolidar o seu

conhecimento e aperfeiçoar a sua capacidade de resolver problemas”. Desta forma, o professor deve ser um agente participante e colaborador, no sentido de fazer coerentemente as devidas interferências ao examinar a solução que cada aluno encontrou, se esta é correta ou não: se correta devem ser feitos questionamentos, do tipo se existem outras maneiras de se chegar a mesma solução; e se errada, verificar onde está o erro e ajudá-lo nesse processo construtivo na busca da solução correta.

O professor ainda deve inculcar nos estudantes que o conceito de que problema algum fica completamente esgotado, ou seja, um problema pode ser sempre aperfeiçoado seja, na estratégia de resolução e/ou na descrição dos passos seguidos. Assim, em relação ao retrospecto do problema Polya (2006, p. 13), destaca que “os estudantes acharão realmente interessante o retrospecto se eles houverem feito um esforço honesto e ficarem conscientes de terem resolvido bem o problema”. E, neste caso, a sensação de terem resolvido bem este problema, trará satisfação e ansiedade para resolver o próximo, obtendo êxito igual ou melhor que o anterior.

Nesse ínterim, entendemos que no contexto da Educação Matemática, um problema, ainda que simples, pode desencadear o gosto pelo trabalho mental, desafiar a curiosidade e proporcionar ao aluno o prazer pela descoberta da resolução. Neste sentido, os problemas relacionados ao seu cotidiano podem estimular a curiosidade do indivíduo e fazê-lo interessar-se pela matemática. Desta forma, ao tentar resolvê-los, adquire criatividade, desenvolve habilidades de resolução e aprimora o raciocínio lógico, expandindo seu conhecimento matemático.

Ainda, conforme Soares e Pinto (2001, p. 4), os problemas mais interessantes e atrativos para os alunos são aqueles que “estejam vinculados a fatos e acontecimentos do dia a dia.” Pois, quando os problemas fazem relação com o cotidiano do educando, sua compreensão torna-se mais clara e compreensível para obter a solução deste problema.

Corroborando este pensamento, Dante (2005, p. 20) aponta que:

Situações-problema são problemas de aplicação que retratam situações reais do dia a dia e que exigem o uso da Matemática para serem resolvidos... Por meio de conceitos, técnicas e procedimentos matemáticos procura-se matematizar uma situação real, organizando os dados em tabelas, traçando gráficos, fazendo operações, etc. Em geral, são problemas que exigem pesquisa e levantamento de dados. Podem ser apresentados em forma de projetos a serem desenvolvidos usando conhecimentos e princípios de outras áreas que não a Matemática, desde que a resposta se relacione a algo que desperte interesse.

Nesse sentido, entende-se que situações problemas é toda e qualquer situação que desperta interesse e que se deseja obter uma solução e/ou respostas a questões que trazem inquietações e dúvidas. E, para resolvê-los, busca-se elaborar ideias, criar estratégias e realizar ações em busca de dar resposta aquilo que nos inquieta ou que ainda não conhecemos. É importante entender que o processo para obter essa resposta não é tão simples quanto parece, visto que é um processo complexo, que depende de vários fatores como: leitura, compreensão, familiaridade com o problema correlatos, tempo (*insight*), raciocínio, estratégias e resultados. São fatores que devem ser levados em consideração para a construção do conhecimento matemático. Assim, Dante (2005, p. 45) traz como objetivos na resolução de problemas:

Fazer com que o aluno pense produtivamente; desenvolver o raciocínio do aluno; preparar o aluno para enfrentar situações novas; dar oportunidades aos alunos de se envolverem com suas aplicações; tornar as aulas de matemáticas mais interessantes e desafiadoras; equipar o aluno com estratégias e procedimentos que auxiliam na análise e na solução de situações onde se procura um ou mais elementos desconhecidos.

Por isso, somente após a compreensão do problema é que o aluno conseguirá elaborar uma estratégia para resolvê-lo. A ideia da estratégia pode surgir paulatinamente e, também, após várias tentativas. Neste sentido, a resolução de problemas tem muita importância na matemática, pois dá suporte para aplicações matemáticas no dia a dia dos alunos, motivando-os a trabalharem com situações reais e desafiadoras, aprendendo a interpretar o mundo que os cerca. Assim, trabalhar com problemas, traz possibilidades reais de adquirir novos conhecimentos que serão usados com mais eficiência frente a uma nova situação problema relacionada ao cotidiano.

Neste sentido, cabe ao professor ter em mente que a teoria e a prática precisam estar conectadas, no sentido de que os objetivos matemáticos devem estar claros quando ele propuser a resolução de uma situação problema ao aluno. Só assim, o aluno poderá tomar as suas próprias decisões e fazer uso dos instrumentos didáticos fornecidos pelo professor. Desta forma, a prática pedagógica do professor se dá por meio da mediação, sendo um agente participante do processo de construção do conhecimento do aluno. Ou seja, ele tem a função de facilitador e/ou mediador na construção do conhecimento e não mais de centralizador do saber.

Neste aspecto, Serrazina (2005, p. 308-309) destaca que ensinar matemática implica em:

Tomar uma série de decisões de forma consciente sobre que parte dos conhecimentos matemáticos ensinar, em que momento é conveniente ensiná-los e de que forma pode ser mais adequado trata-los de modo que os seus alunos aprendam. O professor tem de possuir conhecimentos e capacidades que lhe possibilitem selecionar, organizar e trabalhar sobre a informação de modo a poder tomar decisões de forma racional e crítica.

Desta forma, entende-se que o professor deva compreender que a resolução de problemas é uma competência a ser desenvolvida, por meio de métodos eficazes adequados aos estudantes. Para isso, ele proporá desafios constantes para que os alunos consigam solucioná-los. Ler, interpretar, compreender e criar estratégias são procedimentos necessários para resolver problemas. Tais procedimentos podem ser desenvolvidos em conjunto, ou seja, entre professor e aluno. Já que nesta metodologia a descentralização do papel do professor como detentor do ensino dá lugar ao compartilhamento de ideias e colaboração entre professor e alunos e seus pares em busca de resolver problemas. Dante (2005, p. 43) indica que “estudar Matemática é resolver problemas. Portanto, a incumbência dos professores de Matemática, em todos os níveis, é ensinar a arte de resolver problemas”.

Nesse processo o papel do professor é fazer as devidas intervenções, no sentido de que ele e seus alunos busquem juntos a solução para problemas que instiguem a curiosidade do educando e que o faça buscar estratégias de resolução. Desta maneira, o aluno contribui com seus conhecimentos prévios e o professor ajuda-o com seus conhecimentos científicos, não deixando de lado o principal objetivo que é a busca do conhecimento. Nuñez (2004, p. 148) ressalta que “como características da situações-problema, consideramos a necessidade de representar algo novo na atividade intelectual do estudante e a possibilidade de motivar a atividade deste na tarefa de busca e construção do conhecimento”.

Neste sentido, para desenvolver e motivar o gosto dos alunos pela resolução de problemas, faz-se necessário iniciar com problemas mais simples e, aos poucos, ir aumentando o nível de dificuldade, levando em consideração suas vivências, ou seja, seus conhecimentos prévios. Deste modo, além de valorizar o processo realizado pelo aluno, o professor acompanhará o transcurso de como ocorreu a resolução e não somente o resultado final. Assim, com esta metodologia de ensino, o professor representa o papel de mediador e cooperador do processo.

Desta forma, Matos e Serrazina (2005, p. 139), explica que o ensino da matemática usando a resolução de problemas deve:

[...] usar uma abordagem de resolução de problemas para investigar e compreender o conteúdo matemático; formular problemas a partir de situações matemáticas e do dia a dia; desenvolver e aplicar estratégias para resolver uma grande variedade de problemas; verificar e interpretar resultados, comparando-os com o problema original; adquirir confiança para usar a Matemática de forma significativa.

Neste aspecto, entende-se que a resolução de problemas traz possibilidades para que os alunos estabeleçam diferentes tipos de relações entre objetos, ações e eventos a partir do modo de pensar de cada um, onde elaboram estratégias próprias que devem ser valorizadas pelos professores. A partir delas, os alunos podem elaborar os procedimentos da resolução e construir ou consolidar conceitos matemáticos pertinentes à resoluções dos problemas.

Além disso, o objetivo é fazer com que os alunos resolvam os problemas de forma criativa, reflexiva e relevante. Mas, com o propósito de que cheguem a um mesmo resultado final, levando em consideração as vivências pessoais e sociais, valorizando o pensar, o refletir, e o agir de forma real e autônoma. Assim, no caderno do Pacto Nacional de Alfabetização pela Idade Certa (PNAIC) (BRASIL, 2014. p. 10), destaca:

[...] é fundamental que se busque estratégias individuais e que as mesmas sejam estimuladas. Isto porque, são elas que possibilitam aos alunos vivenciarem as situações matemáticas articulando conteúdos, estabelecendo relações de naturezas diferentes e decidindo sobre a estratégia que desenvolverão. A socialização dessas estratégias com toda a turma amplia o repertório dos alunos e auxilia no desenvolvimento de uma atitude mais flexível frente a resolução de problemas.

Desta forma, a RP pode ser uma prática frequente nas aulas de Matemática, em razão de ser uma metodologia que estimula o raciocínio, define estratégias e dá várias possibilidades e caminhos para se chegar a uma solução. Neste sentido, faz-se necessário elaborar aulas que tragam esse olhar, relacionado à RP, que desperte o interesse dos alunos, fazendo-o participar e interagir nas aulas e que assim possam desenvolver os conceitos matemáticos, tornando-os capazes de resolver problemas nas diversas áreas do conhecimento.

A seguir, apresentamos o capítulo Procedimentos Metodológicos, o qual trará a sequência que foi desenvolvida a pesquisa e os procedimentos adotados na SD desenvolvida para essa dissertação.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, apresentamos os procedimentos metodológicos dessa pesquisa, as etapas foram pensadas e organizadas da seguinte forma: delineamento da pesquisa; lócus e participantes da pesquisa; os instrumentos de produção de dados; o produto da pesquisa- SD; as fases da pesquisa em consonância com a Engenharia Didática e por fim o processo de produção de dados para esta pesquisa.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa que realizamos é de natureza qualitativa. Assim como Godoy (1995, p. 58 – grifo nosso), entendemos que a pesquisa qualitativa envolve:

A obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e **processos interativos** pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando **compreender os fenômenos** segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo.

Nesse sentido, a pesquisa qualitativa se apresenta com objetivo de interpretar o fenômeno em observação, ou seja, compreender por meio de análises os fenômenos que ocorrem nos processos de ensino e aprendizagem dos estudantes e na vivência de sua realidade a fim de entender seu significado.

Quanto ao tipo de pesquisa, aplicou-se a Engenharia Didática, que se caracteriza por um esquema experimental baseado em “realizações didáticas” em sala de aula, ou seja, na concepção, realização e análise de sessões de ensino. Ela tem se constituído como uma metodologia de investigação científica que procura “extrair relações entre pesquisa e ação [...], sobre o sistema baseado em conhecimentos didáticos preestabelecidos” (ARTIGUE, 1996, p. 2).

Com uma concepção que contempla tanto a dimensão teórica como experimental, a Engenharia Didática, consegue interligar o plano teórico da racionalidade à experimentação da prática educativa, numa execução que envolve desde o pensar das ideias iniciais até a prática.

Segundo Artigue (1996), a Engenharia Didática pode-se dividir em quatro fases metodológicas: 1) análises preliminares e/ou prévias; 2) concepção e análise a priori das situações didáticas pedagógicas; 3) a da implementação da experiência; 4) da análise a posteriori e validação da experiência.

Ainda, segundo a autora, cada uma dessas fases é retomada e aprofundada ao longo do trabalho de pesquisa, em função das necessidades emergentes. Ou seja, durante o processo de aplicação desta metodologia, alguns pontos podem ser retomados, visto que as ações devem ser sincrônicas às demais fases.

3.2 LOCAL E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na Escola Municipal Professora Amazona de Oliveira Monteiro, localizada na Rua: C-35, Nº. 623, Bairro: Dr. Silvio Leite, na cidade de Boa Vista – RR. A escola atende alunos do 2º ao 5º ano do Ensino Fundamental, nos turnos matutino e vespertino. A unidade escolar foi escolhida, pois possui um laboratório equipado com dezessete computadores com acesso à internet e, também, devido ao interesse da gestão em ter uma pesquisa desenvolvida naquela instituição de ensino. A carta de anuência para autorização da pesquisa foi concedida com o gestor da escola (Anexo A).

Os participantes da pesquisa foram 26 alunos do 4º Ano D. Esta turma é composta por 30 alunos, na faixa etária de nove a dez anos de idade. No período da pesquisa, dois alunos estavam afastados por motivo de doença e, outros dois foram remanejados para outra turma após aplicação da avaliação diagnóstica. Portanto, efetivamente, 26 alunos participaram da pesquisa. A escolha dessa turma deu-se em razão da disponibilidade da professora titular em contribuir com a pesquisa e, em contrapartida, possibilitar aos seus alunos, novas possibilidades de aprender matemática no conteúdo de Geometria Espacial utilizando as TD.

Os pais e/ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponível no Apêndice “A”, e os alunos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), disponível no Apêndice “B”. É importante ressaltar que houve oscilação de participantes durante a aplicação da SD, pois a frequência dos alunos alterava-se de uma aula para outra. Para isso, foi criado uma frequência para cada aula desenvolvida, assim as análises dos dados foram realizadas com o total de participantes em cada aula.

3.3 INSTRUMENTOS DE PRODUÇÃO DE DADOS

Para produção dos dados utilizamos os seguintes instrumentos: avaliação diagnóstica; observação das tarefas¹⁹ realizadas no *software* GeoGebra, registradas em um diário de pesquisa; registros fotográficos; arquivos digitais construídos no *software* GeoGebra; áudios e registros escritos das tarefas propostas. Pois, segundo Gil (2008), para a realização da pesquisa, é necessário o emprego de técnicas de pesquisa. As técnicas são procedimentos que operacionalizam os métodos. Para todo método de pesquisa, correspondem uma ou mais técnicas. Estas estão relacionadas com a produção de dados, isto é, a parte prática da pesquisa. Então, a seguir, descrevemos os detalhes da organização dos instrumentos utilizados na pesquisa.

A avaliação diagnóstica foi elaborada com três questões referente ao conteúdo de Geometria Espacial do 3º ano, aplicadas individualmente aos participantes da pesquisa, com objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos.

Luckesi (2005) sugere que aplicar um diagnóstico faz parte da rotina de professores interessados em saber como anda o conhecimento dos alunos acerca de um conteúdo específico. Ou seja, diagnosticar significa verificar e levantar os pontos fracos e fortes do aluno em determinada área de conhecimento. Luckesi (2005, p.33) definiu a “[...] avaliação como um juízo de qualidade sobre dados relevantes para uma tomada de decisões”. Nesta definição, a tomada de decisões marca a avaliação com a função precípua de diagnóstico, um momento dialético de conhecimento do estágio em que se encontra o nível de conhecimento do aluno em relação a novos conhecimentos, ao desenvolvimento da autonomia e de competências. A avaliação diagnóstica fornece dados para que o planejamento seja ajustado e contemple intervenções para retomada de conteúdo e/ou metodologias, caso seja necessário no decorrer de uma SD. Possibilita ainda que tanto o aluno quanto o professor possam refletir sobre a utilização de novas estratégias de aprendizado. Como explica Luckesi (2005, p. 43),

Contudo, nesse contexto mais técnico, o elemento essencial, para que se dê à avaliação educacional escolar um rumo diverso do que vem sendo

¹⁹ tarefas são os projetos, questões, problemas, construções, aplicações, e exercícios em que os alunos se envolvem. Elas fornecem os contextos intelectuais para o desenvolvimento matemático dos alunos. NCTM (1994, p. 20). Fonte: NCTM (1994). *Normas profissionais para o ensino da Matemática*. Lisboa: IIE e APM.

exercitado, é o resgate da sua função diagnóstica. Para não ser autoritária e conservadora, a avaliação terá de ser diagnóstica, ou seja, deverá ser o instrumento dialético do avanço, terá de ser o instrumento do reconhecimento dos caminhos percorridos e da identificação dos caminhos a serem perseguidos.

Neste aspecto, é importante que os professores tenham clara a definição de avaliação diagnóstica. De que esta é o princípio da avaliação da aprendizagem dos alunos; que por meio dela serão diagnosticadas eventuais dificuldades, para que, posteriormente, possam promover o desenvolvimento dos alunos por meio de recursos que os reorientem para uma aprendizagem satisfatória e autônoma.

Assim, a aplicação desta avaliação nos deu um norte para revisão e aplicação da SD sobre Geometria Espacial, que apresentamos como Produto Educacional dessa pesquisa.

O Diário de pesquisa proporcionou a coleta de informações durante a pesquisa, pois nele foi registrado as observações e fenômenos que ocorrem em um determinado período de tempo. Ou seja, ele é uma agenda cronológica da pesquisa, onde são registrados o passo a passo de todo processo de pesquisa e as observações do desenvolvimento das atividades e das percepções dos alunos em relação ao uso do *software* GeoGebra e estudo de Geometria Espacial. Rios (2008, p. 27), afirma que “a aula não é algo que se dá, mas algo que se faz, no trabalho conjunto de professores e alunos”. O registro pessoal de eventos regulares exercida por meio do diário de pesquisa contribui para operacionalizar a indissociabilidade entre o ensino e a pesquisa, valorizando a experiência cotidiana por meio do registro.

Registros fotográficos; arquivos digitais construídos no *software* GeoGebra; áudios e registros escritos das tarefas propostas foram utilizados para obter material para análise de dados da pesquisa. Este material trouxe informações implícita e explícitas de como ocorreu as aulas e as tarefas desenvolvidas durante o período da pesquisa. Segundo Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 440), “documentos, registros, materiais e artefatos são fontes valiosas de dados qualitativos que podem ajudar a entender o fenômeno central do estudo”. Assim, o material coletado por meio dos registros fotográficos, digitais, áudios e escritos foram essenciais para os resultados obtidos nesta pesquisa.

3.4 PRODUTO EDUCACIONAL: O GEOGEBRA NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL POR MEIO DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Com o propósito de atingir o objetivo dessa pesquisa, desenvolvemos como produto educacional - PE, uma SD distribuídas em 14 hora/aulas, organizadas em sete momentos de 1h e 45 min/aulas. O objetivo dessa SD é possibilitar um processo de ensino de Geometria Espacial por meio da resolução de problemas com auxílio de uma TD, o *software* GeoGebra. Objetivando contribuir para o desenvolvimento da habilidade EF04MA17: “Associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais” (BRASIL, 2018, p. 290), preconizada na BNCC.

Então, a seguir, apresentamos o planejamento detalhado da SD, iniciando com o **Problema de Alice**²⁰, que norteou todo o processo de planejamento, elaboração, aplicação e reformulação dessa SD.

Alice é uma menina do 4º Ano que faria 9 anos no mês seguinte. Ela queria saber quantas pessoas a mãe convidaria para a festa. Dona Joana, mãe de Alice, disse que as lembrancinhas do aniversário de Alice seriam preparadas em embalagens com formato geométrico, tendo a base quadrangular de 5 cm, altura de 4 cm, com faces triangulares. As lembrancinhas seriam acondicionadas em 2 prismas de bases retangulares, com 30 cm de comprimento, 20 cm de largura e 5 cm de altura. Todas as lembrancinhas ficariam com a base quadrangular voltada para baixo. Depois dessas informações, a mãe de Alice disse que o total de lembrancinhas seria a quantidade de pessoas convidadas para sua festa.

Alice ficou intrigada para desvendar o problema. Mas como tinha dúvidas em relação a algumas informações do problema, pediu ajuda para a sua professora de matemática. A professora observou que poderia planejar uma SD a fim de que seus alunos desenvolvessem a habilidade de “Associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais”. Dessa forma, todos juntos poderiam encontrar uma solução para o Problema de Alice. Então, apresentou o problema de

²⁰ Problema adaptado da revista “Nova Escola”. Disponível em: <https://novaescola.org.br/plano-de-aula/360/investigando-piramides>. Acesso em: 5 de abr. 2019.

Alice aos colegas da sala e propôs à turma um estudo sobre “**figuras geométricas espaciais**”, conforme a SD apresentada a seguir.

AULAS 1 e 2 – INTRODUTÓRIA

OBJETIVOS:

- Apresentar a proposta da pesquisa;
- Aplicar a avaliação diagnóstica;
- Apresentar o *software* GeoGebra dando ênfase para alguns ícones que serão, efetivamente, utilizados. Também, possibilitar um momento “tira dúvidas” sobre como utilizar;
- Construir figuras em 2D e transformá-las em 3D no *software* GeoGebra.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

- O primeiro momento será destinado para uma conversa informal, a fim de realizar uma breve explanação das aulas que integrarão a SD;
- Realizar a aplicação da **Avaliação Diagnóstica**²¹, com o propósito de identificar quais conhecimentos os alunos possuem sobre o conteúdo relacionado à Geometria Espacial;
- Posteriormente, encaminhar os alunos ao Laboratório de Informática, para a apresentação da interface do *software* GeoGebra e dos ícones necessários para que os alunos possam interagir com o GeoGebra, utilizando o **Manual Básico do GeoGebra**.
- Orientar os alunos na construção de algumas figuras geométricas planas, por exemplo: (quadrado, retângulos, triângulos, círculos) e transformação das mesmas em figuras 3D, por exemplo (cubo, pirâmide, paralelepípedo e esfera), a fim de introduzir o manuseio do *software* GeoGebra.

²¹ Assim como a **Avaliação Diagnóstica**, todos os materiais e/ou tarefas utilizadas serão apresentados imediatamente após o tópico **Procedimentos Metodológicos**.

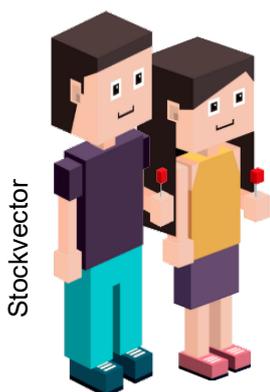
AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Escola: _____

Boa Vista, _____ de _____ de 2019.

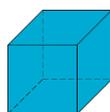
Nome do(a) aluno(a): _____

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DE MATEMÁTICA

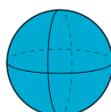


Olá! Amiguinhos (a), preparamos algumas tarefas para você. Esperamos que você se divirta recordando-se da Geometria Espacial ou 3D. Vamos lá!

1) Observe as figuras abaixo e escreva o nome das figuras que você conhece.



1 _____



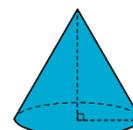
2 _____



3 _____



4 _____



5 _____

Para responder as perguntas abaixo, utilize os números das figuras, caso você não saiba o nome.

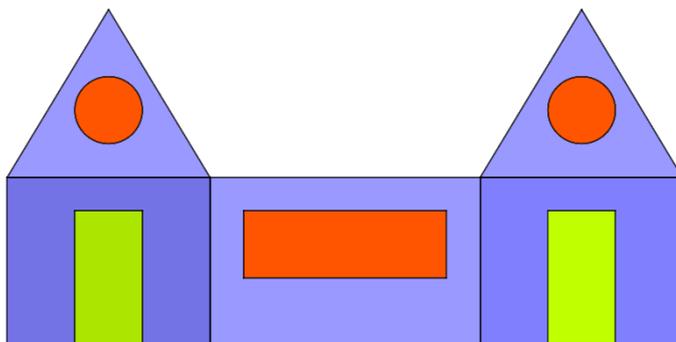
a) Quais figuras que rolam e possuem faces curvas?

b) Escreva o nome ou o número das figuras que têm faces planas?

c) Essas figuras são planas ou em 3D?

d) Como você chegou à conclusão de que são planas ou em 3D?

- 2) O desenho a seguir é formado por várias figuras planas²². Marque com um X o nome das figuras que estão presentes nesse desenho:



- a) () cubo
- b) () círculo
- c) () triângulo
- d) () retângulo
- e) () pentágono
- f) () pirâmide
- g) () esfera
- h) () quadrado

- 3) Qual das figuras abaixo tem um cone e um cilindro juntos?



Lápis



Extintor



Copo



Cone sinalizador

() extintor () cone () copo () lápis

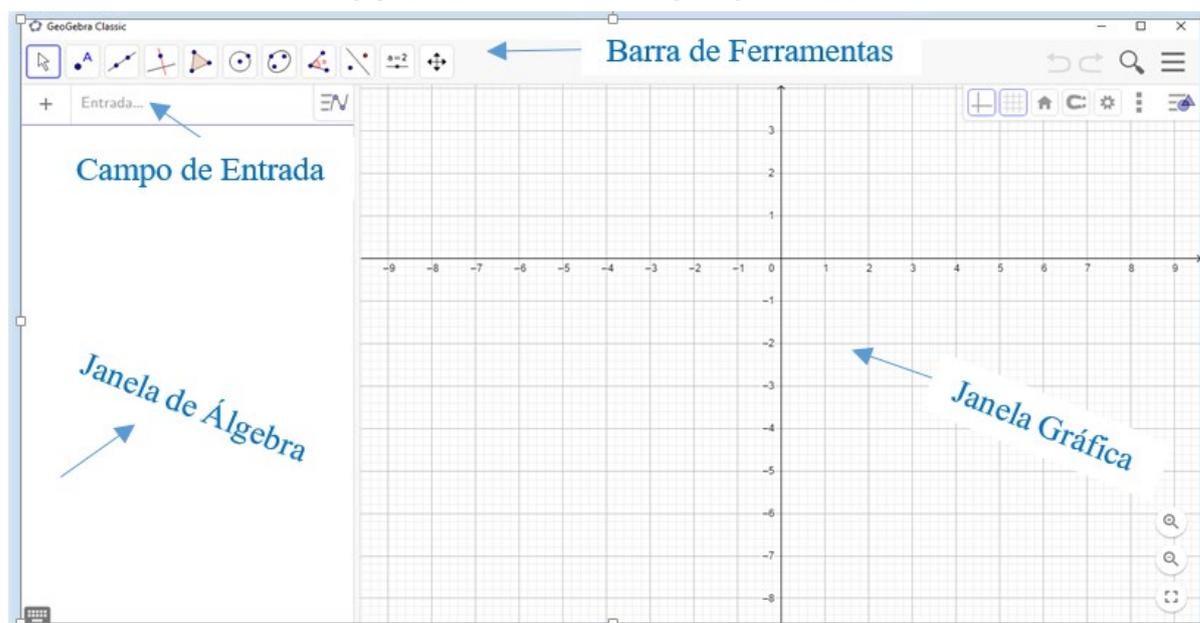
Explique a razão pela qual você acredita que a resposta correta seja a que você marcou. _____

MANUAL BÁSICO DO GEOGEBRA

Neste manual serão apresentados os ícones básicos necessários para a realização das tarefas referentes ao produto desenvolvido nessa pesquisa, no caso, uma SD. Na ocasião do desenvolvimento das tarefas, a professora pesquisadora, também, fará o detalhamento dos mesmos, caso seja necessário. A Figura 2, apresenta a interface inicial do GeoGebra para criação de figuras bidimensionais (2D). Após a finalização do detalhamento da interface em 2D, apresentaremos a interface para a criação de figuras tridimensionais (3D)

²² Questão retirada do livro de Matemática 3º ano. Osmar Nina Garcia Neto. Brasília: Instituto Alfa e Beto, 2011. (coleção IAB de matemática). Manual do professor. Sugerimos que esta questão seja substituída pela questão de número 15, p. 181. Consideramos ser a mais adequada para a avaliação diagnóstica. A mesma foi corrigida na versão do produto impresso desta dissertação.

FIGURA 2: Interface do GeoGebra 2D



Fonte: Software GeoGebra

A interface inicial do GeoGebra, conforme sinalizado na Figura 3, apresenta: Campo de Entrada, Janela de Álgebra, Janela Gráfica e a Barra de Ferramentas. Abaixo, descreveremos as funcionalidades de cada um desses recursos, detalhando-os. No entanto, daremos ênfase a apenas aqueles que, efetivamente, serão utilizados nas tarefas da SD.

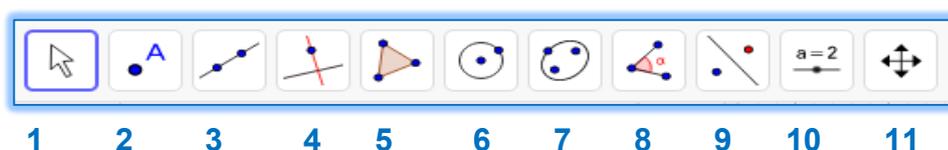
A “**Campo de Entrada**”, tem como finalidade e entrada de funções e comandos, onde os comandos estão descritos no “Menu de Ajuda sobre Funções Matemáticas”.

A “**Janela de Álgebra**”, nela são apresentadas todas as entradas, sejam objetos ou funções matemáticas.

A “**Janela Gráfica**”, exibe um Plano cartesiano com uma malha quadriculada, onde são apresentadas as funções matemáticas, os objetos construídos ou inseridos.

A “**Barra de Ferramentas**” é constituída de 11 ícones iniciais, conforme exibimos na Figura 3.

FIGURA 3: Barra de Ferramentas do GeoGebra



Fonte: Software GeoGebra

Cada um dos 11 ícones da Barra de Ferramentas possui diversas funcionalidades, dos quais apresentaremos alguns.

Conforme ilustra a Figura 4, ao clicar no ícone da ferramenta “1”, são possibilitadas opções de mover objetos.

FIGURA 4: Ferramenta Mover



Fonte: *Software GeoGebra*

A ferramenta “Mover” possibilita selecionar, arrastar e manipular objetos, que nesta SD, será utilizada para demonstrar e movimentar as figuras construídas.

Ao clicar na ferramenta “2”, representada pela figura 5, ela mostrará as seguintes abas de opções:

FIGURA 5: Ferramenta Ponto



Fonte: *Software GeoGebra*

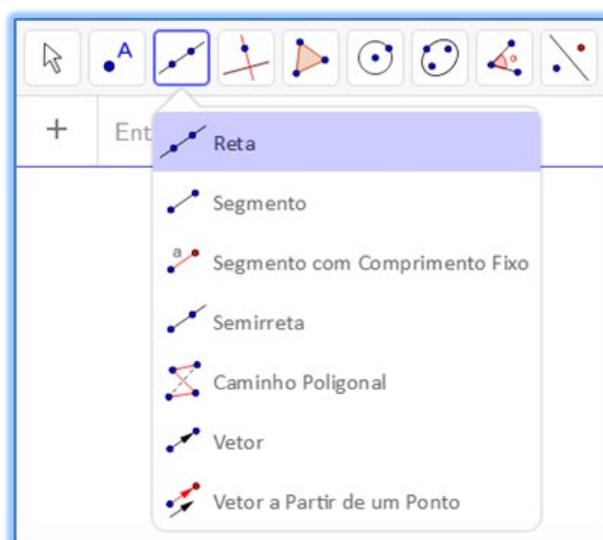
Com a ferramenta “**Ponto**” podemos inserir um ponto, e se continuarmos, vários pontos podem ser inseridos na Janela de Visualização. Com a ferramenta “**Ponto em Objeto**” pode-se fixar um ponto numa determinada curva ou objeto,

delimitando sua fronteira. Com a ferramenta “**Vincular/ Desvincular Ponto**”, vincula ou desvincula um ponto de uma função ou objeto.

A ferramenta “**Interseção de Dois Objetos**” inclui um ponto na interseção entre os objetos. A ferramenta “**Ponto Médio ou Centro**” acrescenta um ponto médio entre dois pontos criados anteriormente ou pode-se acrescentá-los e automaticamente será gerado um ponto entre eles.

O ícone da ferramenta “**3**”, representada pela Figura 6, mostra uma janela com opções de manipulação com reta, semirreta, seguimento e vetores. Como mostra a figura 6.

FIGURA 6: Ferramenta Reta



Fonte: *Software GeoGebra*

Na ferramenta “**Reta**”, ao selecionar dois pontos ou duas posições na janela de visualização cria-se uma reta definida por esses dois pontos. Com a ferramenta “**Seguimento**” podemos inserir seguimentos de reta, dado dois pontos. A ferramenta “**Seguimento com Comprimento Fixo**” assim como na ferramenta seguimento, quando selecionada, cria um seguimento de reta entre dois pontos, mas com medida fixa. A ferramenta “**Semirreta**” cria uma semirreta a partir de um ponto inicial e outro ponto qualquer.

O ícone da ferramenta “**4**” nos mostrará uma janela de opções de manipulação com retas, com ferramentas específicas, representada pela Figura 7.

FIGURA 7: Ferramenta Retas Específicas

Fonte: *Software* GeoGebra

A ferramenta “**Reta Perpendicular**” quando selecionada, cria uma reta perpendicular a partir de uma reta, semirreta, seguimento de reta ou vetor criado anteriormente. A ferramenta “**Reta Paralela**” quando selecionada, cria a partir de um ponto e uma reta ou semirreta ou seguimento de reta ou vetor, uma reta paralela. A ferramenta “**Mediatriz**” quando selecionada, cria-se uma reta mediatriz e perpendicular entre dois pontos selecionados numa reta ou num seguimento de reta. Já a ferramenta “**Bissetriz**” quando selecionada, cria reta que corta um ângulo implícito ou explícito entre duas retas ou semirretas ou seguimentos de retas, e criando ao mesmo tempo uma reta perpendicular à bissetriz a partir do ponto de origem do ângulo formado.

A ferramenta “**5**” serve para a construção de diferentes tipos de polígonos, como mostra a Figura 8:

FIGURA 8: Ferramenta Polígono

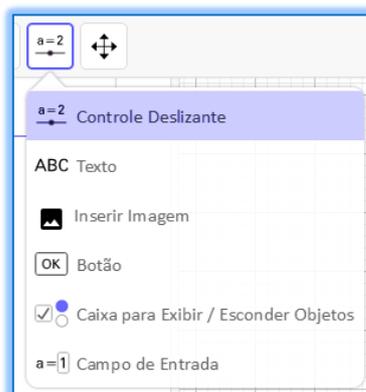
Fonte: *Software* GeoGebra

Com a ferramenta “**Polígono**” podemos desenhar um polígono de ***N*** lados, independentemente de serem de mesma medida ou não. A ferramenta “**Polígono Regular**” também cria um polígono, porém, com lados de mesma medida. A

ferramenta “**Polígono Rígido**” possibilita criar um polígono cujos lados não podem ser redimensionados.

O ícone da ferramenta “**10**”, ilustrado na Figura 9, possui algumas funcionalidades, como, inserir controle deslizante, texto, imagem, entre outros.

FIGURA 9: Ferramenta Controle Deslizante

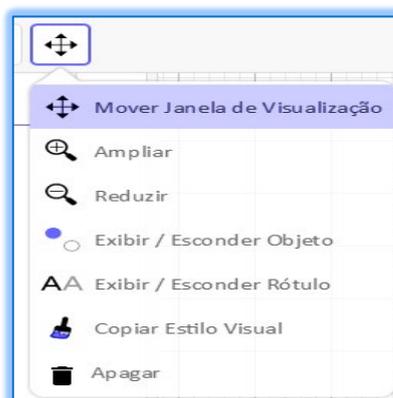


Fonte: *Software GeoGebra*

Com a ferramenta “**Controle Deslizante**” podemos modificar um parâmetro, muito usado no estudo de funções. Com a ferramenta “**Texto**” podemos inserir um texto. Com a ferramenta “**Inserir Imagem**” podemos selecionar imagens do arquivo e/ou webcam. Com a ferramenta “**Botão**” podemos criar um botão com uma legenda e um código a ser definido que deve ser digitado em uma segunda janela. A ferramenta “**Caixa para Exibir/ Esconder Objetos**” nos permite exibir e esconder objetos que já foram inseridos na janela de visualização e, que deverão ser selecionados numa segunda janela e, ainda podemos escolher uma legenda para o que será escondido/exibido. E, com a ferramenta “**Campo de Entrada**” podemos criar uma legenda para um dado objeto.

O ícone de ferramentas “**11**” contém ferramentas que auxiliam na parte visual da Janela de Exibição, a mesma é representada pela Figura 10.

FIGURA 10: Ferramenta Auxiliadores na Janela de Exibição

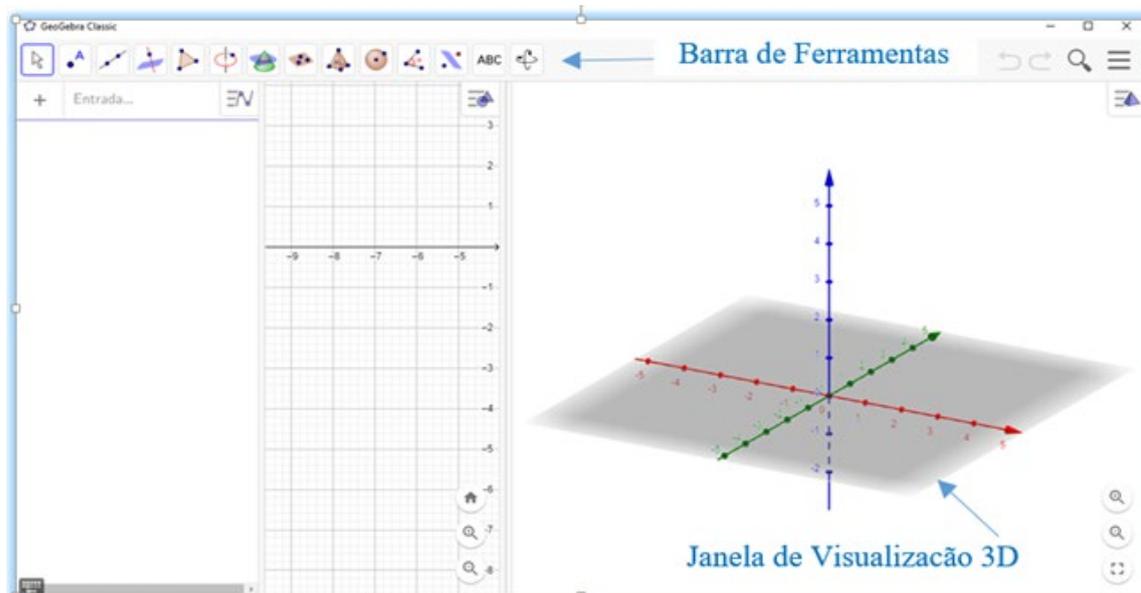


Fonte: Software GeoGebra

Com a ferramenta **“Mover Janela de visualização”** podemos fazer como o nome da ferramenta sugere. Com as ferramentas **“Ampliar”** e **“Reduzir”** podemos aumentar e diminuir o *zoom* ao clicar num lugar da janela de visualização. Com a ferramenta **“Exibir/ Esconder Objeto”** podemos esconder/exibir cada objeto na janela de visualização. Com a ferramenta **“Exibir/ Esconder Rótulo”** podemos esconder/exibir qualquer rótulo de objetos na janela de visualização. Com a ferramenta **“Copiar Estilo Visual”**, podemos copiar o estilo de um objeto e aplicá-lo a outros objetos na Janela de Visualização e a ferramenta **“Apagar”** quando selecionada, pode apagar todos os objetos na janela de visualização um a um.

Agora faremos a apresentação da interface do GeoGebra em 3D, representada pela Figura 11.

FIGURA 11: Interface GeoGebra 3D



Fonte: Software GeoGebra

A “**Janela de Visualização**” 3D é muito utilizada para visualização de figuras tridimensionais como cubo, esfera, pirâmide, cone, prisma, cilindro dentre outras. Ela, basicamente, apresenta os mesmos recursos que apresentamos na versão bidimensional (2D). A diferenciação mais significativa é em relação à “**Barra de Ferramentas**”, que possui aplicações específicas para se trabalhar em 3D. Então, faremos a apresentação dos ícones dessa barra que serão utilizados no desenvolvimento de tarefas da SD.

A “**Barra de Ferramentas**” da Janela de Visualização 3D, ilustrada pela Figura 12, contém 14 ícones de ferramentas iniciais e outras 52 ferramentas minimizadas.

FIGURA 12: Barra de Ferramentas da Janela de Visualização 3D

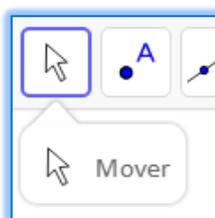


Fonte: *Software GeoGebra*

Aqui, também, daremos ênfase apenas aos recursos que serão, efetivamente, necessários na realização das tarefas da SD.

A ferramenta “1” já foi apresentada na Barra de Ferramenta inicial 2D, porém, na janela 3D apresenta-se apenas a ferramenta “Mover”, a qual podemos arrastar e selecionar objetos, como mostra a Figura 13, a seguir.

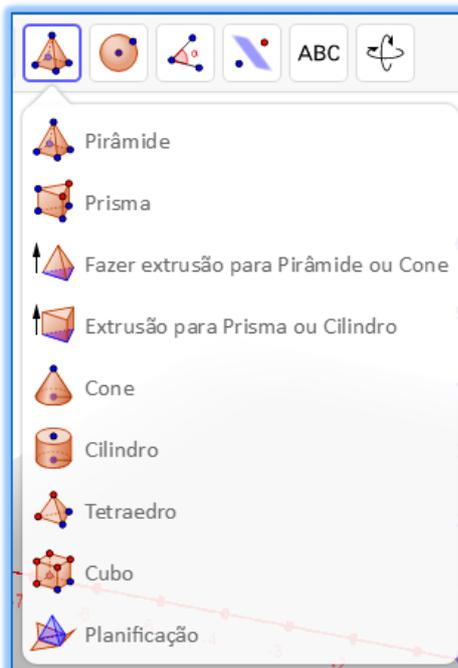
FIGURA 13: Ferramenta Mover



Fonte: *Software GeoGebra*

O ícone da ferramenta “9”, representado pela Figura 14, contém ferramentas para a construção de alguns poliedros, cones e cilindros. Vejamos as funcionalidades de cada uma:

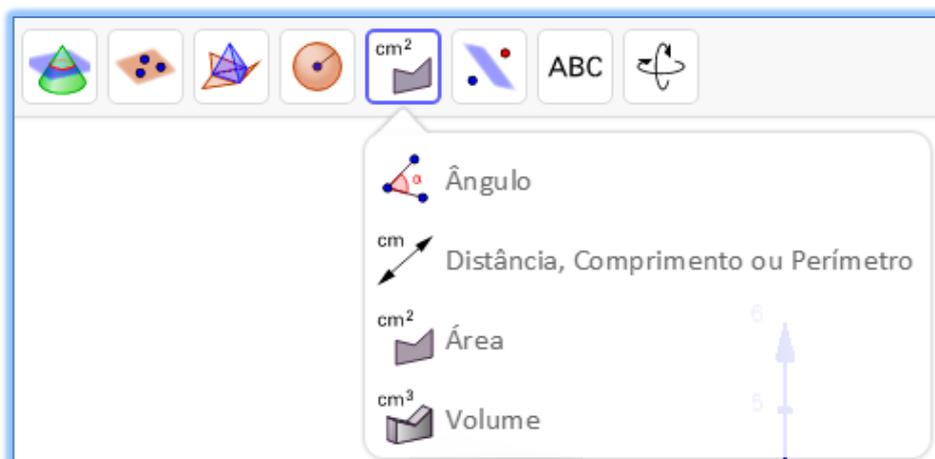
FIGURA 14: Ferramenta construção de poliedros, cones e cilindros



Fonte: *Software GeoGebra*

Com a ferramenta **“Pirâmide”** podemos criar uma pirâmide apenas desenhando um polígono, que será a base da pirâmide e, posteriormente selecionando um ponto de vértice. Com a ferramenta **“Prisma”** podemos criar um prisma apenas desenhando um polígono, que será a base do prisma e, posteriormente selecionando um ponto para a base oposta. Com a ferramenta **“Fazer extrusão para Pirâmide ou Cone”** podemos construir a partir de um polígono uma pirâmide reta e de um círculo um cone reto. Com a ferramenta **“Extrusão para Prisma ou Cilindro”** podemos construir a partir de um polígono um prisma reto e de um círculo um cilindro reto. Com a ferramenta **“Cone”** podemos construir um cone reto a partir do centro da base, do vértice e da escolha do raio da base. Já com a ferramenta **“Cilindro”** podemos construir um cilindro reto a partir do centro da base, do centro da base oposta e da escolha do raio. A ferramenta **“Tetraedro”** quando selecionada, constrói um tetraedro a partir da seleção de dois pontos da base. A ferramenta **“Cubo”** quando selecionada, assim como o tetraedro, constrói um cubo a partir da seleção de dois pontos da base. E a ferramenta **“Planificação”** nos mostra a planificação a partir de um poliedro.

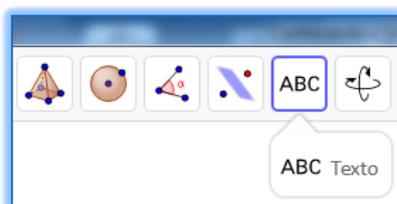
O ícone da ferramenta **“11”**, representada pela Figura 15, contém ferramentas que mostram a medida de ângulos, comprimentos, áreas e volumes.

FIGURA 15: Ferramenta de cálculo de medidas

Fonte: *Software GeoGebra*

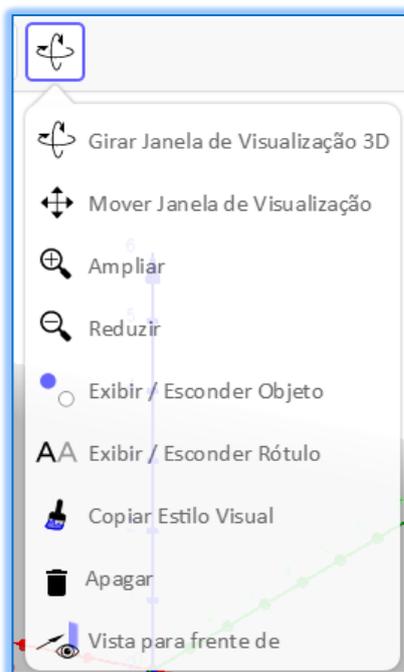
Neste ícone de “ferramenta 11” temos a ferramenta “**Distância, Comprimento ou Perímetro**”. Essa ferramenta possibilita calcular a distância entre dois pontos, duas retas ou entre um ponto e uma reta e mostra um texto dinâmico na Zona Gráfica. Também fornece o comprimento de um segmento, o perímetro de um polígono e o perímetro de uma circunferência ou de uma elipse. A ferramenta “**Área**” possibilita calcular a área de um polígono, de um círculo ou de uma elipse e mostra um texto dinâmico na Zona Gráfica. Com a ferramenta “**Volume**” é possível determinar, automaticamente, o volume do sólido selecionado.

O ícone da ferramenta “**13**”, representada pela Figura 16, contém a ferramenta “**Texto**”, que serve para inserir um texto na Janela de Visualização.

FIGURA 16: Ferramenta de Texto

Fonte: *Software GeoGebra*

Finalmente, o ícone da ferramenta “**14**”, representada pela Figura 17, possui as mesmas sete ferramentas da barra equivalente na versão bidimensional (2D). Porém, outras duas ferramentas são acrescentadas na versão tridimensional (3D).

FIGURA 17: Ferramenta Girar/Exibir

Fonte: *Software GeoGebra*

A ferramenta “**Girar Janela de Visualização 3D**” gira e arrasta a janela 3D. A ferramenta “**Vista para a frente de**” nos mostra a frente do objeto selecionado, ou seja, muda o ângulo de visão das figuras, possibilitando uma visualização ampla e completa da figura construída. Salientamos a importância de que professores que queiram aplicar essa SD, que se apropriem de manuais completos (sugestão²³) e tutoriais (sugestão²⁴) do GeoGebra disponíveis na internet e na plataforma do *Software GeoGebra*.

AULAS 3 e 4 – SÓLIDOS GEOMÉTRICOS

OBJETIVOS:

- Apresentar o “Problema de Alice”;
- Suscitar discussão acerca do conteúdo de Geometria Espacial por meios de questões problematizadoras para identificar os conhecimentos dos alunos sobre o conteúdo de sólidos geométricos;
- Descrever e relacionar os sólidos geométricos, com os objetos do cotidiano.

²³ Disponível em:

<https://www.academia.edu/people/search?utf8=%E2%9C%93&q=Curso+geogebra+basico+para+professores+de+series+iniciais>. E <http://livrozilla.com/doc/461532/manual-de-atividades-no-geogebra-para-a-educa%C3%A7%C3%A3o-b%C3%A1sica>. Acesso em: 2 de abr. 2019.

²⁴ https://static.geogebra.org/help/docupt_PT.pdf. Acesso em: 2 de abr. 2019.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

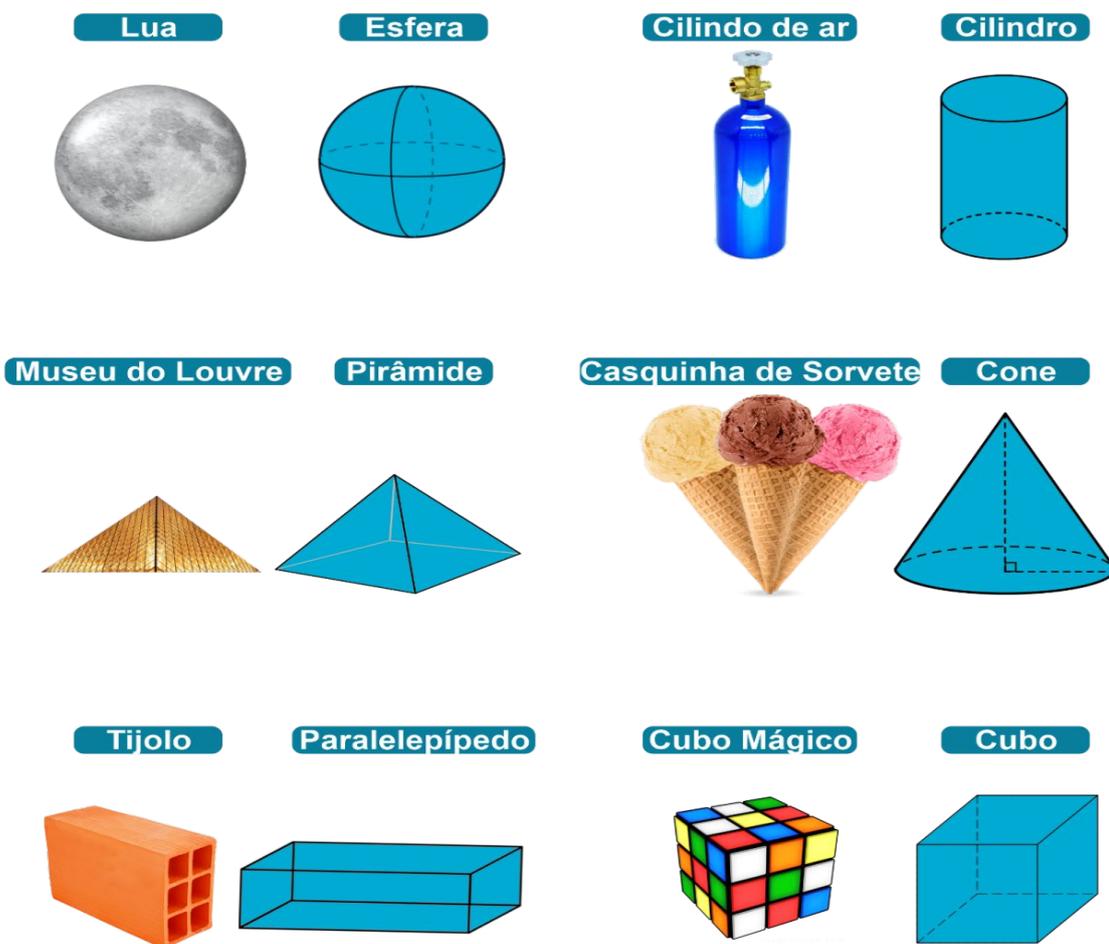
- Apresentar o “Problema de Alice” por meio de leitura explicativa, fomentando o estudo das figuras geométricas espaciais por meio de SD;
- Formar um círculo com os alunos na sala de aula, e então, iniciar uma discussão sobre a Geometria Espacial relacionada com o cotidiano dos alunos utilizando as **Questões Problematizadoras**;
- Utilizar os **Slides de Figuras Tridimensionais (3D)** a fim de apresentar imagens espaciais. Também, utilizar material concreto como caixas, latas em tamanho variados para que os alunos manuseiem e visualizem, observando inicialmente os formatos das figuras e identificando as suas características como: bases, faces, arestas e os vértices das embalagens. À medida que os alunos forem visualizando as figuras, solicitar que façam associação das imagens apresentadas com outras do seu dia a dia;
- Possibilitar que os alunos assistam um trecho do vídeo “**Introdução I Formas Geométricas Espaciais 6º Ano – EF – Aula 1**”²⁵. Esse vídeo aborda as formas geométricas espaciais e suas características e tem duração de 3min. 37s. O mesmo foi dividido em duas partes. A “Parte 1” ficou com 2min. e a “Parte 2” ficou com 1min. 37s. A “Parte 1”, que trata sobre as figuras em 3D, será a utilizada inicialmente. Após assistirem a “Parte 1”, solicitar aos alunos que preencham o quadro **Características das Figuras em 3D**, de forma a associar as figuras com suas características. Além disso, anotar (no diário de pesquisa) observações relativas às falas individual e/ou coletiva dos participantes.

QUESTÕES PROBLEMATIZADORAS

1. Em que lugares da nossa escola e do nosso bairro podemos observar construções ou objetos que lembrem figuras geométricas tridimensionais (3D)?
2. Como são os edifícios e/ou casas que vocês veem caminho da escola?
3. Essas formas lembram figuras geométricas tridimensionais e/ou não planas? Por quê?

²⁵ Disponível em: <https://youtu.be/OF4tRusOK7Q>. Acesso em: 03 de abr. 2019.

FIGURA 18: Slides de figuras tridimensionais (3D)



Fonte: A pesquisa

QUADRO 2: Quadro Características das figuras em 3D

CARACTERÍSTICAS	CUBO	PIRÂMIDE	CILINDRO	ESFERA	PARALELEPÍPEDO
Faces curvas					
Pontas					
Faces retangulares					
Faces triangulares					
Bases circulares					
Faces quadradas					

Fonte: A pesquisa

AULAS 5 e 6 – POLIEDROS E NÃO POLIEDROS

OBJETIVOS:

- Classificar as formas geométricas (pirâmide, cubo, cilindro, cone, esfera, paralelepípedo) em poliedros e não poliedros;
- Construir e planificar figuras geométricas espaciais utilizando o *software* GeoGebra, a fim de identificar as características das figuras geométricas em relação às bases, faces, vértices e arestas.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

- Possibilitar que os alunos assistam a “Parte 2” do vídeo “**Introdução I Formas Geométricas Espaciais 6º Ano – EF – Aula 1**”, pois esse trecho do vídeo apresenta a classificação das formas geométricas em poliedros e não poliedros. Ainda, realizar indagações como as apresentadas no arquivo **Questionamentos**, a fim de instigá-los a identificar as figuras. Registrar as respostas dos alunos, preferencialmente por meio de áudio, para captar o pensamento completo do aluno em relação ao conteúdo abordado;
- Posteriormente, solicitar as duplas de alunos que realizam a construção de uma figura poliédrica (pirâmide, cubo ou paralelepípedo). Essas figuras deverão ser construídas com três cores diferentes, sendo uma para as bases, outra para as faces e uma terceira cor para as arestas. A planificação, em outra cor, será realizada com objetivo de potencializar o processo de ensino. Essas figuras devem ser gravadas no arquivo do computador do Laboratório de Informática, pois serão utilizadas nas tarefas das aulas 7 e 8.

QUESTIONAMENTOS

1. O que há em comum entre as figuras? Por exemplo, (no cubo, todas as faces são quadradas (um tipo especial de retângulo) e, no paralelepípedo, que não é cubo, todas as faces são retangulares (um tipo especial de quadrilátero).
2. Desse modo, também podemos classificar qualquer cubo como paralelepípedo, mas nem todo paralelepípedo pode ser classificado como cubo.
3. Dentre as figuras planas, observaram alguma figura que não possui as mesmas características? Sabem classificá-las? Sabem dizer o porquê não são poliédricas?

AULAS 7 e 8 – PIRÂMIDES E PRISMAS

OBJETIVOS:

- Identificar, as propriedades das pirâmides e/ou prismas, comparando-as e nomeando-as;
- Construir figuras não poliédricas e/ou faces curvas no *software* GeoGebra.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (ETAPAS DAS AULAS):

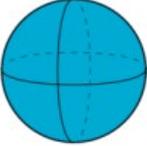
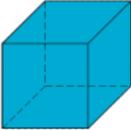
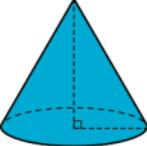
- Convidar os alunos para assistir o vídeo “**Cone Prisma Cilindro Pirâmide I Formas Geométricas Espaciais 6º Ano – EF- Aula 2**”²⁶, que tem duração total de 6min. 18s. Esse vídeo aborda as dimensões das figuras geométricas. O mesmo, também, foi dividido em duas partes. A “Parte 1” com duração de 3min. e 8s. e a “Parte 2” com duração de 3min. 10s. A “Parte 1”, que trata sobre as dimensões das figuras em 3D destacando seus vértices, arestas, faces e bases. Os alunos também assistirão a “**Parte 2**” do vídeo “**Cone Prisma Cilindro Pirâmide I Formas Geométricas Espaciais 6º Ano – EF- Aula 2**”, com o propósito de identificar as propriedades das pirâmides (com base: triangular, quadrangular, pentagonal etc.) e/ou prismas.
- Posteriormente, orientar os alunos para abrir seus arquivos no computador, acessar suas construções (pirâmide, prismas). Então, a partir da observação das características dessas figuras, solicitar que os alunos preencham o **Quadro Pirâmides e Prismas** de modo que possam identificar, comparar e nomear as partes das figuras que foram construídas. Em seguida, os alunos irão construir figuras não poliédricas (esfera, cilindro e cone), utilizando o *software* GeoGebra.

QUADRO 3: Pirâmides e Prismas²⁷

Nomeie as figuras identificando se são prismas			
Figuras	Nome	É prisma? (sim ou não)	Justifique cada figura (destacando suas características)
			

²⁶ Disponível em: <https://youtu.br/zgbeiPutdn8>. Acesso em 3 de abr. 2019.

²⁷ Adaptado da revista “Nova Escola”. Disponível em: <https://novaescola.org.br/plano-de-aula/360/investigando-piramides>. Acesso em: 5 de abr. 2019

Fonte: A pesquisa

AULAS 9 e 10 – PLANIFICAÇÃO DOS POLIEDROS

OBJETIVOS:

- No *software* GeoGebra, construir e planificar poliedros, a partir das descrições de suas propriedades;
- Definir possíveis estratégias de resolução da tarefa;
- Representar por meio do GeoGebra um problema introdutório envolvendo figuras 3D.

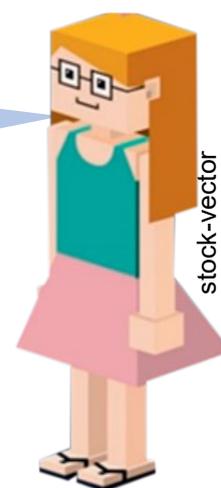
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (ETAPAS DAS AULAS):

- Entregar para cada dupla os **Desafios**. Neles são apresentadas as descrições de três poliedros para que os alunos possam construir e planificar, pelo menos dois, utilizando o *software* GeoGebra. Os alunos serão observados durante a construção e planificação dos poliedros e, quando necessário, a professora pode fazer **Questionamentos Norteadores**, a fim de direcionar os alunos no processo de construção. As falas devem ser gravadas em áudio para posterior análise;
- Utilizando o *software*, os alunos devem realizar a representação do **Problema Introdutório**.

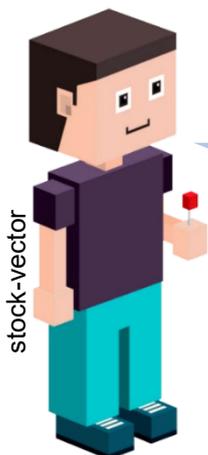
DESAFIOS²⁸

Sabrina, Léo e Beto descreveram as características de diferentes poliedros para os colegas da sala de aula os criem e os planifiquem. Vamos ler as descrições de cada um:

Olá coleguinhas, meu nome é Sabrina
 O poliedro que vou descrever tem duas bases triangulares e três faces laterais.
 Vamos lá, sei que você consegue!



²⁸ Questão adaptada da revista nova escola. Disponível em: <https://novaescola.org.br/plano-de-aula/1424/planificando-prismas>. Acesso em: 6 de abr. 2019.



Olá amiguinhos, eu sou Léo! O meu poliedro é composto de duas bases pentagonais e todas as suas faces laterais são retangulares.

Agora é com você!

E, eu sou o Beto! O poliedro que escolhi tem as seguintes características: ele tem duas (2) bases e seis (6) faces laterais.

Pense bem e descubra qual ele é?



QUESTIONAMENTOS NORTEADORES

É possível que ocorram algumas dúvidas pois alguns alunos podem sentir dificuldades na construção de figuras apenas com as descrições dos poliedros. Então, o(a) professor(a) poderá fazer indagações com o objetivo de esclarecer e identificar as estratégias que os alunos adotaram para resolver o problema. Eis alguns exemplos de questionamentos/esclarecimentos que podem ser feitos:

1. Qual a principal característica na construção de um poliedro?
2. Para realizar essas construções e representações ficou faltando alguma informação?

PROBLEMA INTRODUTÓRIO

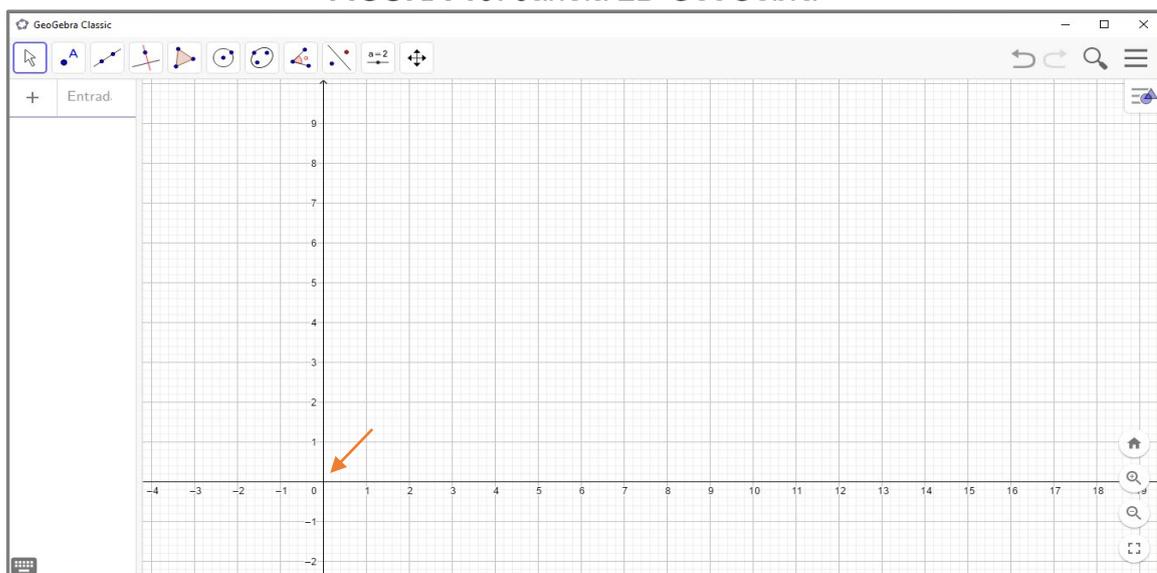
Quantas borrachas em formato de um paralelepípedo, medindo 2cm de comprimento, 2cm de largura e 1cm de altura, cabem dentro de um outro paralelepípedo ou bloco retangular cuja base mede 10cm de comprimento por 6cm de largura. Sabendo que a altura do paralelepípedo é 3cm, utilize o GeoGebra para fazer essa representação identificando o total de borrachas que cabem dentro desse bloco retangular.

Tutorial: Problema Introdutório

Para esse problema assim como para o problema de Alice, foi necessário passar um breve tutorial dos passos a serem percorridos para representar os problemas. A seguir descrevemos os passos demonstrados por meio das figuras.

O primeiro passo: abrir a janela 2D do *software* GeoGebra e ajustar o eixo, arrastando-o um pouco para baixo do lado esquerdo. Como mostra a figura 19.

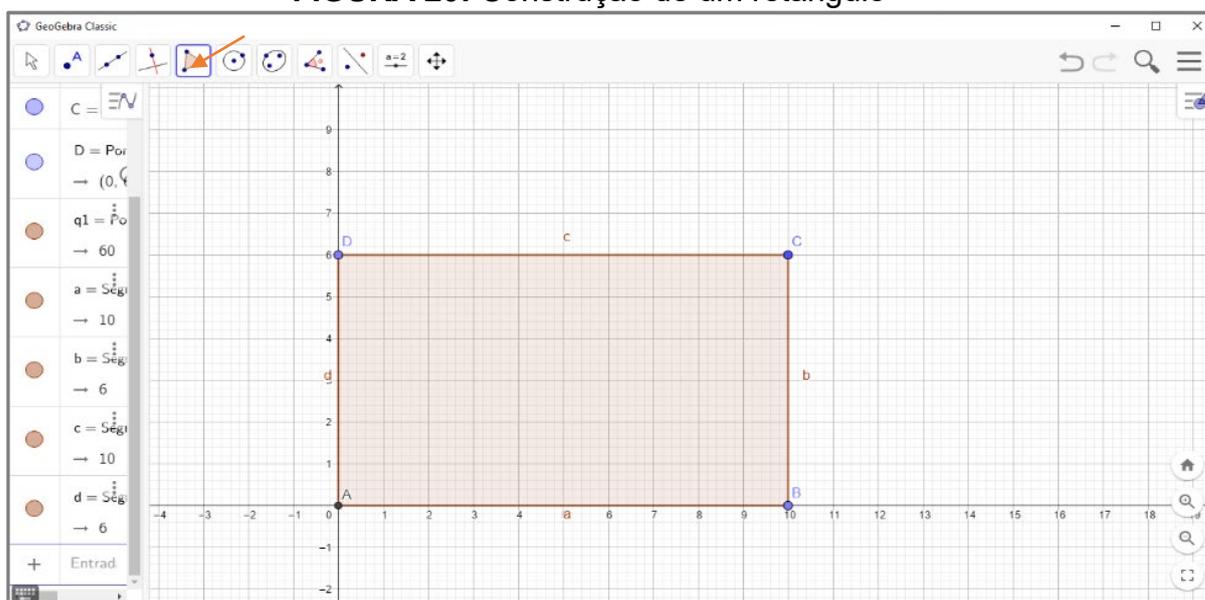
FIGURA 19: Janela 2D GeoGebra



Fonte: A pesquisa

O segundo passo: construir um retângulo utilizando o quinto ícone da barra de ferramentas “Polígono”. Como indica a figura 20 abaixo:

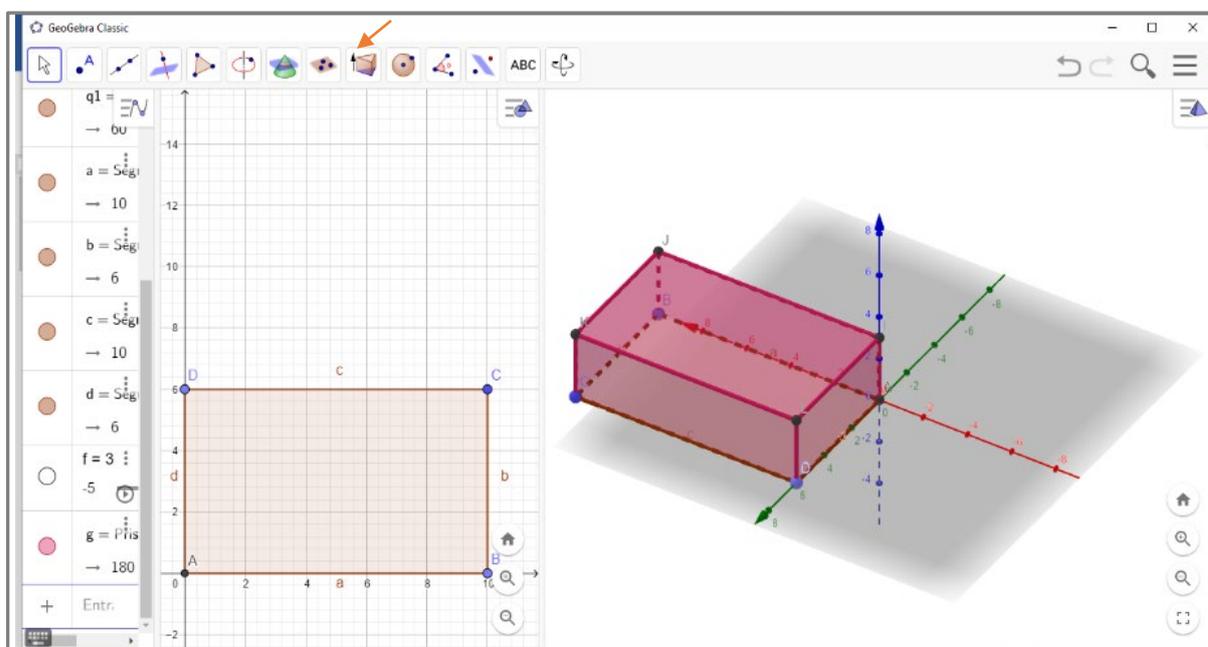
FIGURA 20: Construção de um retângulo



Fonte: A pesquisa

O terceiro passo: transformar esta construção do retângulo na janela 3D em uma figura paralelepípedo e/ou bloco retangular, utilizando o nono ícone da barra de Ferramentas da Janela 3D, ou seja, “extrusão para prisma ou cilindro”. Figura 21.

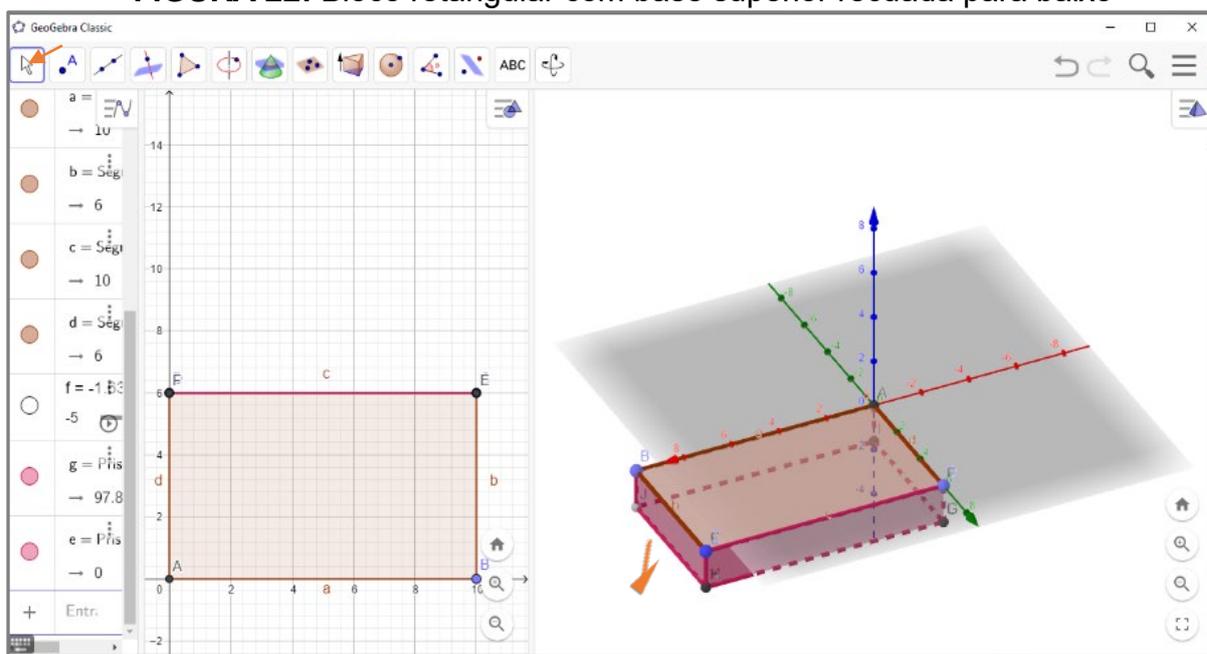
FIGURA 21: Janela 3D - paralelepípedo e/ou bloco retangular



Fonte: A pesquisa

O quarto passo: utilizar o ícone “Mover” baixar a parte superior do paralelepípedo e/ou bloco retangular para iniciar as construções dos blocos menores. Isso é importante pois, caso esqueça de baixar a parte superior da figura fica difícil colorir e/ou alterar as construções no interior do bloco. Como demonstrado na figura 22.

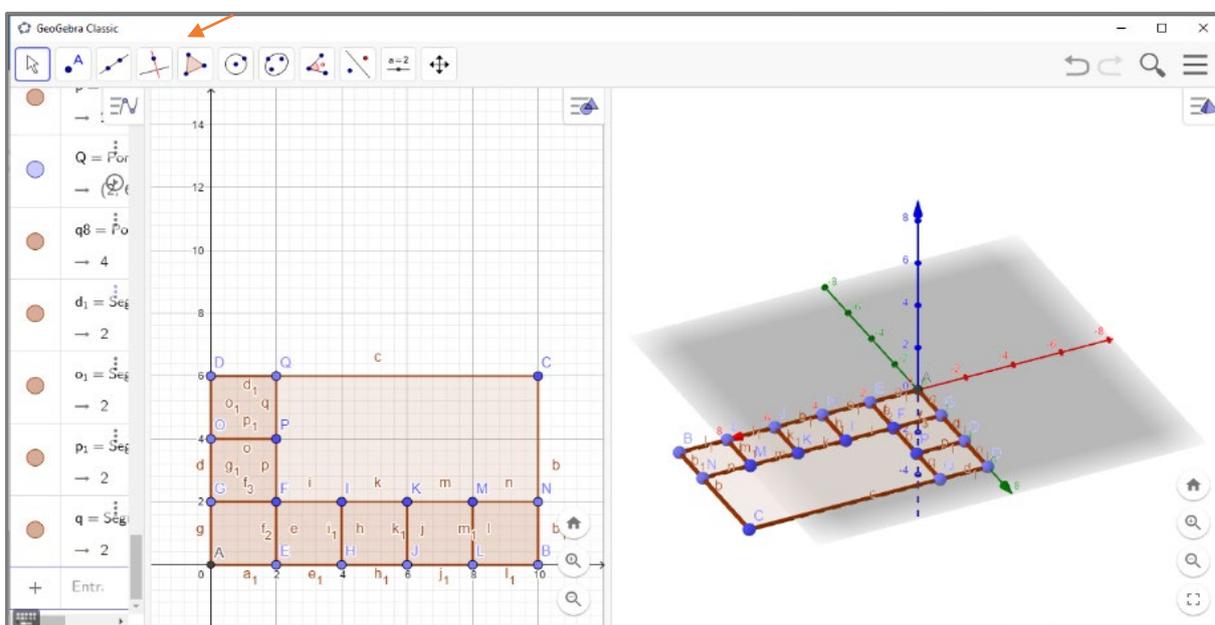
FIGURA 22: Bloco retangular com base superior recuada para baixo



Fonte: A pesquisa

O quinto passo: necessário retornar para janela 2D para realizar as construções das figuras menores dentro do bloco retangular, utilizando o ícone “Polígono”. Figura 23.

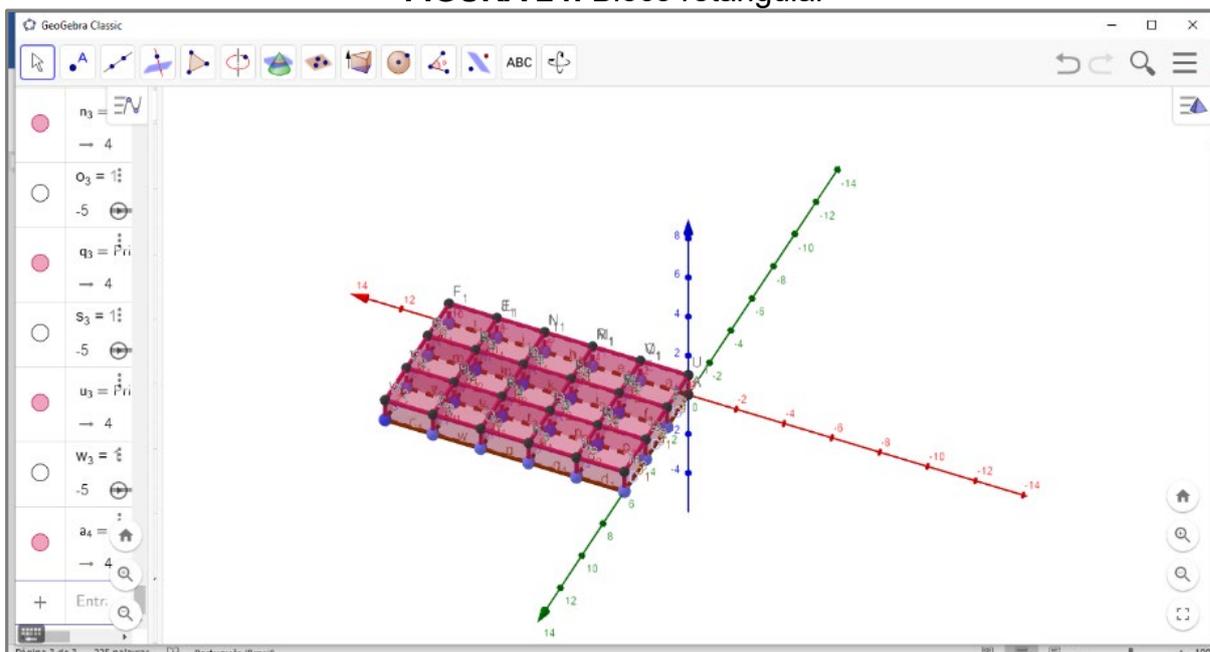
FIGURA 23: Construções blocos dentro do retângulo maior



Fonte: A pesquisa

O sexto passo: realizar na janela 3D, utilizando o ícone “extrusão para prisma ou cilindro” colocando a altura indicada no problema para construir o bloco retangular. Demonstrado na figura 24.

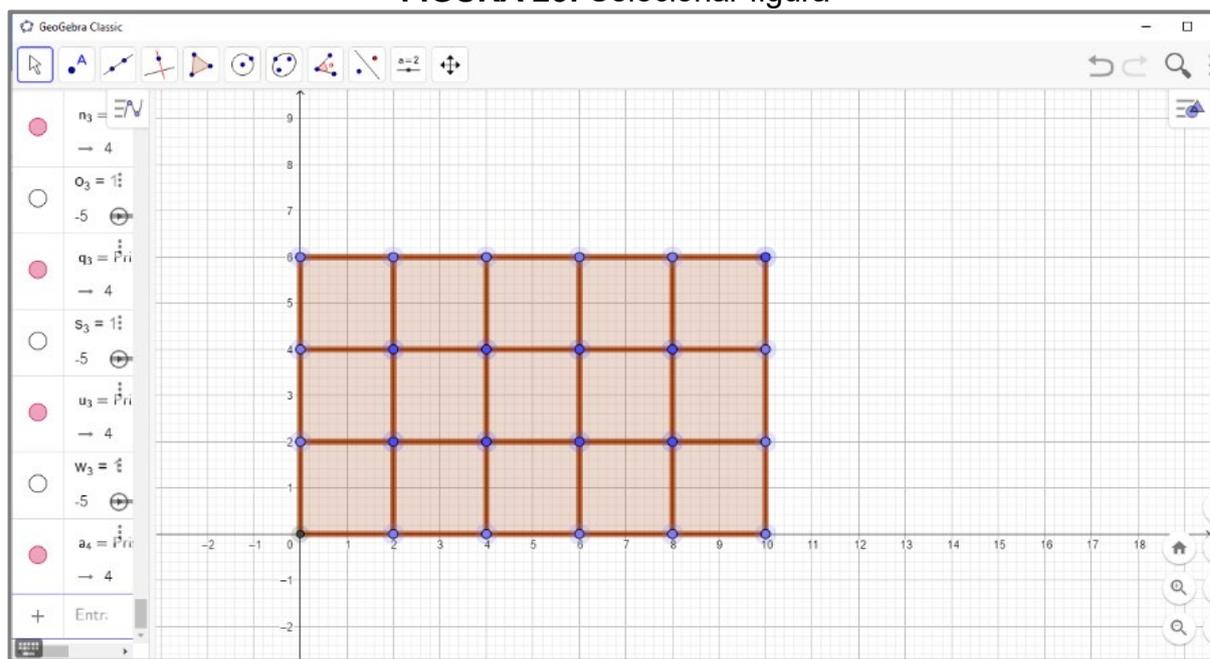
FIGURA 24: Bloco retangular



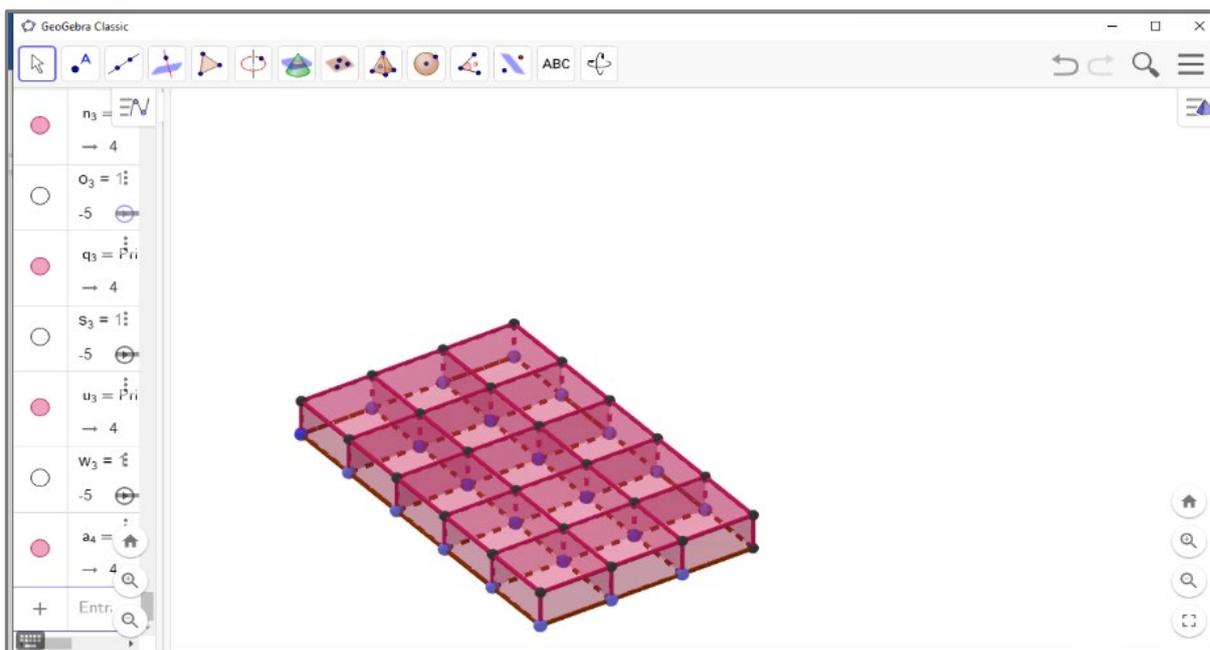
Fonte: A pesquisa

O sétimo passo: retornar à janela 2D, selecionar a construção realizada com o botão direito do mouse e arrastar para selecionar toda figura. Após clicar em cima da figura, onde aparecerá a janela de exibir rótulos, clicar em exibir rótulos e novamente clicar para desaparecer todos os rótulos. Assim a imagem ficará limpa para colorir e melhor visualização da construção. Como mostram as figuras 25 e 26.

FIGURA 25: Selecionar figura

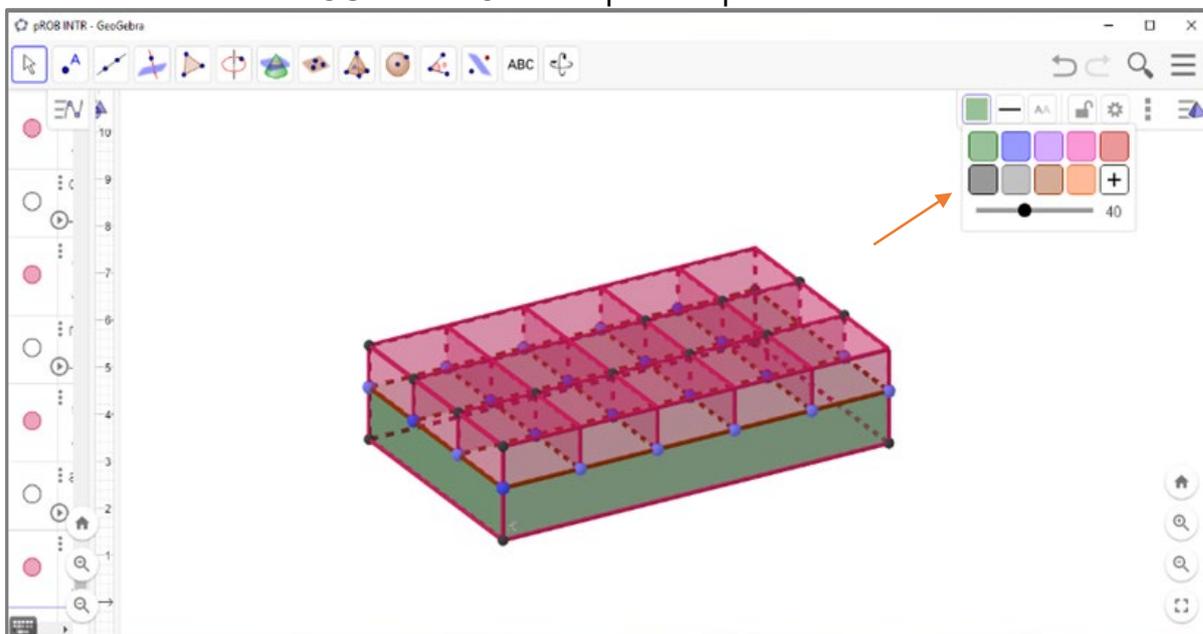


Fonte: A pesquisa

FIGURA 26: Bloco retangular 3D sem rótulos

Fonte: A pesquisa

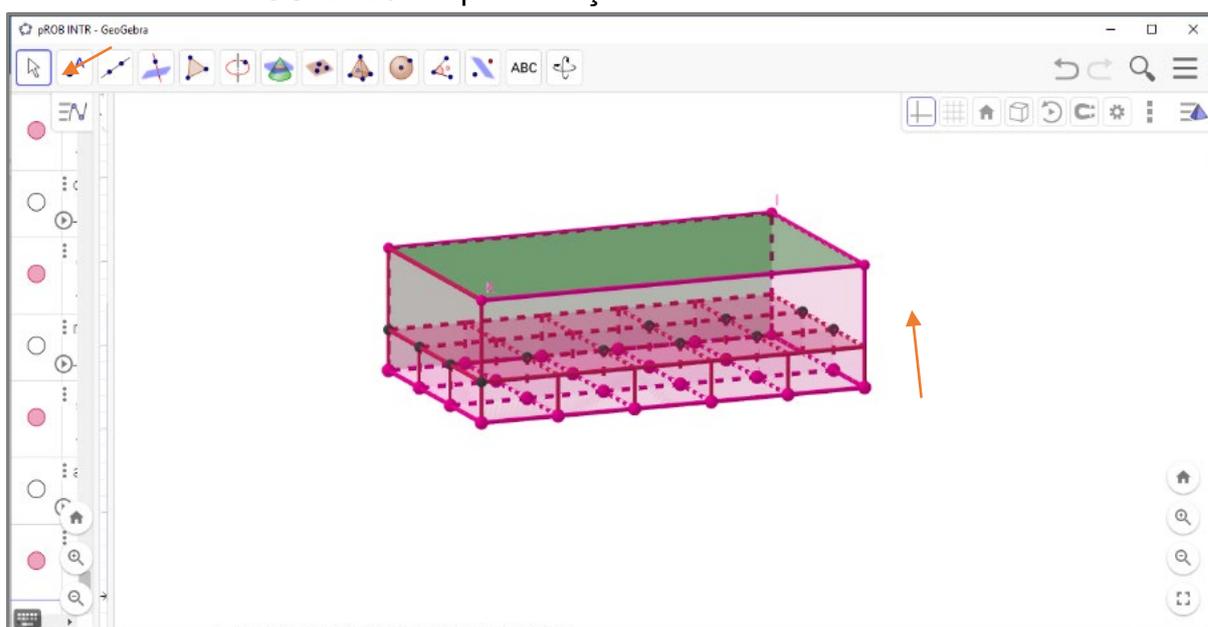
O oitavo passo: utilizar a coloração disponível para destacar a parte superior da caixa, objetivando melhor visualização da construção. Exibido na figura 27.

FIGURA 27: Colorir a parte superior do bloco

Fonte: A pesquisa

O nono passo: utilizar o ícone “Mover” para levantar a parte superior do bloco e concluir a representação do problema. Como mostra a figura 28.

FIGURA 28: Representação do Problema Introdutório



Fonte: A pesquisa

AULAS 11 e 12 – RETOMADA DO PROBLEMA DE ALICE

OBJETIVOS:

- Adotar estratégias para resolver o problema de Alice;
- Representar o problema de Alice, utilizando o *software* GeoGebra, tendo como base o **problema introdutório**.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (ETAPAS DAS AULAS):

- Retomar o Problema de Alice e iniciar uma conversa com os alunos apresentando, como por exemplo, os seguintes **Questionamentos**;
- Os alunos, em dupla, devem elaborar estratégias para resolver o problema por meio de representações geométricas no GeoGebra. Para isso, devem realizar a representação e visualização de uma possível solução do problema (colocando as pirâmides dentro da caixa e/ou prisma). Os alunos devem registrar o passo a passo do processo de resolução que eles realizarem. (Abaixo são apresentadas duas **Possíveis Representações do Problema de Alice**).

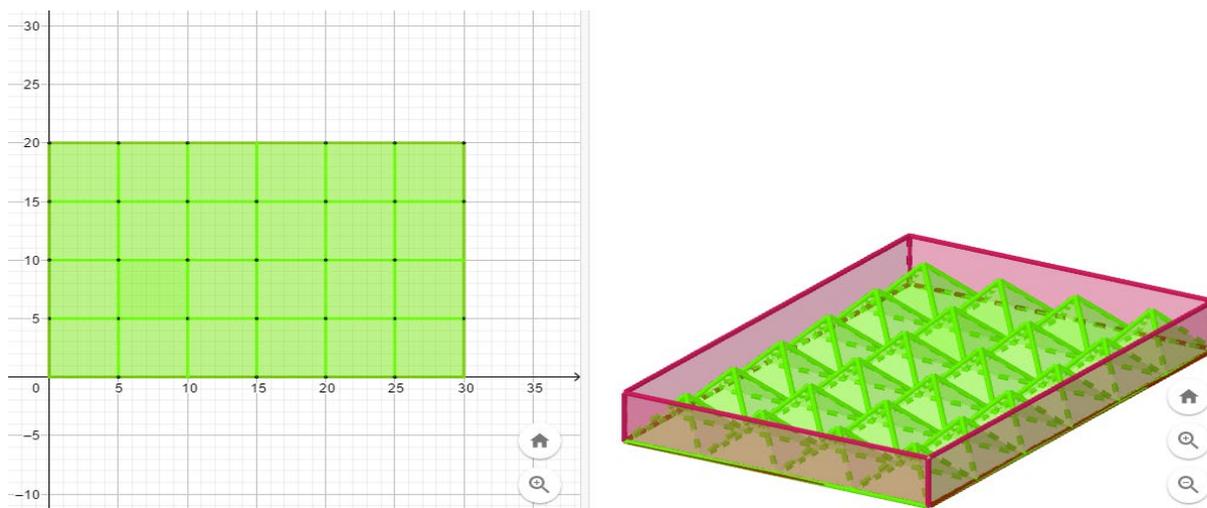
QUESTIONAMENTOS

- a) Qual é o formato da lembrancinha de Alice?
- b) Qual é o formato da figura para guardar as lembrancinhas?

c) Construa no GeoGebra as figuras para representar e visualizar a resolução do problema (colocando as pirâmides dentro do prisma).

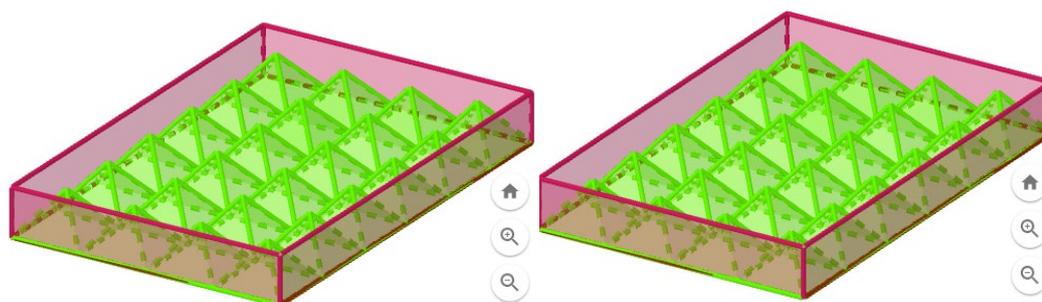
d) Se o total das lembrancinhas corresponde a quantidade exata de convidados, quantas pessoas foram convidadas?

FIGURA 29: Representação 1 - Problema de Alice



Fonte: A pesquisa

FIGURA 30: Representação 2 - Problema de Alice



Fonte: A pesquisa

AULAS 13 e 14 – REVISACIONAL

OBJETIVOS:

- Revisar os conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores, utilizando o *software* GeoGebra;
- Realizar a auto avaliação oralmente e/ou por escrito sobre as aulas dadas e a utilização do *software* GeoGebra.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (ETAPAS DAS AULAS):

- Solicitar aos alunos a construção das figuras, no GeoGebra, de acordo com as instruções relacionadas a cada propriedade das figuras, apresentadas na **Tarefa Revisional**. Com essa tarefa será possível avaliar o processo de ensino desenvolvido durante as aulas de Geometria Espacial utilizando o *software* GeoGebra;
- Por meio de uma conversa informal e/ou elaborar por escrito perguntas como da **autoavaliação**, pois é um momento para obter o *feedback* por meio dos alunos de como ocorreu todo processo da aplicação da SD. É um recurso que busca vislumbrar como o aluno envolveu-se nesse processo.

TAREFA REVISIONAL

Caros alunos, utilizem os conhecimentos adquiridos no estudo sobre Geometria Espacial e as habilidades desenvolvidas no manuseio do software GeoGebra durante as aulas como: (construir, colorir, planificar e animar figuras). Observando as propriedades das figuras, escolham três e as construa, fazendo sua coloração, planificação e animação. Não esqueçam de nomear suas figuras.

- a) Sou uma figura que possuo 3 faces laterais, 1 base, 4 vértices e 6 arestas.
- b) Eu tenho 6 faces laterais, 2 bases, 12 vértices e 18 arestas.
- c) Possuo 4 faces laterais, 1 base, 5 vértices e 8 arestas.
- d) Tenho 5 faces laterais, 2 bases, 10 vértices e 15 arestas.
- e) Sou composta de 5 faces triangulares, 1 base pentagonal, 6 vértices e 10 arestas.

AUTOAVALIAÇÃO

Perguntar aos alunos por meio de uma conversa informal e/ou elaborar por escrito as seguintes perguntas:

1. Foi relevante estudar matemática utilizando uma TD?
2. As aulas foram satisfatórias?
3. Qual foi a maior dificuldade para realizar as tarefas?
4. Do que mais gostaram em relação as tarefas?

3.5 FASES DA PESQUISA EM CONSONÂNCIA COM A ENGENHARIA DIDÁTICA

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Roraima, com o Parecer Consubstanciado sob nº 3.399.359, de 23 de maio de 2019, por ter atendido os requisitos da Resolução 510/16, conforme exigências deste comitê (Anexo B).

A pesquisa foi realizada com a efetiva aplicação de uma SD. Conforme Zabala (1998, p. 18),

uma sequência didática é composta por um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.

Em consonância a isso, para a elaboração da SD realizamos um minucioso planejamento, levando em consideração as etapas a serem executadas a fim de alcançar os objetivos almejados. A aplicação da SD possibilitou a produção dos dados para a nossa investigação. Para tanto, consideramos a habilidade EF04MA17²⁹, expressa na BNCC, que aponta que os alunos do 4º ano do Ensino Fundamental devem “associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais” (BRASIL, 2018, p.290).

Então, considerando o que se espera com a habilidade EF04MA17, desenvolvemos a avaliação diagnóstica em relação ao que os alunos “estudaram” no 3º ano do Ensino Fundamental, em conformidade com o livro³⁰ do Instituto Alfa e Beto (IAB)³¹. Essa avaliação diagnóstica teve o objetivo de identificar se os alunos já possuíam, ainda que de forma parcial, a habilidade relativa à Geometria Espacial que, conforme a BNCC (BRASIL, 2018), espera-se que seja adquirida pelos alunos no 4º Ano do Ensino Fundamental.

²⁹EF - Ensino Fundamental; 04 – 4º ano; MA – matemática; 17 – 17ª habilidade para esse ano escolar.

³⁰ GARCIA NETO. O. N. Matemática: 3º ano: livro do aluno/ Osmar Nina Garcia Neto. Matemática (Ensino Fundamental). – Brasília: Instituto Alfa e Beto, 2011. – (Coleção IAB de matemática)

³¹ É um sistema estruturado de ensino, com monitoramento e avaliação inclusos, com objetivo principal de garantir que todos os alunos estejam plenamente alfabetizados ao fim do 1º ano do Ensino Fundamental. Isto é, que todos os estudantes dominem o nível básico de fluência em leitura e escrita, o que aumenta suas chances de avançar com sucesso na escola. (Oliveira *et al* 2014).

As tarefas com o uso do *software* GeoGebra foram desenvolvidas em duplas. Adotamos essa opção, pois, a quantidade de computadores no laboratório de informática era menor do que o número de alunos participantes. Além disso, a realização das tarefas em duplas possibilitou a discussão das ações entre os pares. E, as mesmas foram nomeadas de duplas A, B, C, M.

Foi um total de 14 horas/aulas. Essas foram distribuídas em aulas de duas horas consecutivas por semana, totalizando assim, duas aulas semanais. As aulas foram realizadas, em sua grande maioria, no laboratório de informática com a utilização *software* GeoGebra.

A seguir, apresentamos como ocorreu o desenvolvimento da pesquisa, por meio das seguintes fases interligada com a Engenharia Didática, pois conforme Artigue (1996, p. 196),

[...] como metodologia de investigação, caracteriza-se antes de mais por um esquema experimental baseado em 'realizações didáticas' na sala de aula, isto é, na concepção, na realização, na observação e na análise de sequências de ensino.

Assim, essa metodologia justifica-se por “ser utilizada em pesquisas que estudam os processos de ensino e aprendizagem de um dado objeto matemático” (ALMOULOU, 2007, p. 171). Nessa circunstância, a Engenharia Didática permite uma organização metodológica para se realizar uma pesquisa, na qual se pretende considerar o elo entre teoria e prática, a fim de não diminuir seus significados dimensionais. Ou seja, existe a possibilidade de articulação entre conhecimento didático e conhecimento matemático, fazendo da prática docente também uma prática de investigação, “permitindo que as experiências vivenciadas em sala de aula se tornem produtos que podem ser reproduzidos para o ensino de Matemática” (SILVA, 2015, p. 18).

A metodologia da Engenharia Didática está sequenciada em quatro fases, sendo: análises preliminares e/ou prévias; concepção e análise *a priori* das situações didáticas pedagógicas; da implementação da experiência; da análise *a posteriori* e validação da experiência.

Conforme explica Artigue (1996), a primeira fase (análises preliminares e/ou prévias) compreende a análise epistemológica dos conteúdos constantes no plano de ensino; o ensino habitual e seus efeitos/consequências; a compreensão dos estudantes e das dificuldades e obstáculos que pontuam seu desenvolvimento; o

campo de subordinação no qual se estabelecerá a realização didática e os objetivos da pesquisa.

Mediante a isso, na fase 1 foi aplicada a **Avaliação Diagnóstica**³² com o objetivo de averiguar os conhecimentos prévios que os alunos tinham acerca da Unidade Temática de Geometria Espacial. A avaliação diagnóstica, composta por três questões, subdivididas em quatro sub perguntas, foram distribuídas da seguinte forma: Na primeira questão perguntou-se sobre a identificação das figuras geométricas espaciais, onde os alunos tinham que reconhecer e nomear as figuras representadas, (cubo, esfera, paralelepípedo, cilindro e cone). Ainda nessa questão, as subperguntas foram referentes à classificação das figuras com faces curvas e faces planas; se as figuras eram bi ou tridimensionais; além da descrição das conclusões.

A segunda questão referia-se à identificação e à nomeação de figuras planas, por meio de uma imagem contendo apenas figuras planas. A terceira questão composta por quatro figuras (lápiz, extintor, copo, cone), nestas os alunos tinham que identificar qual das figuras representava um cone e um cilindro juntos em uma só figura. Além disso, tinham que descrever como chegaram a essa conclusão.

Essas questões foram essenciais para revisarmos a SD, que é o produto dessa pesquisa, e então realizar aplicação da mesma.

A fase 2 refere-se às concepções e à análise *a priori* das situações didáticas pedagógicas. De acordo com Artigue (1996, p. 202), “é o investigador que decide o modo de agir sobre uma determinada quantidade de variáveis do sistema não fixadas, denominadas variáveis de comando, que tal investigador supõe serem variáveis pertinentes para o problema estudado”. A autora, ainda, indica a distinção de dois tipos de variáveis de comando: 1) as variáveis globais que dizem respeito da organização geral da engenharia, ou seja, o planejamento inicial; 2) as variáveis locais, que dizem respeito a uma sessão ou fase da engenharia, refere-se a alguns pontos que podem ser ajustados no decorrer da aplicação da SD.

Neste contexto, a **Sequência Didática** aplicada condiz com os resultados da avaliação diagnóstica, que norteou os caminhos que foram percorridos, conforme a

³² Avaliação diagnóstica apresentada no item 3.4 Produto Educacional - PE: Uma SD.

metodologia planejada para efetiva aplicação da SD. Dessa forma, foi mantido o planejamento inicial, com ajustes nas seções locais, conforme a fase 1 da Engenharia Didática. Além de condizer com que precisavam estudar e/ou conhecer, conforme habilidade EF04MA17, selecionada para essa SD.

A fase 3 refere-se à implementação da experiência. Conforme Artigue (1996, p. 208-209), é constituída, inicialmente, pelo período de aplicação e experimentação das atividades anteriormente planejadas, colhendo dados sobre a investigação. Em um segundo momento, refere-se à análise dos resultados que serão obtidos na investigação. Essa, é baseada na análise do conjunto dos dados obtidos na experimentação durante as sessões de ensino, dentro ou fora de sala. Assim, para essa fase deu-se a **efetiva aplicação da SD**. No primeiro momento, iniciamos com apresentação da proposta aos alunos, quando foi esclarecido os procedimentos para aplicação das tarefas utilizando o *software* GeoGebra, ocasião em que foi apresentado o “Problema de Alice”, norteador da SD.

Nesse contexto, foi oportunizado aos alunos estudar e conhecer as características das figuras geométricas, conforme habilidade EF04MA17 preconizada na BNCC (BRASIL, 2018). Num segundo momento, os alunos tiveram contato com o *software* GeoGebra, quando iniciaram suas primeiras construções. O registro das construções e execução dessas tarefas foram salvos nos arquivos do GeoGebra e também, por meio de observações, gravação de áudio de algumas tarefas que foram registrados no diário de pesquisa. E assim, deram-se as sucessivas aulas para a produção de dados conforme descrito na seção 3.6 dessa pesquisa.

Portanto, a SD elaborada para essa pesquisa objetivou possibilitar aos alunos o conhecimento das características das figuras geométricas tridimensionais e a resolução de problemas utilizando o *software* GeoGebra como aporte didático/tecnológico a fim de potencializar o processo de ensino da Geometria Espacial nas aulas de matemática. Entendemos que isso é possível, devido à Geometria está presente em nossa sociedade e faz parte das construções da humanidade. Assim, buscamos evidenciar que existe um vínculo entre a matemática e o “mundo real” com o qual as crianças estão habituadas. Ou seja, por meio dos objetos geométricos presentes no nosso cotidiano.

A fase 4 trata-se da análise a posteriori e validação da experiência. Nesta fase consideram-se todas as informações obtidas na investigação por meio dos

questionários, dos testes, das anotações do diário de campo, dos áudios, filmagens, das produções dos estudantes ou outros instrumentos que forem pertinentes. Segundo Artigue (1996, p. 208), é “no confronto das duas análises, *a priori* e *a posteriori*, que se funda essencialmente a validação das hipóteses envolvidas na investigação”. Essa fase é referente aos resultados que a pesquisa evidencia por meio dos instrumentos utilizados durante a investigação. É o momento no qual averiguamos se a pesquisa responde à pergunta inicial, quando buscamos uma resposta para a seguinte pergunta: **De que forma o uso do software GeoGebra pode contribuir no processo de resolução de problemas de Geometria Espacial com alunos do 4º ano Ensino Fundamental?**

Desta forma, buscamos produzir dados por meio de instrumentos como as tarefas, áudios, fotografias, diário, arquivos eletrônicos com objetivo de responder essa indagação, essas informações serão descritas no capítulo análise e discussões dos resultados.

Apresentamos o Plano de aula e os passos que foram seguidos para efetiva aplicação da SD.

QUADRO 4: Planejamento Geral da SD

PLANEJAMENTO GERAL DO PE	
Unidade Temática	Geometria Espacial
Público alvo	4º ano do Ensino Fundamental
Habilidade a ser desenvolvida	(EF04MA17) Associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais. BRASIL (2019, p. 290)
Quantidade de alunos	26
Quantidade de aulas	14 aulas de 53 minutos cada

Objetivo	Possibilitar aos alunos do 4 ^a ano a resolução de problemas utilizando o <i>software</i> GeoGebra como aporte tecnológico a fim de potencializar o processo de ensino da Geometria Espacial.
Avaliação	Contínua, por meio das tarefas que foram realizadas durante as aulas.
Recursos	Data show, computadores com o GeoGebra instalado e com acesso à internet.

Fonte: A pesquisa

3.6 PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS DADOS

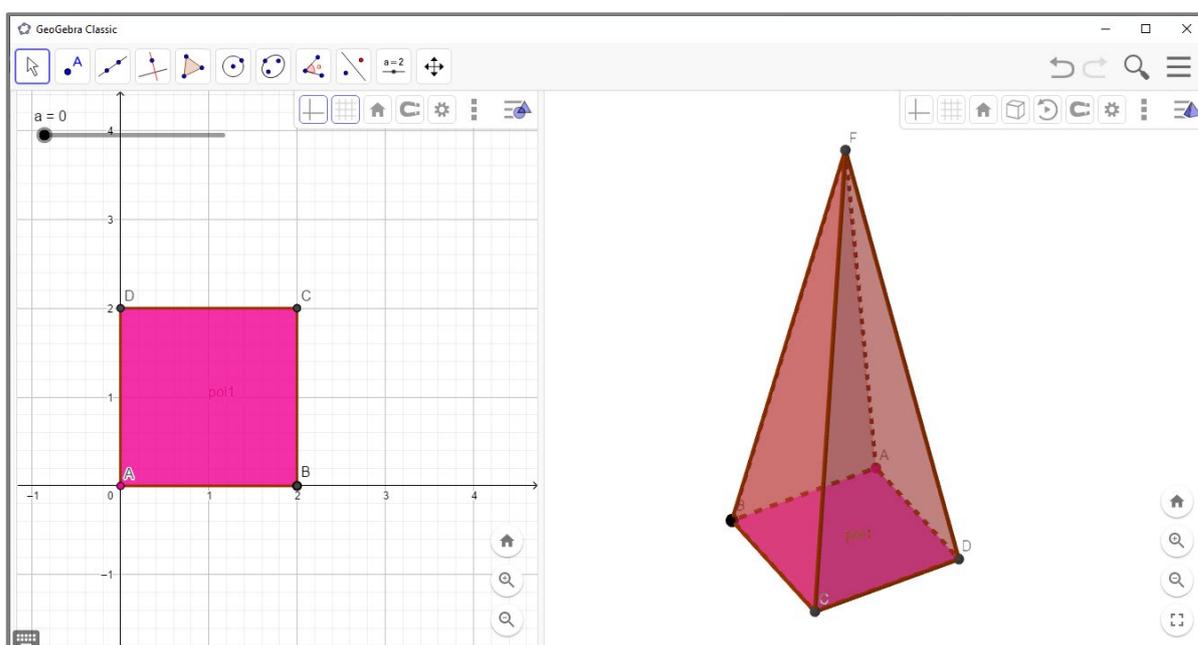
Aqui, descrevemos a síntese do processo de produção de dados com objetivo de apresentar os procedimentos adotados nas aulas em consonância a aplicação da SD.

As aulas foram planejadas para ocorrerem em todas as sextas-feiras, das 9h 45min às 11h 45min. Mas, devido a algumas alterações no calendário da escola com atividades internas (reuniões, plantão pedagógico, semana de provas e etc.), a programação foi alterada, passando as aulas para as segundas, quartas e sextas-feiras, conforme agenda de atividades da escola, disponibilizada pela professora titular. As aulas ocorreram no período de 23 de agosto a 27 de setembro de 2019, no Laboratório de Informática. Ressaltamos ainda que, a professora da turma participou das aulas como ouvinte, sem interferir no andamento da pesquisa. A seguir, apresentamos a síntese das aulas:

As aulas 1 e 2 (**Introdutória**) foram divididas em dois momentos. O primeiro momento (30 minutos) foi destinado à aplicação da avaliação diagnóstica, realizada na sala de aula, onde os alunos responderam três questões referentes à unidade temática de Geometria Espacial, com objetivo de identificar seus conhecimentos prévios sobre o assunto. No segundo momento, realizado no Laboratório de Informática, 35 minutos foram destinados para apresentação e visualização das noções básicas do GeoGebra. O tempo restante foi dedicado ao primeiro contato dos alunos com o *software*. Eles foram orientados a construir uma pirâmide, utilizando

primeiramente a janela 2D e após a janela 3D. É importante esclarecer que o objetivo não foi apresentar um tutorial completo sobre o GeoGebra, pois os alunos chamados de “nativos digitais” são curiosos por natureza e estão habituados com as TD, o que permite interesse maior em descobrir por si só a funcionalidade de cada ícone do *software*, conforme sugestões de tarefas no GeoGebra. Esse segundo momento objetivou a prática do manuseio e familiarização com o *software* GeoGebra. A figura 31 mostra um exemplo da construção da dupla “C” realizada nessa aula.

FIGURA 31: Pirâmide de base quadrangular em 2D e em 3D



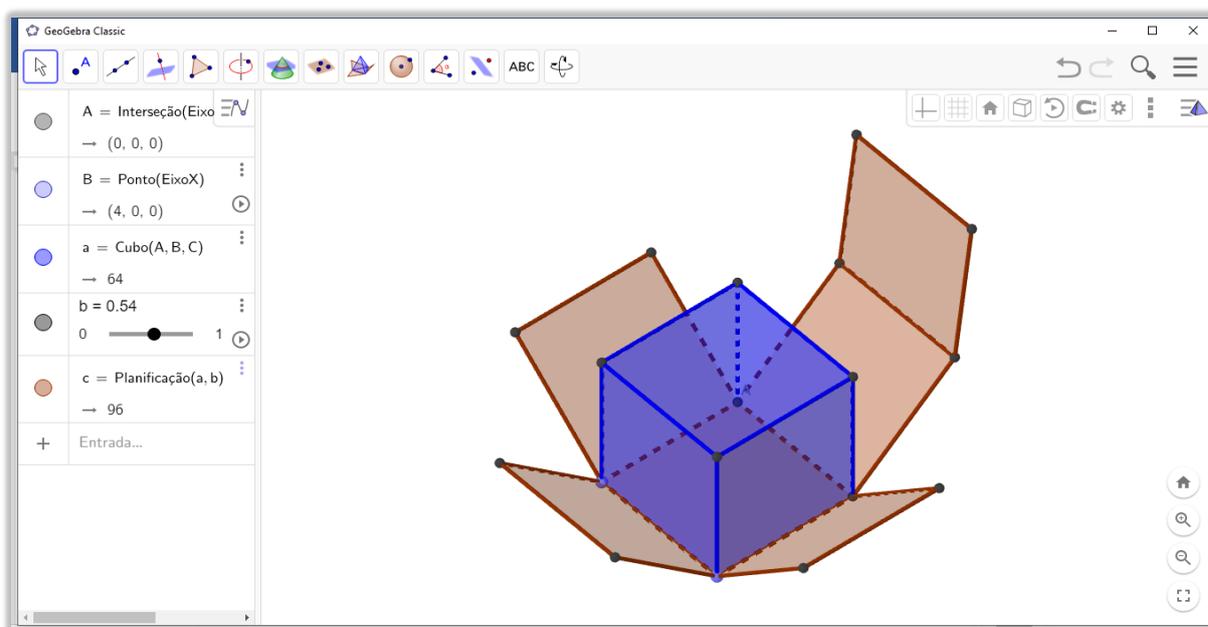
Fonte: A pesquisa

As aulas 3 e 4 (**Sólidos Geométricos**) também foram distribuídas em dois momentos. No primeiro, com duração de 53 minutos, houve a apresentação do **Problema de Alice**, por meio de uma leitura preliminar. Após, os alunos foram orientados a pensar em uma solução para o problema de Alice, pois este problema seria retomado nas aulas 11 e 12, conforme a sequência das aulas da SD. Posteriormente, foram lidas as **Perguntas Problemadoras**³³, quando houve discussões acerca do assunto. Em seguida, foi apresentado aos alunos o material manipulável (embalagens diversas com formas e tamanhos diferentes, como por exemplo: caixas, latas etc.). Esses materiais foram manuseados pelos alunos para que tivessem contato visual e manual dos objetos, observando suas características e

³³ Todas as palavras negritadas estão descritas no item 3.4 Produto Educacional: Uma Sequência Didática.

formatos diferentes. Isso pois, entendemos que é uma forma de trazer o real para sala de aula e facilitar o entendimento dos alunos quanto à composição das figuras geométricas. Após, visualizaram um **Slide de Figuras Tridimensionais** a fim de associarem as figuras geométricas com objetos do seu cotidiano. Ainda, assistiram ao vídeo “**Introdução as formas geométricas**”, com duração de 2 minutos. Esse vídeo foi apresentado para auxiliá-los no preenchimento do **Quadro Características das Figuras**. A segunda parte da aula, com duração de 45 minutos, foi destinada à prática junto ao *software* GeoGebra, quando construíram algumas figuras, entre elas o cubo e realizaram sua planificação. Além disso, aprenderam a salvar seus arquivos no computador. A figura 32 é um exemplo de construção do cubo realizada pela dupla “C”.

FIGURA 32: Construção de um cubo pela dupla “C”.



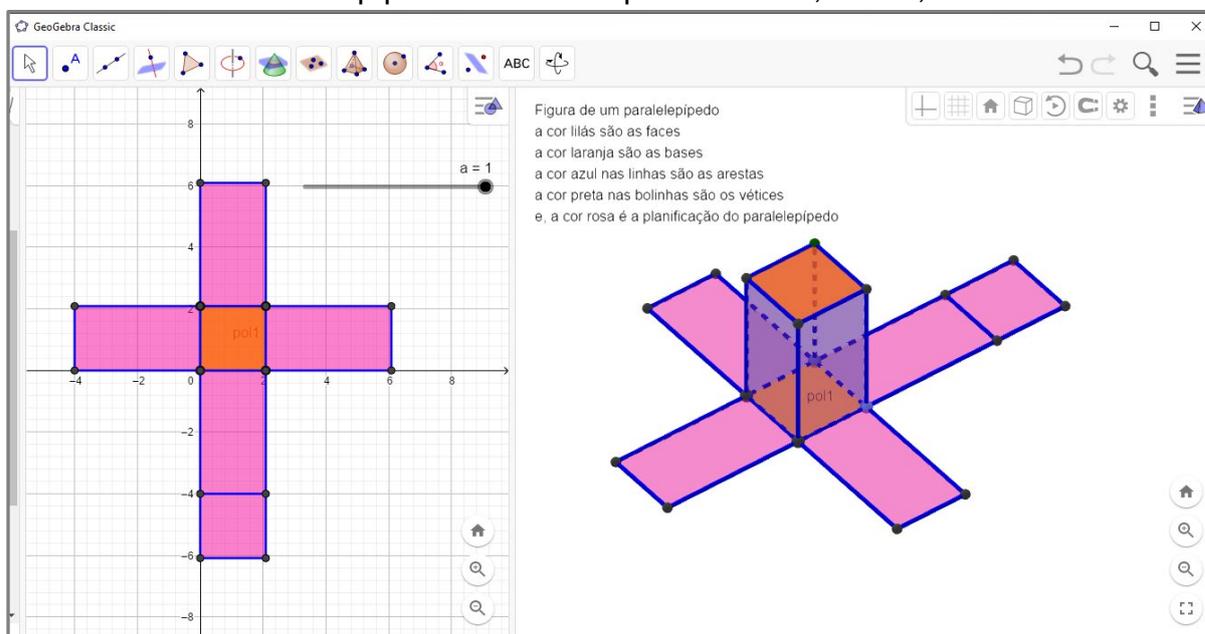
Fonte: A pesquisa

Das aulas 5 e 6 (**Poliedros e não poliedros**) reservamos 20 min para realização de uma breve revisão do conteúdo anterior “sólidos geométricos”. Isso pois, sentimos que alguns alunos apresentaram dúvida, por isso houve a necessidade de retornarmos a este conteúdo para oportunizar maior compreensão do mesmo. Retornando ao assunto da aula, sobre o qual os alunos assistiram a segunda parte do vídeo: “**Introdução as formas Geométricas**”, com duração de 1min. 37s. Este vídeo mostra como é realizada a classificação dos poliedros e não poliedros. Conseqüentemente, foi perguntado aos alunos se por meio do vídeo tinham entendido

as características e a classificação dos poliedros e não poliedros? As respostas a essa pergunta foram gravadas em áudio para análises posteriores.

Na etapa seguinte, com duração de 1h e 25 min, os alunos acessaram o *software* GeoGebra para então construírem um paralelepípedo, destacando as faces, bases, arestas e vértices com cores diferenciadas, com objetivo de aprenderem os nomes das partes que compõem os sólidos geométricos. Também, nessa aula, orientamos os alunos sobre como criar e utilizar o controle deslizante, além de orientar a inserção de textos nas figuras construídas. A figuras 33 mostram uma das construções realizadas nessa aula.

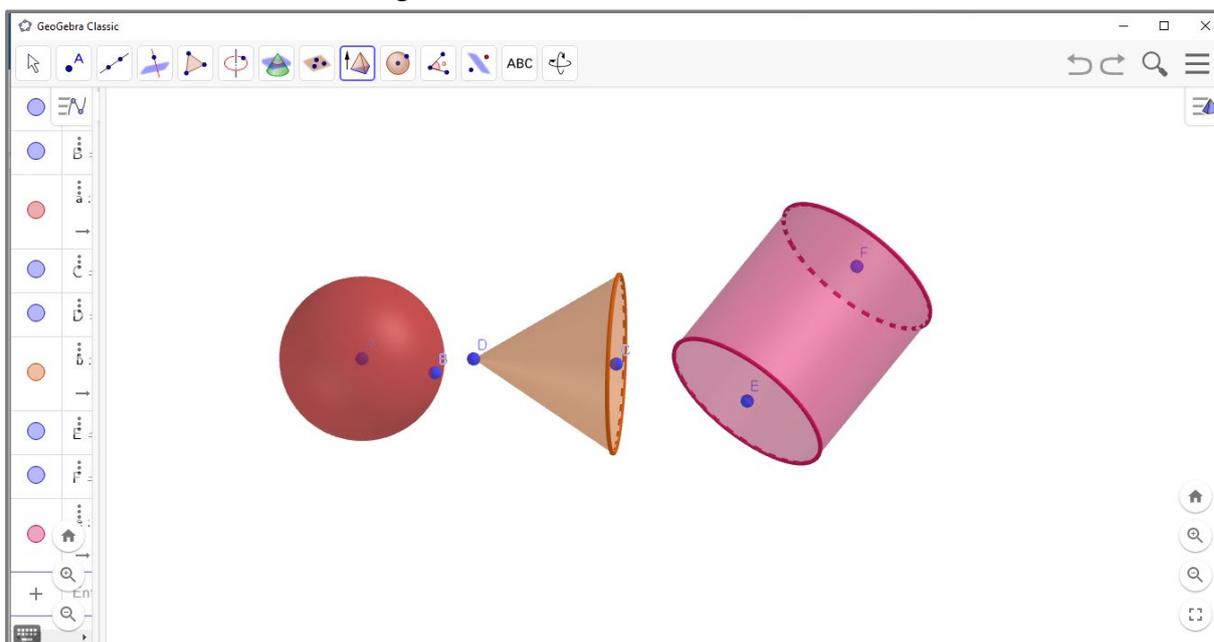
FIGURA 33: Paralelepípedo com destaque das faces, bases, arestas e vértices



Fonte: A pesquisa

Nas aulas 7 e 8 (**Pirâmides e Prismas**), os alunos assistiram a “**Parte 2**” do vídeo “**Cone Prisma Cilindro Pirâmide I Formas Geométricas Espaciais 6º Ano – EF- Aula 2**”, com duração de 3m8s. O objetivo era identificar as propriedades das pirâmides (base triangular, quadrangular, pentagonal etc.) e/ou prismas. Após, os alunos foram orientados a acessar seus arquivos no GeoGebra (pirâmides e paralelepípedos) e, ao observarem as figuras construídas, preencherem o **Quadro Pirâmides e/ou Prismas**. Essa aula durou cerca de 60min, sendo que o restante do tempo foi destinado para os alunos, no *software* GeoGebra, construírem as figuras representadas no quadro **Pirâmides e/ou Prismas**, dando preferência às figuras não poliédricas e/ou faces curvas ou arredondadas e as construísem na janela 3D do GeoGebra. A figura 34 mostra exemplo dessa construção.

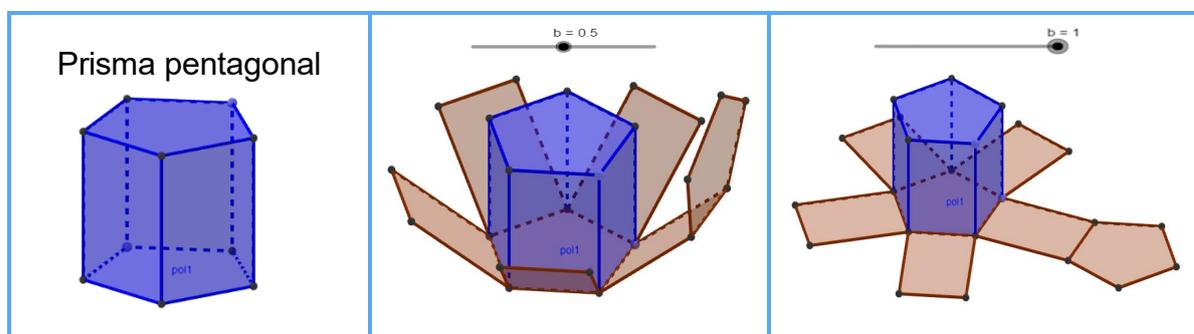
FIGURA 34: Figuras em 3D faces arredondadas e/ou curvas

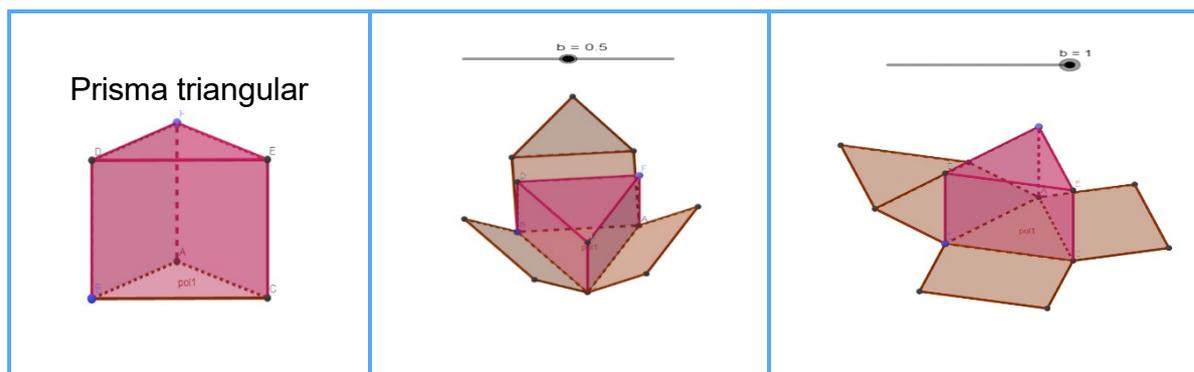


Fonte: A pesquisa

Nas aulas 9 e 10 (**Planificação dos poliedros**), foram destinadas 50 min. para cumprir os **Desafios**. Esses desafios tinham que ser interpretados por meio da leitura das características das figuras. Para cumprir os **Desafios** tinham que construir, no *software* GeoGebra, pelo menos duas das três figuras descritas. Além disso, tinham que planificá-las criando e utilizando o controle deslizante. Posteriormente, houve a inserção dos **Questionamentos Norteadores**, onde alguns pontos dessa tarefa foram compartilhados, tirando eventuais dúvidas sobre as características das figuras geométricas tridimensionais. A seguir, a figura 35 mostra algumas construções referente aos desafios.

FIGURA 35: Desafios (prismas: pentagonal e triangular)

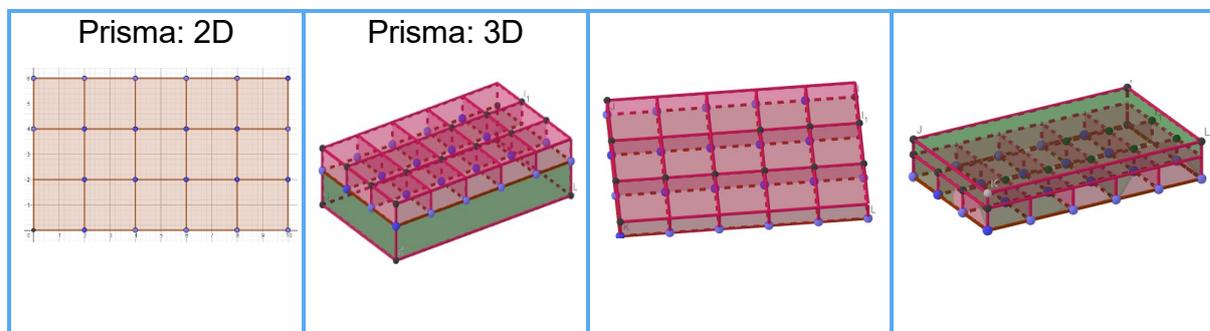




Fonte: A pesquisa

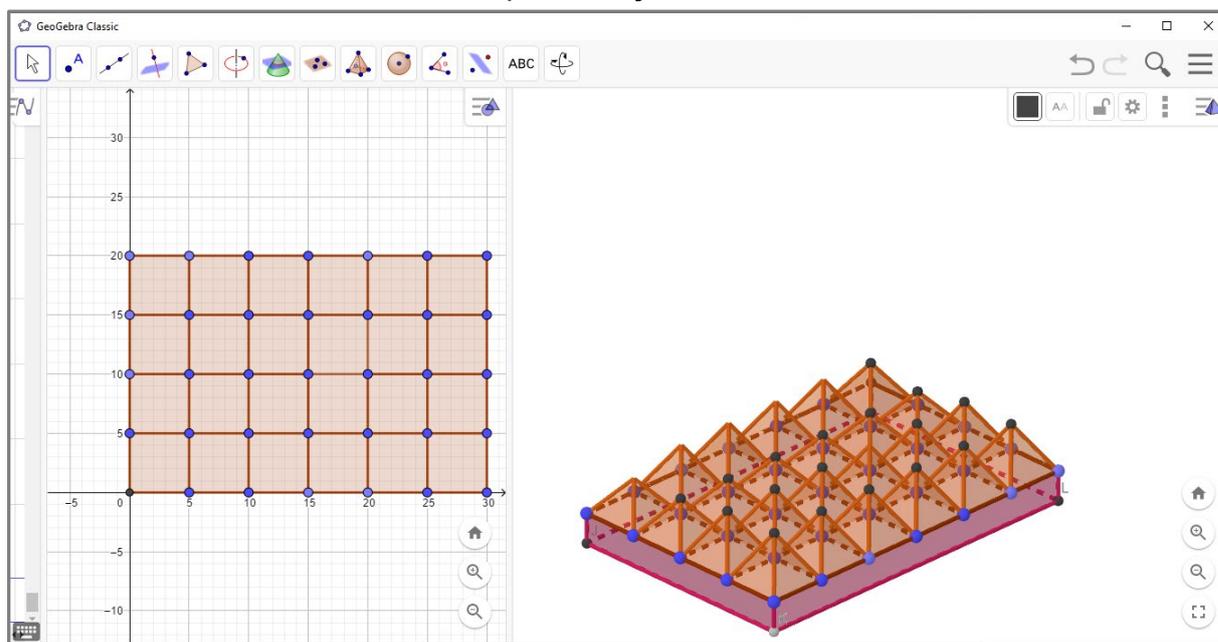
Nesta aula, trabalhamos **O problema Introdutório**, que antecedeu o problema de Alice, com objetivo de mostrar os passos iniciais a serem seguidos para representação no *software* GeoGebra. Para tanto, apresentamos um breve **tutorial** de quais passos deveriam ser seguidos no *software* GeoGebra para a representação do problema. Em seguida, receberam o problema introdutório por escrito e tiveram cerca de 30 minutos para representação utilizando o GeoGebra. A figura 36 mostra um exemplo da representação realizada nessa aula.

FIGURA 36: Representação do Problema Introdutório



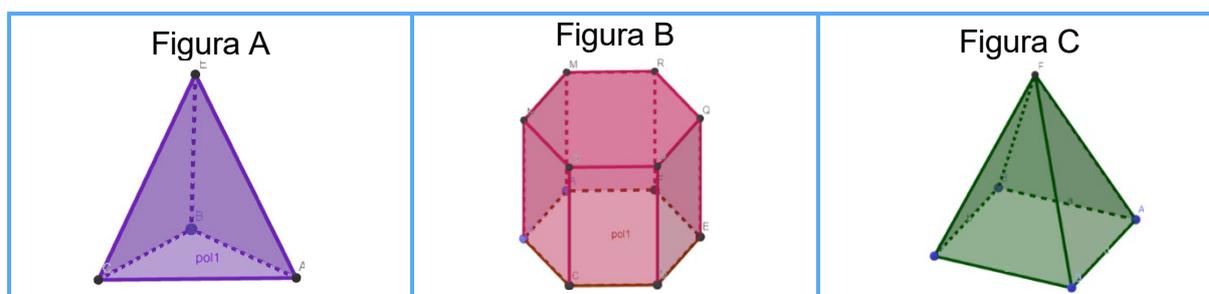
Fonte: A pesquisa

Nas aulas 11 e 12 (**Retomada do problema de Alice**), inicialmente os alunos foram orientados a ler o **Problema de Alice** e adotarem estratégias para resolverem o problema com base na representação do **Problema Introdutório** da aula anterior. Os alunos tiveram cerca de 40min para representar este problema utilizando o GeoGebra. Observando algumas situações, como por exemplo, compreensão textual de alguns alunos, foi necessário estender o tempo para mais 20min a fim de concluírem as representações. E, 40 minutos foram destinados para responder as perguntas relacionadas ao problema de Alice, além de colorir, limpar e/ou retirar os rótulos e objetos das construções, depois salvar suas construções no arquivo do GeoGebra. A figura 37 mostra uma das representações do **Problema de Alice**.

FIGURA 37: Representação Problema de Alice

Fonte: A pesquisa

Nas aulas 13 e 14 (**Revisacional**), os alunos receberam uma lista com cinco desafios da **Tarefa Revisacional**, onde foram orientados a realizar pelo menos três dos cinco desafios, aplicando os conhecimentos construídos durante as aulas realizadas com o *software* GeoGebra. Ou seja, deveriam criar o controle deslizante, colorir as figuras, planificá-las, arrastá-las e movê-las em vários ângulos e etc. Para essas construções tiveram um tempo de 40 minutos. O restante do tempo foi destinado à autoavaliação que, inicialmente, foi realizada oralmente e após registraram suas respostas por escrito e, em seguida, compartilhada com toda turma. Isso, para que pudéssemos destacar os pontos positivos e os pontos negativos das aulas realizadas utilizando o *software* GeoGebra. A figura 38 mostra exemplos de construções realizadas nessa aula.

FIGURA 38: Representação das figuras A, B e C

Fonte: A pesquisa

As aulas 13 e 14, descritas, foram desenvolvidas com muita dedicação, mas houve alguns problemas relacionados ao local da pesquisa, especificamente, em relação aos equipamentos do Laboratório de Informática. Iniciamos com dezessete máquinas funcionando perfeitamente e com acesso à internet, mas no decorrer das aulas algumas máquinas apresentaram defeitos que não eram resolvidos de imediato. Com isso, dos dezessete computadores, apenas treze ficaram funcionando. Isso causou desconforto nos participantes da pesquisa, pois, vez ou outra tiveram que compartilhar o computador com mais de dois colegas. Mesmo assim, não houve prejuízo no andamento das aulas, visto que a turma tinha uma oscilação de frequência dos alunos. Ou seja, na maioria das vezes a turma estava com número reduzido, entre 26 a 21 alunos.

Salientamos que, para organizar o ambiente das aulas foi necessário que a pesquisadora chegasse a escola umas 2 horas antes do início das aulas, ou seja, com tempo suficiente para limpeza, climatização, ligar os computadores, verificar mouses, teclados, e eventuais problemas que ocorriam nas máquinas, etc. Isso, pois os imprevistos ocorreram com frequência, visto que o Laboratório constantemente era utilizado como uma sala de apoio para reuniões, sala de vídeo, professores substitutos, aplicação de provas, etc. Para tanto, preparar o local com antecedência foi imprescindível para evitar eventuais problemas no decorrer das aulas. No capítulo que segue, apresentamos o capítulo de apresentação, análise e discussão dos dados.

4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

O desenvolvimento da pesquisa exposta nessa dissertação perpassou por diversas etapas, que aqui já foram apontadas. São apresentados neste capítulo os dados que foram produzidos, assim como, as análises e discussões dos mesmos.

O produto dessa pesquisa foi elaborado considerando o desenvolvimento da habilidade “Associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais” (BRASIL, 2018, p. 290), para alunos do 4º ano do Ensino Fundamental. Com isso, o produto possibilitou a produção de dados envolvendo **sólidos geométricos faces planas** e **sólidos geométricos faces curvas**. Em uma pré-análise dos dados identificamos que, a organização e respectiva análise dos mesmos, considerando esses dois grupos, poderiam contribuir para identificarmos respostas à nossa questão de investigação e assim alcançarmos o objetivo proposto para essa pesquisa.

Nesse sentido, foram estabelecidas as categorias “Sólidos Geométricos Faces Planas” e “Sólidos Geométricos Faces Curvas”. Os resultados apresentados com essas duas categorias estão apresentados por meio da análise de gráficos, quadros, recortes de respostas, descrição de dados extraídos e/ou produzidos nessa pesquisa pelas duplas de alunos, as quais nomeamos por dupla A, B, C,...M com objetivo de deixar claro as análises das duas categorias.

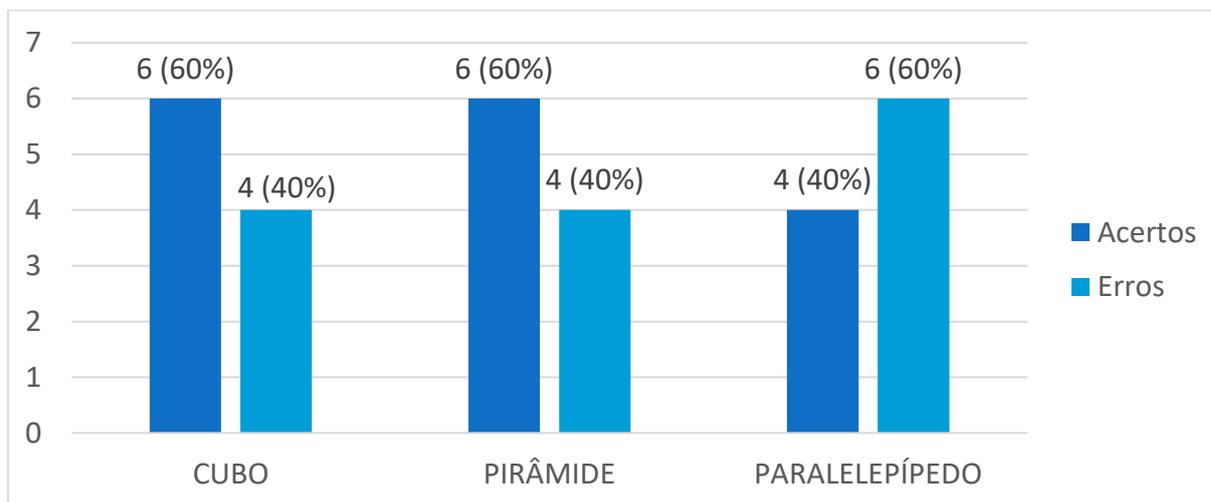
4.1 CATEGORIA DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS FACES PLANAS

A análise dos dados nessa categoria considerara, essencialmente, as produções realizadas por alunos do 4º ano do Ensino Fundamental. Assim como, os dados relativos a elas, considerando as tarefas referentes às figuras com bases e faces planas.

Iniciamos a nossa análise considerando a primeira tarefa da SD que foi apresentada nas aulas 3 e 4 (**Sólidos Geométricos**), com participação de 20 alunos. Nessa tarefa, solicitamos às duplas, que realizassem o preenchimento do quadro **Características das Figuras em 3D**, de modo que fizessem associação entre o nome da figura e algumas características como faces curvas, pontas, faces retangulares, faces triangulares, bases circulares e faces quadradas. Após assistirem um trecho do

vídeo “Introdução I Formas Geométricas Espaciais 6º Ano – EF – Aula 1”³⁴, que abordou as formas geométricas espaciais e suas características, a tarefa foi realizada. No Gráfico 1, apresentamos os acertos e os erros relativos às figuras com faces planas.

GRÁFICO 1: Sólidos Geométricos: Faces Planas



Fonte: A pesquisa

Ao analisarmos os dados expressos no gráfico 1 é possível observar que, de modo geral, aproximadamente metade dos alunos não conseguiu identificar corretamente as características do cubo, da pirâmide e do paralelepípedo. Mediante a isso, nos remetemos à questão 1 da **Avaliação Diagnóstica** realizada logo no início da pesquisa. Essa questão pedia que os alunos escrevessem o nome de figuras como cubo, esfera, paralelepípedo, cilindro e cone.

A análise das respostas dessa questão nos permitiu observar que é muito comum a confusão que os alunos fazem entre cubo e quadrado, entre pirâmide e triângulo e, entre paralelepípedo e retângulo. Com isso, acreditamos que o resultado observado por meio do gráfico 1 evidencia a falta da habilidade que alguns alunos têm em visualizar objetos tridimensionais. A necessidade dessa habilidade foi apontada por Bressan, Bosigic e Grego (2010, p. 27), quando:

destacam que a habilidade de visualização é a percepção para coordenar o movimento do corpo. Se um aluno possui dificuldades em visualizar algo que envolve seu próprio movimento, ele apresentará problemas para realizar tarefas.

Com isso, supomos que, até aquele momento boa parte dos alunos não possuíam conhecimentos suficientes para distinguirem as características de figuras tridimensionais com faces planas. Talvez, isso tenha relação ao que D’Ambrosio

³⁴ Disponível em: <https://youtu.be/OF4tRusOK7Q>. Acesso em: 03 de abr. 2019.

(1986) apontou há 34 anos, quando relatou a depreciação da Geometria em comparação com as outras áreas da Matemática na educação. Ou seja, os autores dos livros didáticos davam mais ênfase à Aritmética, deixando à Geometria um pouco de lado, visto que esse conteúdo era encontrado no final do livro, sendo que por muitas vezes, por falta de tempo acaba sendo trabalhado de forma superficial. Desta forma, os alunos mal sabiam e/ou sabem caracterizar uma figura geométrica.

Além disso, julgamos pertinente considerar que, nas aulas 3 e 4 utilizamos recursos diferenciados como materiais manipuláveis, vídeos e *slides* com as características das figuras. Frisamos esses aspectos pois, conforme Sarmiento (2012, p. 3),

O manuseio de materiais concretos, por um lado, permiti aos alunos experiências físicas à medida que estes têm contato direto com os materiais, ora realizando medições, ora descrevendo, ou comparando com outros de mesma natureza. Por outro lado, permiti-lhes também experiências lógicas por meio das diferentes formas de representação que possibilitam abstrações empíricas e abstrações reflexivas, podendo evoluir para generalizações mais complexas.

Assim, entendemos que a manipulação dos objetos proporcionou aos alunos uma experiência única em relação à representação dos objetos. Pois, tiveram a possibilidade de observar as figuras em 3D “de perto”, podendo assim, abstrair as características de cada figura, facilitando então a distinção de suas características.

Também podemos considerar o que Dante (1996, p. 202) afirma:

A criança aprende no contato com os elementos do seu ambiente. Enquanto manipula caixas, latas, blocos etc. Vai descobrindo formas, percebendo dimensões, observando semelhanças e diferenças. São atividades que levam à classificação e aos conceitos fundamentais de geometria. A criança precisa de liberdade e tempo para explorar, descobrir e construir conceitos geométricos. É um processo que acontece através de experiências vividas em atividades construtivas e sensoriais.

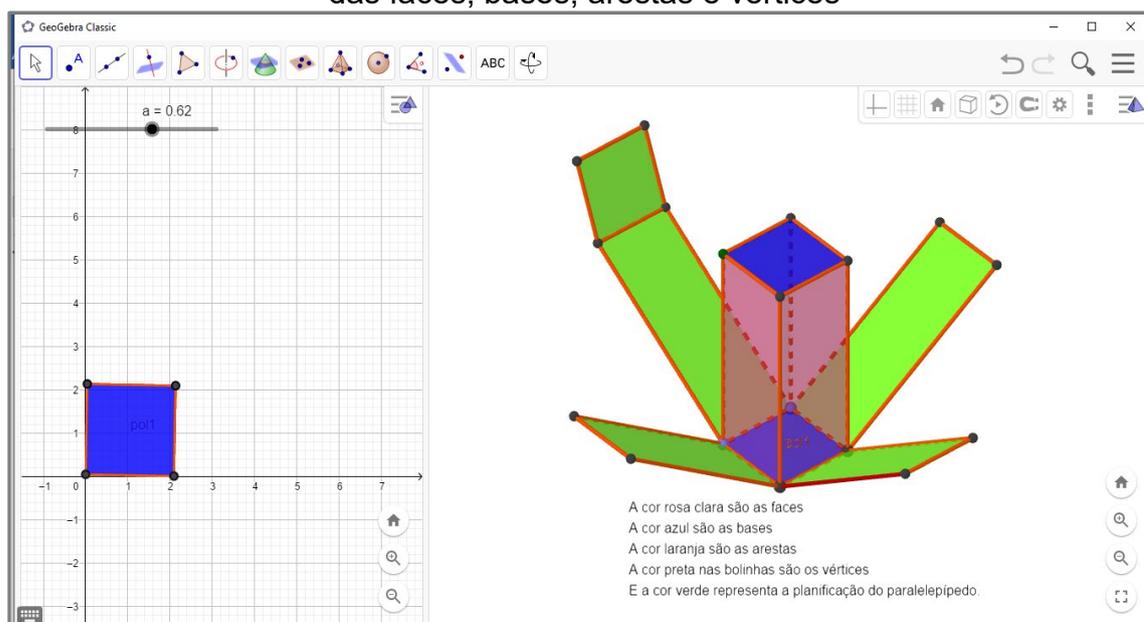
Consoante a isso, acreditamos que os alunos participantes desta tarefa, ou seja, os 60% que construíram as figuras de faces planas, tiveram interesse para descobrir, explorar e construir conceitos geométricos, referentes a essas figuras. Logo, a partir do exposto, acreditamos que o uso de tais recursos contribuiu com os resultados positivos observados no gráfico 1.

Nas aulas 5 e 6 (**Poliedros e Não poliedros**), pedimos aos alunos que utilizassem o GeoGebra para construírem um paralelepípedo, identificando as bases, faces, arestas e vértices, destacando-as em cores diferentes para melhor visualização

e, conseqüentemente, melhor compreensão dos conceitos relacionados aos poliedros.

Abaixo, por meio da figura 39, apresentamos a construção realizada pela dupla “F”.

FIGURA 39: Exemplo de um Paralelepípedo construído pela dupla F, com destaque das faces, bases, arestas e vértices



Fonte: A pesquisa

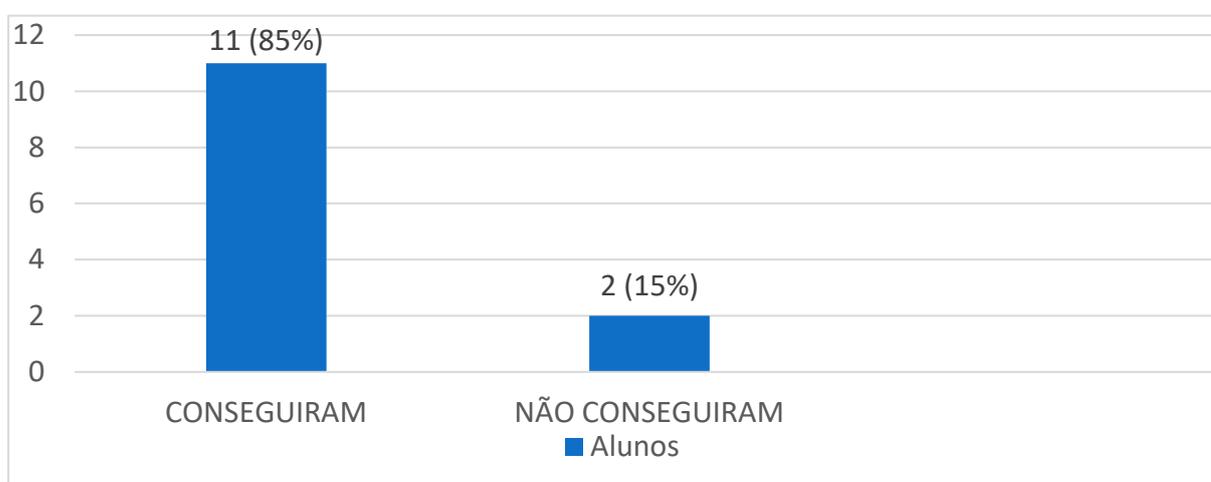
Analisando a figura 39 é possível observar alguns aspectos que evidenciam que a dupla “F” conseguiu expressar as características do paralelepípedo: “a cor rosa-clara são as faces”; “a cor azul são as bases”; “a cor laranja são as arestas”; “a cor preta nas bolinhas são os vértices” e “a cor verde representa a planificação do paralelepípedo”. Essa descrição detalhada do paralelepípedo nos leva a acreditar que, a construção realizada no *software* GeoGebra e a interação dessa dupla com o objeto construído foram fatores determinantes para que esses alunos construíssem conceitos geométricos. Afirmamos isso, pois essa ideia é reforçada, por Abrantes *et al* (1999, p. 68) quando destacam que,

estas ferramentas computacionais (*Cabri-Geomètre, Geometer's Sketchpad, GeoGebra, etc.*) geram uma nova abordagem no ensino e aprendizagem da geometria, pois permitem a construção e manipulação de objetos geométricos e a descoberta de novas propriedades desses objetos, através da investigação das relações ou medidas que se mantêm invariantes.

Assim, observamos que a introdução das TD, aqui representada pelo GeoGebra, no processo de ensino, permite um aprendizado dinâmico e concreto, favorecendo o aprofundamento dos conceitos matemáticos relacionados à Geometria

Espacial. É importante ressaltar que, com esta atividade os alunos conseguiram superar a dificuldade encontrada na outra atividade que também envolveu paralelepípedo, conforme apresentamos na análise anterior. Acreditamos que essa superação de dificuldades deu-se em razão da ênfase que foi dada na construção da figura com detalhamento de suas características, com recurso do software GeoGebra. Os resultados são apontados no gráfico 2, que apresenta o rendimento obtido pelas 13 duplas que realizaram essa tarefa.

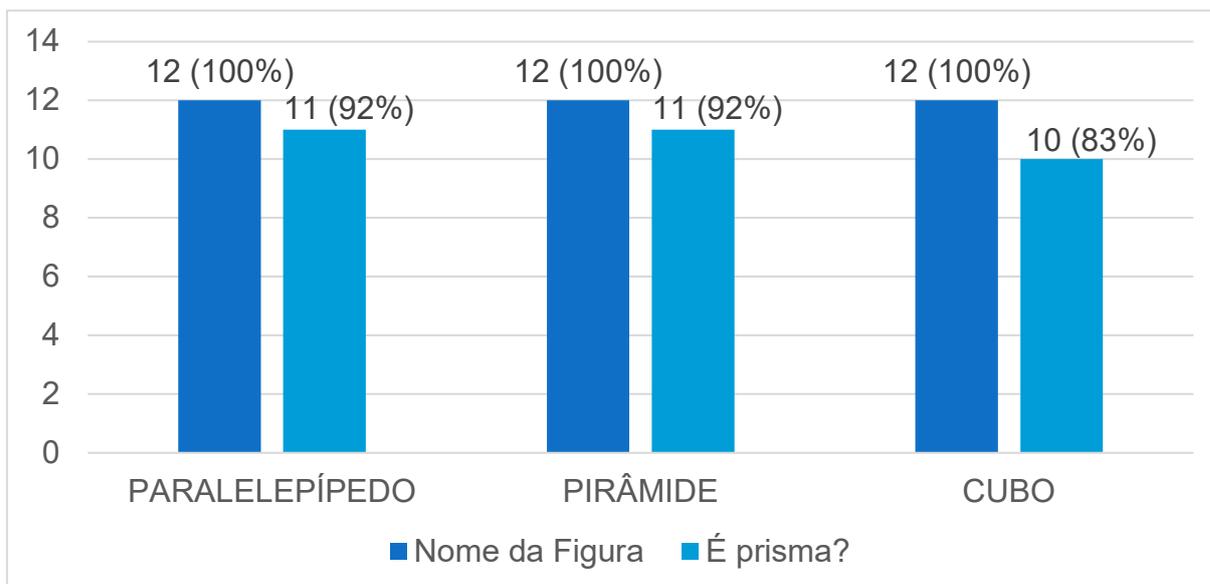
GRÁFICO 2: Rendimento dos alunos na construção do Paralelepípedo no GeoGebra



Fonte: A pesquisa

Acreditamos que o resultado positivo apresentado por meio do gráfico 2 deve-se, essencialmente, às potencialidades dos recursos disponíveis no GeoGebra. Pois, foi por meio da utilização desses recursos que alunos do 4º ano puderam “manipular” o paralelepípedo, tendo assim, uma interação dinâmica com esse objeto, o que possibilitou, a nosso ver, que os alunos adotassem estratégias para realizar a tarefa com sucesso.

Nas aulas 7 e 8 (**Pirâmides e Prismas**), pedimos para as duplas que preenchessem um quadro identificando: o nome de algumas figuras, se eram prismas e, as características dessas figuras. No gráfico 3, as colunas na cor azul escuro indicam os acertos em relação aos nomes dados às figuras. E, as colunas na cor azul claro, apresentam os resultados da seguinte pergunta: “É prisma?”.

GRÁFICO 3: Prisma

Fonte: A pesquisa

Analisando as colunas azul-escuras, podemos observar que as 12 duplas de alunos nomearam corretamente os prismas (paralelepípedos e cubos) e pirâmides. Com isso, percebemos que as dificuldades em relação a diferenciar as características dos sólidos geométricos que esses alunos apresentaram inicialmente, conforme apontados no gráfico 1, foram sanadas nessa aula. No que tange a, se eram prismas ou não, observamos que poucos tiveram dificuldades para relacionar o nome “Prisma” às figuras apresentadas (paralelepípedo, pirâmide e cubo). Ou seja, as colunas azul-claras no gráfico informa que os alunos tiveram poucas dificuldades para diferenciar um prisma de uma pirâmide.

Ainda nessa atividade, pedimos aos alunos que identificassem características das figuras apresentadas. Na quarta coluna no quadro 5, apresentamos as respostas da dupla “D”.

QUADRO 5: Respostas da dupla “D” sobre prisma

Quais são os prismas?			
Figuras	Nome	É prisma? (sim ou não)	Justifique cada figura (relacionando suas características)
	Paralelepípedo	Sim	faces retangulares
	Pirâmide	não ✓	faces triangulares e base quadrada
	Cubo	Sim ✓	faces quadradas

Fonte: A pesquisa

Entendemos que a resposta da dupla de alunos, ilustrada no quadro 5, aproxima-se do que consideramos correta, pois, identificaram o paralelepípedo como uma figura com “faces retangulares”, a pirâmide como uma figura com “faces triangulares e base quadrada” e, o cubo como uma figura com faces quadradas.

Das tarefas nas aulas 7 e 8 (**Pirâmides e Prismas**), escrever a justificativa relacionada às figuras, foi onde mais alunos mostraram sentir dificuldades. Nessa atividade, das 12 duplas, 4 (as duplas A, C, D, F), souberam dizer, mesmo que de forma parcial, o porquê das figuras ser “prisma” ou não. As demais duplas apresentaram as características das figuras, destacando o formato das faces e das bases das figuras (quadrangular, retangular e quadrada), o que representa avanços no reconhecimento das características das figuras geométricas. Ou seja, ainda que o resultado não tenha sido positivo como nas outras partes da tarefa das aulas 7 e 8 (**Pirâmides e Prismas**), a maioria dos alunos conseguiu identificar as características das figuras.

Para a análise dos dados apresentados, referente à atividade das aulas 7 e 8 (**Pirâmides e Prismas**), apontamos que antes da realização da tarefa, os alunos assistiram 2 trechos de vídeos, que apresentavam as propriedades das pirâmides (base triangular, quadrangular, pentagonal etc.) e/ou prismas e, foram orientados a observarem as figuras (pirâmide, prismas) construídas e planificadas no *software* GeoGebra, na aula anterior.

Assim, acreditamos que o uso do GeoGebra para a construção e respectiva planificação contribuiu para o resultado observado com a tarefa da aula 7 e 8 (**Pirâmides e Prismas**). Afirmamos isso pois, assim como Gravina e Basso (2012, p. 13), entendemos que:

A tecnologia digital coloca à nossa disposição diferentes ferramentas interativas que descortinam na tela do computador objetos dinâmicos e manipuláveis. As aulas de matemática podem se tornar mais atraentes quando transformadas em ambientes mais dinâmicos, lúdicos e representativos.

Ou seja, a dinamicidade do *software* GeoGebra, possibilitou aos alunos, a construção dessas figuras, **a percepção tridimensional**, ainda que seja na tela do computador. Isso, pois conforme Gravina (1996, p. 12), os *softwares* de geometria dinâmica trazem diversas possibilidades, uma delas é:

[...] possibilitar que, por meio da experimentação, os alunos descubram as invariantes das propriedades das figuras reproduzidas. Desta forma, as figuras tornam-se agentes no processo investigativo, já que o aluno pode perceber a diferença entre desenhar e construir uma figura, verificando que, para construí-la, não basta apenas chegar a uma aproximação desejada, mas ter a clareza sobre as propriedades e os diferentes elementos que ela possui de forma que, ao ser arrastada, mantenha as características primitivas.

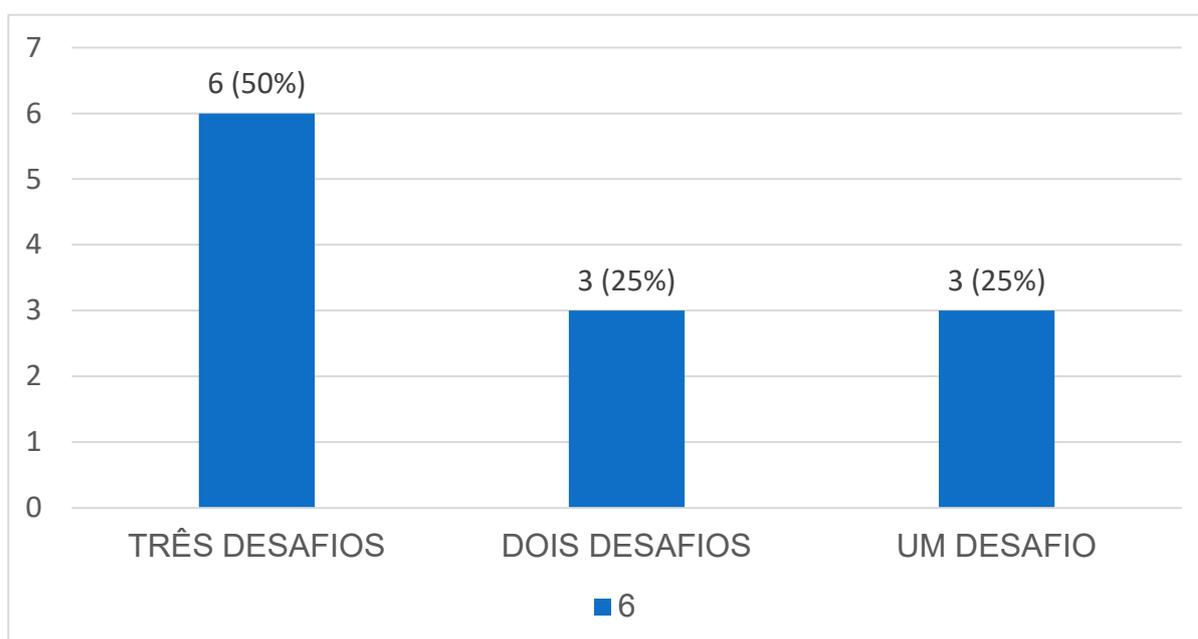
Além disso, o GeoGebra estimula a investigação por meio da experimentação proporcionada pelo contato com os ícones durante a criação da figura. Neste processo, as suas propriedades podem ser compreendidas, de forma que ao serem manipuladas nota-se que suas propriedades são mantidas. Desta forma, o *software* proporciona a interatividade do aluno com a tela do computador, de modo investigativo, além de proporcionar a pesquisa da teoria de forma prática por meio de demonstrações, possibilitando o aprendizado dos conceitos geométricos das figuras tridimensionais.

Nas aulas 9 e 10 (**Planificação dos Poliedros**), os alunos participaram de um desafio, cujo o objetivo foi construir e planificar, com o *software* GeoGebra, pelo menos dois poliedros, a partir das descrições de suas propriedades, as quais apresentamos a seguir:

- ✓ Olá amiguinhos, meu nome é Sabrina! O poliedro que vou descrever tem duas bases triangulares e três faces laterais.
- ✓ Olá amiguinhos, eu sou Léo! O meu poliedro é composto de duas bases pentagonais e todas as suas faces laterais são retangulares.
- ✓ E, eu sou o Beto! O poliedro que escolhi tem as seguintes características: ele tem duas (2) bases e seis (6) faces laterais.

Então, as duplas, receberam uma folha de papel que apresentava as propriedades e/ou características de três poliedros. Elas tiveram cerca de 50 minutos para a construção e planificação, utilizando os recursos do software GeoGebra. Nessa atividade, todos os alunos conseguiram construir pelo menos 1 poliedro, conforme apresentamos no gráfico 4. Durante a execução das tarefas, apontamos alguns questionamentos norteadores, a fim de direcionar os alunos no processo de construção.

GRÁFICO 4: Desafios dos Poliedros



Fonte: A pesquisa

O gráfico 4 apresenta dados referente a essas construções, apontando que 6 duplas (A, C, D, F, G e K) conseguiram realizar os três desafios, perfazendo assim, 18 figuras construídas; 3 duplas (B, E e L) conseguiram realizar dois desafios, perfazendo 6 figuras construídas e, 3 duplas (H, J e M) realizaram apenas 1 desafio, perfazendo 3 figuras construídas. Com isso, tivemos um total de 27 figuras construídas. A figura mais construída foi o sólido geométrico prisma triangular, por 11 duplas. Em seguida, a figura prisma pentagonal, por 9 duplas e, a menos construída foi o prisma hexagonal, por 7 duplas.

Considerando que nessa tarefa 50% dos alunos construíram as três figuras, 25% dos alunos construíram duas figuras e 25% construíram pelo menos 1 figura, apontamos esse resultado como positivo nos processos de ensino e aprendizagem dos conceitos de Geometria Espacial.

Os dados mostram que a figura mais construída corretamente foi o prisma triangular, ou seja, um poliedro com duas bases triangulares e três faces laterais. A segunda figura mais construída foi o prisma pentagonal, um poliedro com duas bases pentagonais, e faces laterais retangulares. E a terceira figura foi o prisma hexagonal, com duas bases e seis faces laterais. Esta última figura, talvez os alunos tenham sentido falta de mais algumas características relacionada a ela, pois como parte dos **questionamentos norteadores** quando perguntados sobre o motivo de não terem conseguido construir a figura, os alunos que não concluíram esse desafio, disseram que a descrição da figura não tinha dados suficientes para sua construção.

Ainda como parte dos **questionamentos norteadores**, perguntamos o que havia faltado na descrição da figura. Os alunos (ou: Eles) disseram que havia faltado a quantidade de arestas e/ou vértices, que tinham aprendido na aula da construção do paralelepípedo. Em contrapartida, os demais alunos da sala, disseram que não faltou nenhuma informação, pois adicionando as bases e a quantidade de faces no GeoGebra a figura seria desenhada na janela 2D e na 3D era só fazer a extrusão para prisma que a figura estaria feita. Percebe-se que nas falas dos alunos já há um entendimento das características que compõem as figuras geométricas e também um certo domínio no manuseio com o *software* GeoGebra para a construção desta figura.

Essas conjecturações tornam-se possíveis mediante ao uso do *software* GeoGebra, pois sem ele, os alunos não poderiam, com lápis, papel e/ou outros materiais concretos, ter o mesmo êxito nas tarefas realizadas com as potencialidades e dinamicidade que o *software* apresenta nas construções das figuras geométricas espaciais. Afirmamos isso em consonância com os PCN quando destacam que:

Quanto aos softwares educacionais é fundamental que o professor aprenda a escolhê-los em função dos objetivos que pretende atingir e de sua própria concepção de conhecimento e de aprendizagem, distinguindo os que se prestam mais a um trabalho dirigido para testar conhecimentos dos que procuram levar o aluno a interagir com o programa de forma a construir conhecimento (BRASIL, 2001, p. 47).

Nesse viés, o *software* GeoGebra, foi escolhido por trazer interatividade e dinamicidade pertinentes a SD aplicada, pois possibilitou realizar as tarefas propostas visando o ensino das figuras geométricas tridimensionais de forma eficaz.

Neste contexto, concordamos com Lieban e Müller (2012, p. 49), quando comentam que por meio “[...] de atividades com o GeoGebra, podemos criar um

ambiente mais propício para a aprendizagem de matemática”. Nesse sentido, consideramos que não só as potencialidades do *software* GeoGebra é fundamental para o sucesso nas tarefas desenvolvidas, mas também é essencial o planejamento e envolvimento do professor nas tarefas propostas, pois estas devem estar baseadas no uso das TD.

Ainda utilizando os **questionamentos norteadores**, lançamos a seguinte pergunta: Qual a principal característica na construção de um poliedro? Para esta pergunta, obtivemos algumas respostas dadas por cinco duplas de alunos, aqui identificadas por duplas: A, B, C, E e K.

Dupla A: *“no vídeo vimos que essas figuras tem partes planas”*.

Dupla B: *“os poliedros tem que ter vértices, arestas, bases e faces”*.

Dupla C: *“achamos que os poliedros são todos em 3D e com as faces planas”*.

Dupla E: *“no vídeo apareceu também que os prismas tem vários vértices e as pirâmides têm um só vértice”*.

Dupla K: *“como assistimos no vídeo, os poliedros são prismas que tem duas bases mas as pirâmides tem só uma base”*.

As respostas das duplas nos possibilita perceber que nesta aula os alunos já tinham o entendimento, mesmo que parcial, dos conceitos sobre os poliedros, os quais são sólidos geométricos, definidos no espaço tridimensional, cujas faces são planas. E, que os prismas possuem obrigatoriamente duas bases, enquanto as pirâmides possuem apenas uma.

Esses apontamentos realizados pelas duplas de estudantes é reforçada pelo documento NCTM (2008, p. 44),

O raciocínio espacial facilita a utilização de mapas, o planejamento de trajetos, a construção de plantas e a criação artística. Ainda, através da utilização de modelos concretos, desenhos e programas informáticos de geometria dinâmica, os alunos poderão envolver-se ativamente com conceitos geométricos. Assim, “com atividades bem concebidas, com ferramentas adequadas e com apoio do professor, poderão formular e explorar conjecturas e poderão aprender a raciocinar cuidadosamente sobre as noções geométricas, logo desde os primeiros anos de escolaridade”.

Consideramos que, com a utilização de *software* de matemática dinâmica, os alunos puderam conceituar as figuras geométricas e que as sequências das aulas favoreceu esse conhecimento.

Com relação à planificação, este foi um dos pontos que chamou atenção dos alunos, visto que eles tinham como utilizar o **controle deslizante** para visualizar a figuras em várias posições, dando-lhes possibilidades de observar a figura em todos os seus ângulos e também mexer nas cores, e no seu ritmo de movimento.

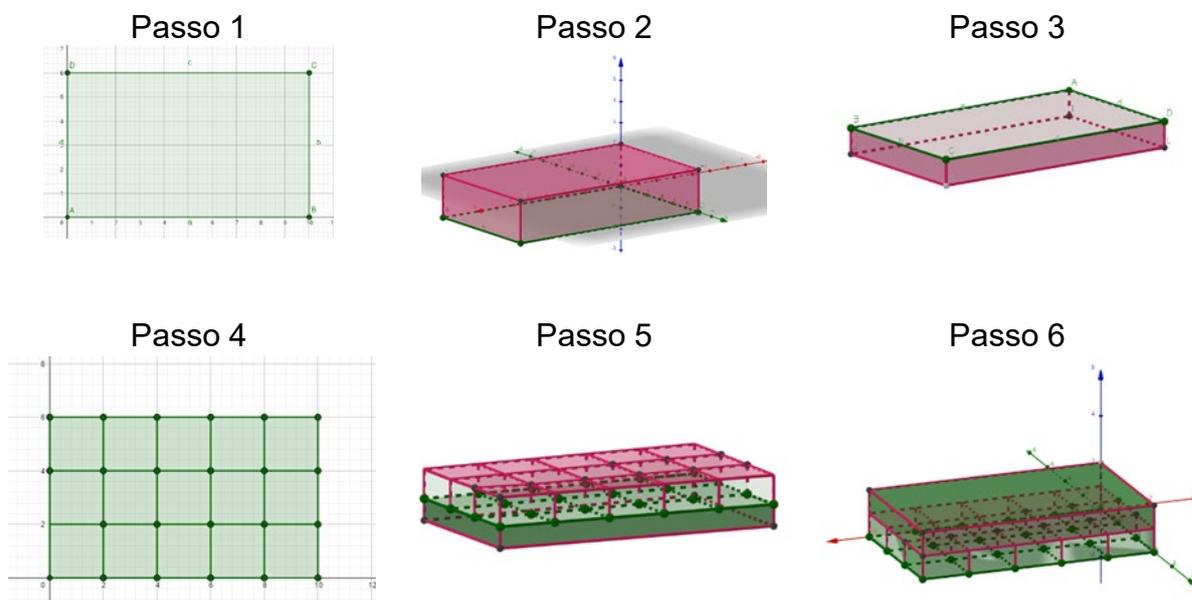
Isso confirma-se quando Arcavi (2003, p. 2017), destaca que:

A visualização é a capacidade, o processo e o produto de criação, interpretação, utilização e análise de figuras, imagens e diagramas, na nossa mente, no papel ou por intermédio de ferramentas tecnológicas, com o propósito de descrever e comunicar informação, pensar sobre e desenvolver ideias previamente desconhecidas e progredir no conhecimento.

Mediante o exposto, evidenciamos que os alunos demonstraram ter compreendido os conceitos geométricos estudados durante as aulas anteriores dessa SD. E, então, colocaram em prática as habilidades adquiridas durante esse processo.

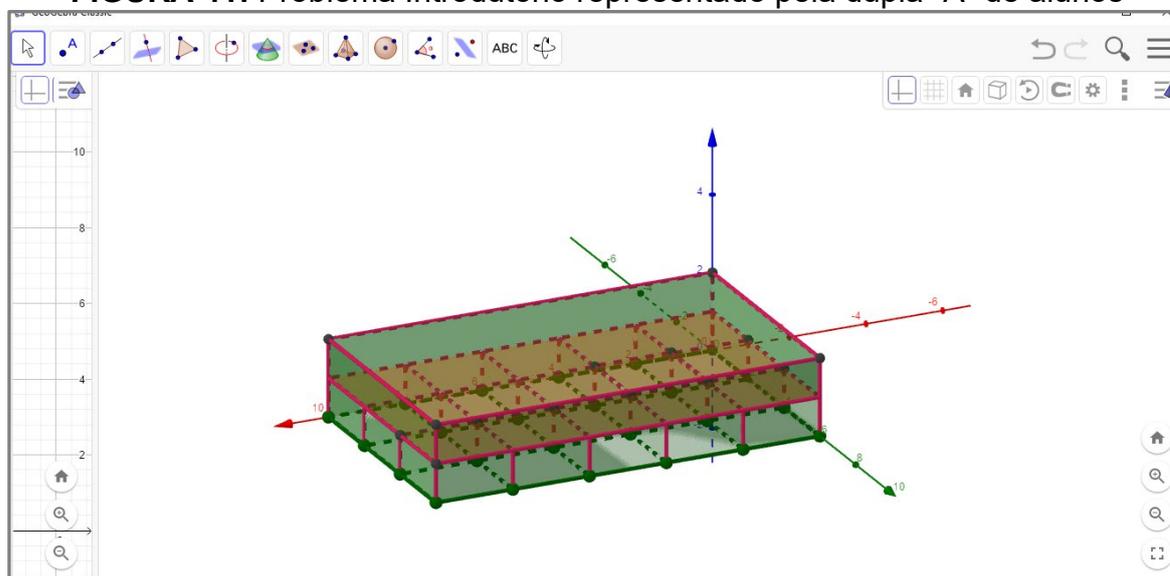
Ainda nessa aula, retomamos o **Problema Introdutório**, com objetivo que, por meio do *software* GeoGebra, apresentar os passos a serem seguidos para representar o “Problema de Alice”, problema norteador da SD realizada nessa pesquisa. O **Problema Introdutório** era o seguinte: Quantas borrachas em formato de um paralelepípedo, medindo 2cm de comprimento, 2cm de largura e 1cm de altura, cabem dentro de um outro paralelepípedo ou bloco retangular cuja base mede 10cm de comprimento por 6cm de largura? Sabendo que a altura do paralelepípedo é 3cm, utilize o GeoGebra para fazer essa representação identificando o total de borrachas que cabem dentro desse bloco retangular.

Para isso, foi preciso passar um breve tutorial indicando os procedimentos necessários para representação desse problema. Isso, pois, primeiro era necessário construir o prisma de maior tamanho na janela 2D e planificá-lo na janela 3D, baixar a base superior e somente depois dar prosseguimento às construções menores dentro desse prisma na janela 2D, como foi demonstrado no tutorial. As sequências de imagens apresentadas na figura 40 representam as etapas necessárias nesse processo.

FIGURA 40: Passos para representar o Problema Introdutório

Fonte: A pesquisa

A fim de melhor compreensão, apresentaremos na figura 41 uma ilustração da construção realizada corretamente pela dupla “A” de alunos.

FIGURA 41: Problema Introdutório representado pela dupla “A” de alunos

Fonte: A pesquisa

Nesta tarefa, das 12 duplas participantes, 10 duplas (A, B, C, D, E, F, G, H, J e M) conseguiram compreender o problema e realizaram a sua representação no *software* GeoGebra. As outras 2 duplas (I e L) apresentaram dificuldades na compreensão e interpretação do problema, e também, dificuldades em lidar com as duas janelas do *software* GeoGebra ao mesmo tempo, no caso a 2D e 3D. Observamos que esses alunos, ao manusear as duas janelas, esqueciam de algum

possível fazer construções e manipulá-las, conservando invariantes as propriedades e relações estabelecidas. Sobre isso, Gravina e Basso (2012, p. 39), esclarecem que:

Feita uma construção, mediante movimento aplicado aos pontos que dão início à construção, a figura que está na tela do computador se deforma quanto ao tamanho e posição, mas preserva as propriedades geométricas que foram impostas no processo de construção, bem como as propriedades delas decorrentes.

Ou seja, ambientes como o *software* GeoGebra possibilitam aos alunos um processo de análise à medida que estes realizam o movimento de construção e/ou desconstrução, à medida que se faz necessário. Com isso, ampliam-se as possibilidades de compreensão dos conceitos relacionados à figura que está sendo construída.

Sobre estes ambientes, Gravina e Basso (2012) lembram que, os conceitos geométricos são construídos com equilíbrio conceitual e figural, ou seja, no conceitual desenvolve habilidade em perceber representações diferentes de uma mesma configuração. E no figural, o controle sobre configurações geométricas leva à descoberta de propriedades novas e interessantes. Assim, os alunos frente ao processo de aprendizagem, podem experimentar, criar estratégias, fazer conjecturas e, além disso, argumentam e deduzem propriedades matemáticas.

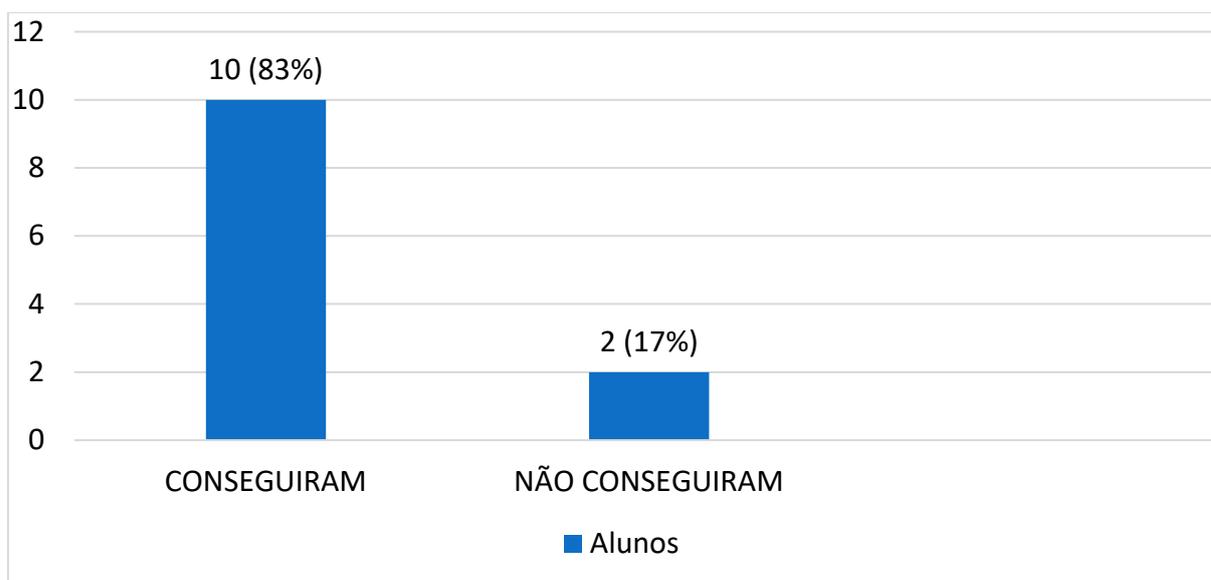
Nas aulas 11 e 12 (**Retomada do problema de Alice**), retomamos o problema inicial, que desencadeou as demais atividades da SD realizada nessa pesquisa. Iniciamos a aula distribuindo uma folha com **O Problema de Alice**, para que as duplas pudessem ler, interpretar e, utilizando o *software* GeoGebra, fizessem a representação desse problema, tendo como base o **Problema Introdutório**, cuja representação gráfica foi realizada nas aulas 9 e 10 dessa SD. **O Problema de Alice** era o seguinte:

Alice é uma menina do 4º Ano que faria 9 anos no mês seguinte. Ela queria saber quantas pessoas a mãe convidaria para a festa. Dona Joana, mãe de Alice, disse que as lembrancinhas do aniversário de Alice seriam preparadas em embalagens com formato geométrico, tendo a base quadrangular de 5 cm, altura de 4 cm, com faces triangulares. As lembrancinhas seriam guardadas em 2 prismas de bases retangulares, com 30 cm de comprimento, 20 cm de largura e 5 cm de altura. Todas as lembrancinhas ficariam com a base quadrangular voltada para baixo. Depois dessas informações, a mãe de Alice disse que o total de lembrancinhas seria a quantidade de pessoas convidadas para sua festa.

Foi disponibilizado cerca de 1h para a representação no *software* GeoGebra. Além disso, utilizamos mais 30 minutos para que os alunos respondessem algumas perguntas referentes ao problema.

Das 12 duplas de alunos participantes, 10 duplas (A, B, C, D, E, F, G, H, K e M) conseguiram realizar a representação do Problema de Alice, com GeoGebra. Apresentamos esses dados no gráfico 5, abaixo.

GRÁFICO 5: Resultado da representação do Problema de Alice



Fonte: A Pesquisa

O gráfico 5 indica que as 10 duplas de alunos conseguiram representar geometricamente **O Problema de Alice**. Acreditamos que tal resultado se deva ao fato que, durante o desenvolvimento dessa SD, termos utilizado o GeoGebra para a construção de figuras tridimensionais e/ou figuras 3D, em consonância a resolução de problemas envolvendo a Geometria Espacial. Evidenciamos também, o domínio progressivo que os alunos foram adquirindo em relação aos ícones do *software* GeoGebra, à medida que avançavam na realização das tarefas. Afirmamos isso, pois autores como Gerônimo, Barros e Franco (2010, p. 11) destacam que o uso do GeoGebra pode substituir o uso do caderno de desenho geométrico, ou seja, que o uso do GeoGebra substitui a tecnologia estática pela dinâmica.

O *software* GeoGebra pode substituir satisfatoriamente o caderno de desenho geométrico. Podemos utilizar sua interface gráfica e suas ferramentas para traçar retas, ângulos, circunferências etc. Uma das vantagens do uso do GeoGebra é que as construções são dinâmicas, isto é, sem a perda dos vínculos geométricos. Isso permite que o usuário faça grande quantidade de experimentações que lhe possibilite construir proposições geométricas.

Nestes termos, o *software* GeoGebra apresenta ícones que possibilitam infinitas construções, mas aqui, trabalhamos com apenas o necessário para o desenvolvimento da SD.

Os demais alunos que representam os 17%, exposto no gráfico 5, mostraram dificuldades na leitura e compreensão do problema e do passo a passo no GeoGebra para representá-lo. As observações realizadas no decorrer dessa tarefa, mostraram que nem todos os alunos do 4º ano, adquiriram conhecimento básico, conforme a habilidade de: “Associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais” (BRASIL, 2018, p. 290), preconizada na BNCC.

Além disso, acreditamos que esses alunos não conseguiram realizar a representação geométrica do **Problema de Alice**, por não desenvolver a percepção de visualização das imagens para conjecturar e/ou desenvolver conceitos matemáticos. Afirmamos isso, pois, conforme Hoffer (1981), em uma pesquisa acerca do ensino e da aprendizagem da geometria, ressalta que as habilidades visuais estão relacionadas à capacidade de ler desenhos e esquemas, de discriminar formas e de visualizar propriedades nelas contidas. No entanto, cabe-nos apenas conjecturar em relação a esses alunos.

Assim, não podemos deixar de enfatizar o resultado positivo obtido em relação ao todo. Ou seja, 83% dos alunos conseguiu efetivar a habilidade de expressar ideias por meio de desenhos, quando, por meio do GeoGebra, realizaram construções relativas aos problemas apresentados. Entendemos que, a dinamicidade oferecida pelo *software* GeoGebra desempenhou papel fundamental para aquisição do pensamento geométrico envolvido na resolução dos problemas. Afirmamos isso, pois, de acordo com o NCTM (2008, p. 47), a visualização espacial constitui um aspecto essencial do raciocínio geométrico, pois,

Desde o início dos primeiros anos de escolaridade, os alunos deverão desenvolver capacidades de visualização através de experiências concretas com uma diversidade de objetos geométricos e através da utilização das tecnologias, que permitem rodar, encolher e deformar uma série de objetos bi e tridimensionais. Mais tarde, os alunos deverão sentir-se à vontade na análise e no desenho das vistas, na contagem das partes componentes das figuras e na descrição das propriedades que não podem ser vistas, mas apenas inferidas. Os alunos necessitam de aprender a alterar quer física quer mentalmente, a posição, a orientação e a dimensão dos objetos de forma sistematizada, à medida que vão desenvolvendo os seus conhecimentos sobre congruência, semelhança e transformações.

Nesse viés, o *software* GeoGebra traz dinamicidade para essas construções, pois, por meio do controle deslizante, proporciona movimento em tela, possibilita inúmeras conjecturas referente às figuras representadas. Desta forma, o pensamento e conceitos geométricos podem ir se desenvolvendo, conforme ocorre a manipulação desses objetos.

Reafirmamos a importância dos *softwares* de matemática dinâmica, pois com *softwares*,

[...] “é possível visualizar as figuras em várias posições, em um curto espaço de tempo, devido à possibilidade de arrastá-las pela tela. Assim, é possível visualizar ‘todos’ os casos de uma mesma figura geométrica”, o que dificulta que sejam estabelecidas associações com figuras prototípicas. (ZULATTO 2002b, p.90)

Com a aplicação do produto idealizado para essa pesquisa, entendemos que **O Problema de Alice** trouxe possibilidades para essa exploração, visto que era necessário manipular e/ou arrastar a figura construída para observá-la em vários ângulos diferentes, para testar as conjecturas possíveis da resolução do problema. Tais apontamentos se evidenciam por meio de resultados obtidos nesta tarefa.

Após a representação do “Problema de Alice”, fizemos algumas perguntas com objetivo de observar o processo de resolução desse problema. Na figura 43, apresentamos as perguntas, e as respostas dadas pela dupla “A”.

FIGURA 43: Resposta Problema de Alice, dupla “A”.

Após estudos relacionados as figuras geométricas espaciais e manuseio do *software* GeoGebra. Responda as seguintes perguntas:

- Qual é o formato da lembrancinha de Alice? *Pirâmide*
- Qual é o formato da figura para guardar as lembrancinhas? *Paralelepípedos*
- Construa no GeoGebra as figuras para representar e visualizar a resolução do problema (colocando as pirâmides dentro do prisma).
- O total das lembrancinhas corresponde a quantidade exata de convidados. Quantos foram os convidados? *48*
- Descreva as etapas de resolução que você adotou para chegar a solução: *Fizemos um retângulo por 20 de largura e 30 de comprimento e retiramos as pirâmides de 4 de altura e depois para achar a quantidade de pirâmide nós multiplicamos 6 por 24 e depois nós pegamos esse 24 e multiplicamos por 2 que deu 48 e depois pintamos de azul.*

Fonte: A Pesquisa

Na primeira pergunta, os alunos responderam que o formato da lembrancinha de Alice era uma pirâmide. Na segunda, o formato do prisma era um paralelepípedo. Na quarta pergunta, o total de convidados correspondiam a 48 pessoas e na quinta questão descreveram os passos que seguiram para resolverem o problema por meio da operação de multiplicação.

Analisando as respostas dos alunos, apresentadas na figura 43, observamos que elas estão corretas, já que a lembrancinha de “Alice” era no formato de uma pirâmide com base quadrada; o formato da caixa para guardar as lembrancinhas era de um paralelepípedo e, o total de convidados era 48. Entretanto, o que evidencia a compreensão e a resolução do **Problema de Alice** é quando observamos a descrição dos procedimentos realizados:

“Fizemos um retângulo por 20 de largura e 30 de comprimento e subimos as pirâmides de 4 de altura e depois para vermos a quantidade de pirâmides, multiplicamos 6 por 4 e deu 24 e depois nós pegamos esses 24 e multiplicamos por 2 que deu 48 e depois pintamos de azul e rosa”.

Diante dessa descrição, percebemos que a resolução desse problema apresentou estratégias matemáticas, visuais e dinâmica que permitiu a representação do problema na tela do computador, por meio do *software* GeoGebra. Afirmamos isso, pois, conforme Walle (2009, p. 57), no trabalho com a Resolução de Problemas:

[...] os alunos se ocupam de tarefas bem escolhidas baseadas na resolução de problemas e se concentra nos métodos de resolução, o que resulta são novas compreensões da matemática embutidas na tarefa. Enquanto os alunos estão ativamente procurando relações, analisando padrões, descobrindo que métodos funcionam e quais não funcionam e justificando resultados ou avaliando e desafiando os raciocínios dos outros, eles estão necessária e favoravelmente se engajando em um pensamento reflexivo.

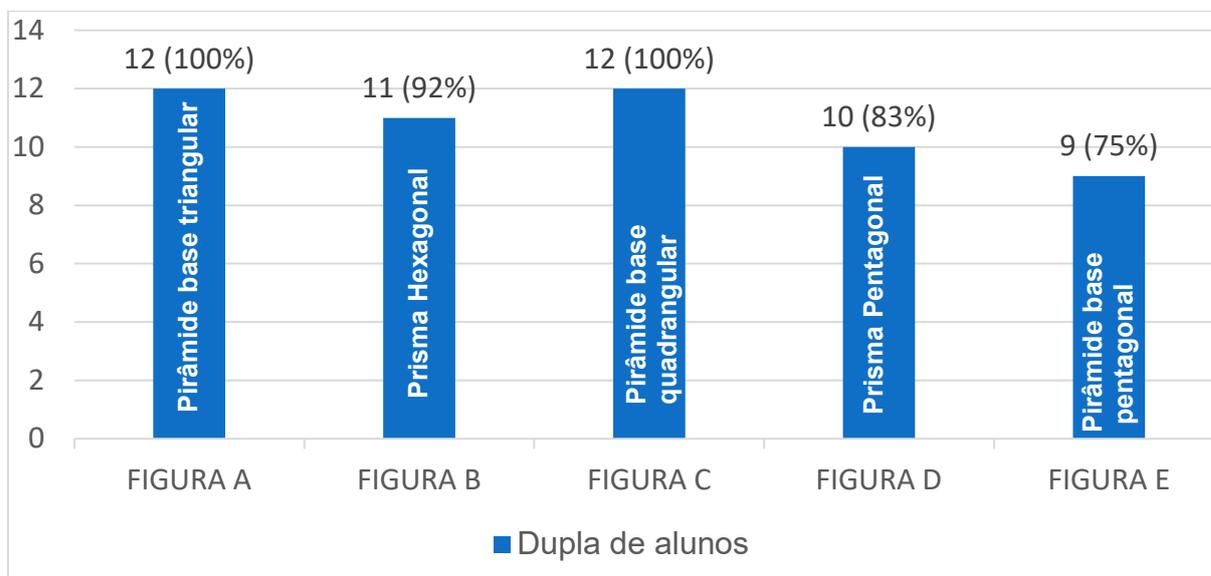
Ou seja, o envolvimento dos alunos em representar o problema por meio das TD, no caso, o *software* GeoGebra, evidencia que esse *software* pode ser uma ferramenta que ajuda aprimorar os conhecimentos no processo de ensino e aprendizagem. Inclusive, com alunos dos anos iniciais, por proporcionar novas experiências dentro do contexto que está sendo ensinado em sala de aula. Além disso, a utilização de *softwares* livres nas escolas deveria ser uma realidade, contribuindo para a difusão dessas soluções tecnológicas de baixo custo que auxiliam a inclusão das escolas públicas na era da informatização.

Nas aulas 13 e 14 (**Revisacional**) com objetivo de revisar os conhecimentos sobre Geometria Espacial que foram construídos no decorrer da SD aplicada e, também, fortalecer as ações de uso que os alunos estabeleceram em relação aos ícones do *software* GeoGebra, para as construções e representações das figuras geométricas tridimensionais. Nessa aula, apresentamos as propriedades de algumas das figuras:

- Sou uma figura que possuo 3 faces laterais, 1 base, 4 vértices e 6 arestas.
- Eu tenho 6 faces laterais, 2 bases, 12 vértices e 18 arestas.
- Possuo 4 faces laterais, 1 base, 5 vértices e 8 arestas.
- Tenho 5 faces laterais, 2 bases, 10 vértices e 15 arestas.
- Sou composta de 5 faces triangulares, 1 base pentagonal, 6 vértices e 10 arestas.

Pedimos para as duplas que escolhessem três figuras e realizassem a construção das mesmas, fazendo sua coloração, planificação e animação. A tarefa seria cumprida se cada dupla fizessem pelo menos 3 figuras, o que foi cumprido, pois nenhuma dupla deixou de fazer menos de 3 figuras, pois tivemos duplas que fizeram mais de 3 figuras. O gráfico 6 apresenta os resultados obtidos nessa tarefa.

GRÁFICO 6: Resultados da tarefa Revisacional



Fonte: A Pesquisa

Ao visualizarmos o gráfico 6 é possível observar que as figuras “A” e “C” foram construídas por 100% das duplas, sendo que a figura “A” corresponde a uma pirâmide de base triangular e a figura “C”, a uma pirâmide de base quadrada. A figura “C”, por

exemplo, corresponde ao “Problema de Alice”, problema norteador dessa SD. Assim, podemos inferir que as referências obtidas pelos alunos em relação a essa figura tenham ajudado a alcançar êxito na construção da mesma.

A figura “B” foi construída por 92% das duplas, sendo que essa figura corresponde a um prisma hexagonal e a figura “D” foi construída por 83% das duplas, essa figura corresponde a um prisma pentagonal. Já a figura “E”, foi construída por 75% das duplas, essa figura corresponde a uma pirâmide com base pentagonal. Assim, as construções realizadas pelas duplas de alunos alcançou um bom resultado, considerando o número de construções realizadas no *software* GeoGebra, visto que os alunos não estão acostumados a visualizar pirâmides com bases maiores, como as bases pentagonal, hexagonal e etc. E, sim as de bases menores como triangular e quadrangular, vistos nos livros didáticos disponíveis para eles.

Destarte, destacamos o êxito dessa tarefa aos conceitos adquiridos no decorrer da SD e a visualização dos objetos na tela do computador, por meio do *software* GeoGebra, onde os alunos construíram figuras pela compreensão de suas propriedades associados aos recursos disponibilizados no GeoGebra. Assim, concordamos com Borba *et al* (2018, p. 57), quando afirma que a visualização: “[...] oferece meios para que conexões entre representações possam acontecer. Assim, a visualização é protagonista na produção de sentidos e na aprendizagem matemática”.

As facilidades obtidas por meio das TD devem ser refletidas também nos ambientes de ensino, como nas aulas de matemática, onde é possível diversificar a metodologia introduzindo *softwares* dinâmicos, principalmente, quando o assunto é Geometria. Nessa direção, Gravina e Basso (2012, p. 34) afirmam que:

[...] as mídias digitais se tornam realmente interessantes quando elas nos ajudam a mudar a dinâmica da sala de aula na direção de valorizar o desenvolvimento de habilidades cognitivas com a concomitante aprendizagem da Matemática.

Assim, a construção dos conceitos geométricos realizados pelos alunos nesta tarefa, deve-se a utilização do *software* de matemática dinâmica, pois é mais um recurso pedagógico que pode auxiliar o professor a inovar sua metodologia, tornando o ensino da Geometria mais ágil e dinâmico, possibilitando aos alunos trabalhar com figuras geométricas em movimento. O que permite a eles, melhor percepção do objeto criado, facilitando o entendimento das características e semelhanças que essas

figuras possuem. Além de facilitar a compreensão dos conceitos matemáticos necessários para seu desenvolvimento cognitivo.

Nesse ínterim, a visualização das figuras, ensejada pelo GeoGebra, permite conjecturar ações estratégicas que possibilitam a aquisição dos conceitos geométricos e o ensino da matemática. Assim concordamos com Duval (1999), quando enfatiza que a visualização se configura como a ilustração de uma afirmação, à exploração heurística³⁵ de uma situação ou uma verificação subjetiva. Ou seja, a construção de figuras, pode desempenhar o papel de um modelo que relaciona as ações sobre os resultados representados.

Esses processos se interligam diretamente com os *softwares* de matemática dinâmica, pois esse dinamismo é obtido por meio da manipulação direta sob as representações que se apresentam na tela do computador. E ainda, conforme Gravina e Santarosa (1998, p. 9),

oferecem instâncias físicas em que a representação passa a ter caráter dinâmico, e isto tem reflexos nos processos cognitivos, particularmente no que diz respeito às concretizações mentais. Um mesmo objeto matemático passa a ter representação mutável.

Desta forma, a dinamicidade trazida por meio dos *softwares* rompe com a visão de construções de conceitos que utilizam o modelo estático dando lugar a dinamicidade, assim o uso de uma TD, pontencializa descobertas antes ocultas pela tecnologia estática do lápis e papel.

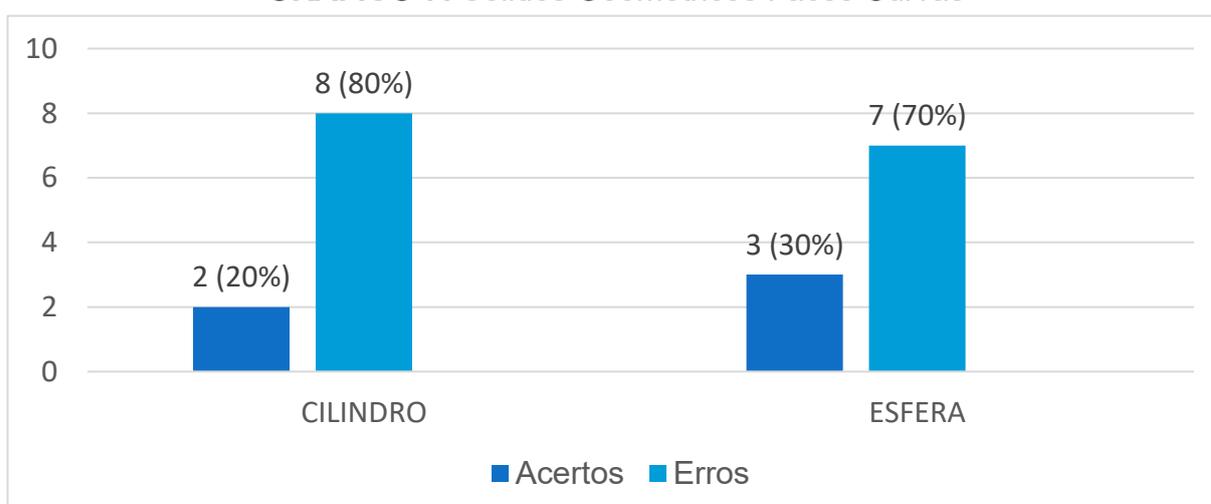
Neste contexto, o GeoGebra é considerado um *software* interativo, o qual oportuniza aos seus usuários estarem inclusos no processo de construção, dando possibilidade de deduzir os conceitos geométricos e/ou matemáticos. Assim, nessa categoria “**Sólidos geométricos com faces planas**”, foram apresentadas tarefas com os sólidos geométricos, as quais os alunos conseguiram por meio das características dessas figuras conceituar essa categoria. Além disso, fizeram uso da resolução de problemas de Geometria Espacial por meio das TD, ou seja, o *software* GeoGebra.

³⁵ O termo “heurístico” é de origem grega. As traduções desse termo e de suas derivações trazem significados como: “encontrar, descobrir, inventar; inventivo; engenhoso”. Mas especificamente, a partir da concepção de Polya (1957), o termo refere-se à arte relativa a descoberta e a invenção. Fonte: Borba *et al* (2018, p. 70).

4.2 CATEGORIA DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS COM FACES CURVAS

Nesta categoria, daremos continuidade à análise dos dados, considerando as tarefas referentes às figuras com faces curvas, conhecidas também por figuras “não poliédricas”. Assim, esta categoria tem o objetivo de analisar os dados produzidos a partir de tarefas relacionadas à diferenciação entre os poliedros e os não poliedros. Isso, pois, as características das figuras dessa categoria são “não poliédricas”. Ou seja, sólidos geométricos que possuem unicamente superfícies curvas ou uma junção de faces planas e curvas, por possuir formas arredondadas e são formadas pela rotação de uma figura plana em seu próprio eixo. Essencialmente, as figuras esfera, cone e cilindro. Nessa categoria, também, iniciamos o processo de análise considerando a primeira tarefa da SD que foi apresentada nas aulas 3 e 4 (**Sólidos Geométricos**), com participação de 20 alunos. Nessa tarefa, solicitamos aos alunos que, em duplas, realizassem o preenchimento do quadro **Características das Figuras em 3D**, de modo que fizessem associação entre o nome da figura e algumas características como faces curvas, pontas, faces retangulares, faces triangulares, bases circulares e faces quadradas. Foi realizada após assistirem um trecho do vídeo “**Introdução I Formas Geométricas Espaciais 6º Ano – EF – Aula 1**”³⁶, que abordou as formas geométricas espaciais e suas características. No Gráfico 7, apresentamos os acertos e os erros relativos às figuras com faces curvas.

GRÁFICO 7: Sólidos Geométricos Faces Curvas



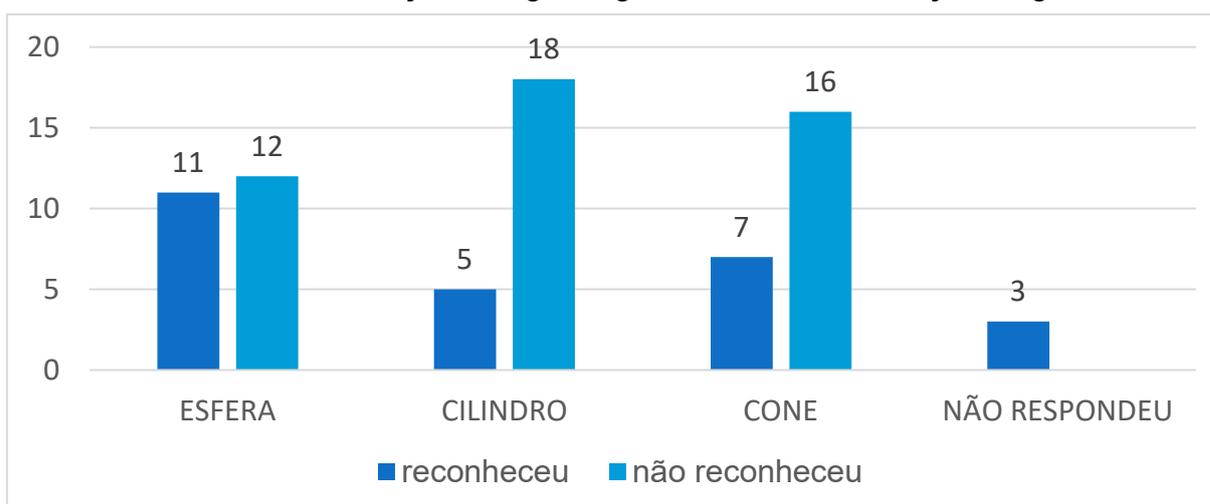
Fonte: A pesquisa

³⁶ Disponível em: <https://youtu.be/OF4tRusOK7Q>. Acesso em: 03 de abr. 2019.

Ao analisarmos o gráfico, é possível observar que é expressiva a diferença entre os alunos que identificaram corretamente e os que não conseguiram identificar corretamente o cilindro e a esfera, a partir das características apresentadas na tarefa. A coluna azul-claro no gráfico indica que 80% das duplas não conseguiram relacionar o cilindro com as características dadas e, 70% das duplas não conseguiram relacionar a esfera com as características dadas. Esses dados nos chamam atenção, pois fica evidente que nesta primeira tarefa os alunos não conseguiram caracterizar as figuras não poliédricas. Isso, talvez, deva-se ao fato de que, nas séries anteriores, esses alunos não tenham construído os conceitos geométricos relacionados a essas figuras com faces curvas e/ou arredondadas, preconizadas na BNCC (2018).

Tal hipótese decorre dos resultados obtidos na “**Avaliação Diagnóstica**”, aplicada individualmente aos 26 alunos, no início da pesquisa, com objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos, mesmo que de forma parcial, em relação à unidade temática de Geometria Espacial. Nessa avaliação, observamos que os alunos não conseguiram visualizar as figuras no campo tridimensional, fazendo uma inversão na identificação das figuras geométricas. Buscamos retratar tal situação por meio do gráfico 8.

GRÁFICO 8: Identificação de figuras geométricas na avaliação diagnóstica



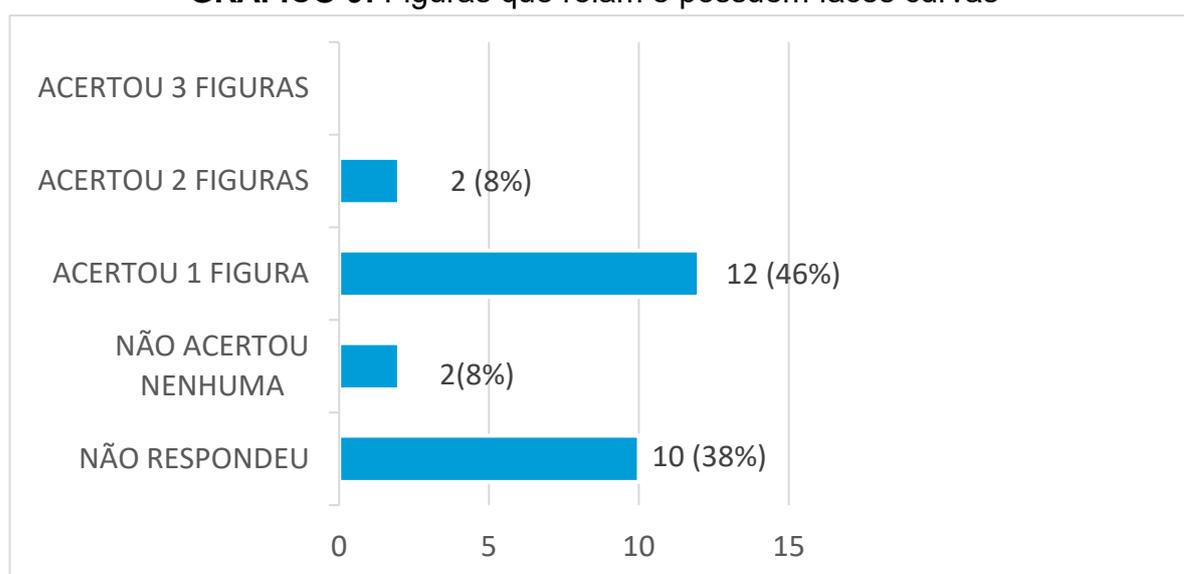
Fonte: A pesquisa

Os dados apresentados no gráfico 8 retrata bem as dificuldades enfrentadas pelos alunos até aquele dado momento da aplicação da SD. Pois, com a Avaliação Diagnóstica obtivemos os seguintes dados: com relação à figura da esfera, dos 26 alunos participantes, 12 não reconheceram essa figura, confundindo-a com um círculo

e 11 desses alunos conseguiram visualizar o campo tridimensional e nomear corretamente a figura. Na figura do cilindro, 18 alunos não souberam identificar, pois a confundiram com outras figuras, como por exemplo o retângulo e 5 deles conseguiram nomear corretamente. E, em relação à figura do cone, 16 alunos não identificaram essa figura, nomearam como sendo um triângulo e 7 deles conseguiram. E, 3 deles não responderam. Os números apresentados no gráfico, mostram que esses alunos não conseguiram identificar as diferenças entre esfera e círculo, entre cone e triângulo; entre cilindro e retângulo. Assim, supomos que eles nomearam as figuras relacionando com aquelas já estudadas no ano anterior, nos livros do IAB, ou seja, as figuras planas como: triângulos, retângulos e círculos. Pois não souberam identificar e/ou nomear as figuras corretamente, escreviam outras como exemplificado anteriormente. Com isso, não conseguiram identificar e/ou nomear corretamente as figuras tridimensionais na avaliação diagnóstica.

Ainda nessa avaliação diagnóstica, apresentamos a imagem de um cubo, de uma esfera, de um paralelepípedo, de um cilindro e de um cone e fizemos algumas perguntas. Dentre elas perguntamos: **Quais figuras que rolam e possuem faces curvas?** Os resultados relativos a essa pergunta são apresentados por meio do gráfico 9, especificamente em relação às figuras que rolam e possuem faces curvas: a esfera, o cilindro e o cone.

GRÁFICO 9: Figuras que rolam e possuem faces curvas



Fonte: A pesquisa

Analisando o gráfico 9, obtivemos os seguintes resultados: dos 26 alunos participantes, nenhum conseguiu identificar as 3 figuras; 8% desses alunos

conseguiram identificar 2 figuras; 46% dos alunos conseguiram identificar apenas 1 figura; e, os outros 46% alunos não conseguiram identificar nenhuma das 3 figuras (não acertou nenhuma ou não respondeu). Ou seja, quase metade dos alunos (46%) não respondeu ou não acertou nenhuma das figuras. Da mesma forma, quase metade (46%) apontou corretamente apenas 1 das 3 figuras. Com isso, evidencia-se que esses alunos, não tenham construído quaisquer conceitos relacionados a essas figuras com faces curvas e/ou arredondadas, nas séries anteriores, conforme hipotetizamos anteriormente.

Essa atividade ainda possibilitou identificar que, a esfera foi a figura que mais obteve acertos em relação a apontar que essa figura não possuía faces planas e sim arredondadas, ou seja, tem formato esférico.

Assim, pudemos constatar que, até a realização da **Avaliação Diagnóstica**, os conhecimentos prévios desses alunos deixavam muito a desejar, pois ainda não conseguiam caracterizar as figuras com faces curvas e/ou arredondadas. Nesse sentido, concordamos com Lorenzato (2006, p. 44) quando este salienta que:

a criança realiza suas primeiras experiências de vida quando vê, ouve e manuseia com a ajuda da linguagem, mas principalmente com o auxílio da percepção espacial iniciando suas descobertas. [Por isso,] É importante ressaltar que a criança deve ser incentivada a explorar o espaço em que vive, porque a efetiva aprendizagem acontece “pelas ações mentais que a criança realiza quando compara, distingue, separa e monta”.

Os aspectos evidenciados na análise dos resultados dessa atividade, reforçam a necessidade da importância do estudo da Geometria. Pois, conforme Freudenthal (1973, p. 403), a importância da Geometria está, essencialmente, relacionada a conhecer o espaço “em que a criança vive, respira e se movimenta”. Ao contrário disso, os conceitos geométricos ficam distorcidos, pois, com a ausência do estudo da Geometria, “[...] as pessoas não desenvolvem o pensar geométrico ou o raciocínio visual e, sem essa habilidade, elas dificilmente conseguirão resolver as situações de vida que forem geometrizadas [...]” (LORENZATO, 1995, p. 5).

São razões como estas que nos fazem pensar na importância que o estudo de figuras geométricas espaciais é relevante no ensino desde a infância aos bancos universitários, pois ela está presente no nosso dia a dia e é utilizada constantemente em todas as áreas do conhecimento.

As análises realizadas referente aos produzidos nas aulas 5 e 6 (**poliedros e não poliedros**), na qual apresentamos as figuras não poliédricas, por meio de vídeos,

slides e via explicação do professor pesquisador. Na “Parte 2” do vídeo “**Introdução I Formas Geométricas Espaciais 6º Ano – EF – Aula 1**”, os alunos puderam visualizar as seguintes figuras: esfera, cilindro, cone, cubo, paralelepípedo e pirâmide. Assim, foram explicadas as características de cada figura, diferenciando-as como poliedros e não poliedros. Isso possibilitou que os alunos pudessem observar, por meio das características, a classificação das formas geométricas não poliédricas, neste caso, as figuras da esfera, do cone e do cilindro.

Por meio do seguinte **questionamento**: Dentre as figuras planas, observaram alguma figura que não possui as mesmas características? Sabem classificá-las? Sabem dizer o por quê não são poliédricas?

Selecionamos algumas respostas aleatórias de três duplas, em relação a esses questionamentos, as quais apresentamos no quadro 6.

QUADRO 6: Respostas dos alunos sobre a esfera, o cone e o cilindro

Dupla A: “A esfera é uma bola, não tem partes planas”.

Dupla B: “A esfera, o cone e o cilindro são objetos que rolam, por isso não tem partes planas e sim arredondadas”.

Dupla D: “A esfera rola, o cilindro rola só para a lateral e o cone rola próximo dele. Por isso, são figuras não poliédricas, como mostrou no vídeo”.

Fonte: A pesquisa

Analisando as respostas das duplas, percebemos que a partir do assunto estudado, por meio dos vídeos, *slides* e explicação, fica perceptível a compreensão dos alunos em relação à classificação das figuras não poliédricas. Pois as respostas aproximam-se do que consideramos correta, ou seja, a esfera é uma figura não poliédrica, pois a mesma não possui bases, não possui vértices e não tem arestas e tem formato esférico. (GESTAR I, 2007).

Conforme o Caderno³⁷ de Teoria e Prática 5: Geometria I (GESTAR I, 2007), o cilindro possui superfície curva e tem duas bases com a forma arredondadas (circunferências), além de rolar. E, o cone, possui uma superfície curva, tem uma base na forma arredondadas (circunferência) e tem um vértice, parecido com a pirâmide

³⁷ Programa Gestão da Aprendizagem Escolar: Gestar I, Matemática: Caderno de Teoria e Prática 5. Geometria I. Brasília 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/gestar/tpmatematica/mat_tp5.pdf.

não fosse pelas bases e faces planas. Assim, os alunos entenderam que a figura do cone rolava ao redor dele mesmo por causa de sua ponta (vértice), ou seja, o cone rolava em volta do seu próprio eixo.

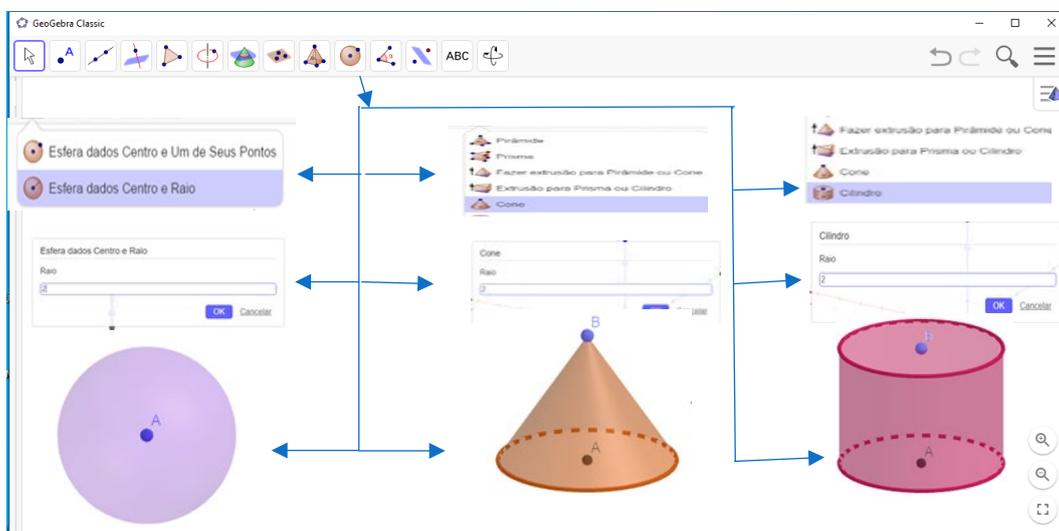
Nesta aula, foi observado que a característica marcante que definiu os conceitos aprendidos pelos alunos em relação as figuras não poliédricas, foram a ausência da quantidade de vértices, bases e arestas, além da característica de rolar. Pois as respostas dos alunos traziam essas evidências, devido também de já terem a ideia de que as figuras poliédricas continham faces planas e permaneciam equilibrados em uma superfície plana, já que todas as suas faces são compostas por superfícies planas. Mesmo tendo figuras como o cone e o cilindro que apresentam pelo menos uma base plana, conseguiram diferenciar as figuras poliédricas e as não poliédricas, destacando uma de suas características, “rolar”.

Nas aulas 7 e 8 (**Pirâmides e Prismas**), iniciamos a aula com o vídeo “**Parte 2**” do vídeo “**Cone Prisma Cilindro Pirâmide I Formas Geométricas Espaciais 6º Ano – EF- Aula 2**”, onde as duplas puderam observar mais uma vez as propriedades das figuras, destacando as figuras com corpos redondos e/ou não poliédricas. Nesta aula, pedimos aos alunos para construírem no *software* GeoGebra as figuras de um cone, uma esfera e um cilindro, visualizando as propriedades e as características de cada figura.

Quanto à construção da esfera, os alunos do 4º ano utilizaram a janela 3D do GeoGebra, e então, clicando no ícone que representa a esfera, davam o comando de um ponto “A” e “B”, à esfera era construída. Uma outra opção era colocar um valor qualquer no raio e seria realizada a construção da esfera. Por não terem tido dificuldades nessa construção, fizeram vários tamanhos de esfera, inclusive deslocando um dos pontos, observaram que aumentava e diminuía o tamanho da figura.

No GeoGebra, para construir o cone, os alunos também especificavam dois pontos e, então colocando o valor do raio desejado, para construção do cone. Da mesma forma, fizeram para a construção do cilindro. Ou seja, especificavam dois pontos “A” e “B” e inseriam o valor do raio, e então o cilindro era construído, sendo possível a visualização e observação de suas características. Os resultados dessa atividade são ilustrados por meio da figura 44.

FIGURA 44: Representação da construção de esfera, cone e cilindro na interface do GeoGebra na janela 3D



Fonte: A pesquisa

Todos os alunos conseguiram construir as três figuras e utilizaram o ícone “mover” para observar as figuras de ângulos diferentes e conceituá-las conforme suas características. Consoante a isso, destacamos as contribuições do GeoGebra no desenvolvimento dessa atividade. Assim, fica evidente que o professor tem várias possibilidades de diversificar a metodologia de ensino, particularmente, utilizando *softwares* de matemática dinâmica, como o GeoGebra, principalmente, quando o assunto é Geometria Espacial. De acordo com Becker (2009, p. 27), nos estudos sobre visualização geométrica e representações dos sólidos em diagramas,

Gutiérrez (1992) afirma que quando se trabalha Geometria Espacial, é fundamental que se tenha em mente a visualização. A capacidade de visualização é uma habilidade básica nesse campo de conhecimento. Uma pessoa que tem dificuldades em visualização terá problemas em entender contextos gráficos apresentados nos livros e apresentará dificuldades em expressar suas próprias ideias.

Diante do exposto, os *softwares* que integram os recursos de som, imagem e movimento permite a dinâmica perfeita entre o aluno e o computador, desenvolvendo a habilidade de visualização, permitindo aos alunos adquirir os conhecimentos dos conceitos geométricos e/ou matemáticos necessários nessa área. Neste aspecto, o GeoGebra é considerado um *software* interativo, pois permite a interação do aluno com a máquina, dá aos alunos possibilidades de conjecturar estratégias para resolver problemas. Isso porque o GeoGebra “[...] oferece suporte as concretizações e ações mentais do aluno; isto se materializa na representação dos objetivos matemáticos na

tela do computador e na possibilidade de manipular estes objetos via sua representação” (GRAVINA; SANTAROSA, 1998, p. 10).

Neste aspecto, a dinamicidade oferecida por *softwares* de matemática dinâmica como o GeoGebra permite que os alunos se dediquem em situações que exigem atitudes que caracterizam o desenvolvimento de conceitos geométricos, neste caso, especificamente da Geometria Espacial.

Ainda nessa categoria, utilizaremos os dados produzidos na autoavaliação, realizada no final da última aula. Essa avaliação foi fundamental para obtermos o *feedback* da SD aplicada. Foram realizadas perguntas referentes ao ensino da Geometria Espacial com o uso do GeoGebra. Salientamos que os dados que serão analisados a partir de agora, não são especificamente relacionados às figuras de faces curvas, como se propõe essa categoria. Entretanto, julgamos importante analisá-los, pois, eles contribuem para apresentarmos respostas à nossa questão de investigação. Para isso, iremos apresentar as respostas das duplas em pelo menos uma ou duas das questões para contemplar a visão de todos os participantes, por meio da identificação das duplas pelas letras de A a M, perfazendo o total de 13 duplas, no total de 26 de alunos participantes da pesquisa.

A primeira pergunta aos alunos participantes foi: “Acharam relevante estudar matemática utilizando TD, por meio do *software* GeoGebra?”. Algumas das respostas são apresentadas no quadro 7.

QUADRO 7: A relevância de estudar utilizando o GeoGebra

Dupla A: *“sim, porque a tecnologia ensina a descobrir mais coisas, como as figuras espaciais”.*

Dupla C: *“foi importante sim, pois foi divertido fazer figuras tridimensionais”.*

Dupla E: *“sim, foi relevante e este é o melhor jeito de estudar matemática”.*

Dupla M: *“sim, pois aprendemos as características das figuras em 3D”.*

Fonte: A pesquisa

As respostas dadas pelas duplas, sujeitos da pesquisa, nos permitem acreditar que a SD aplicada trouxe dinamicidade ao ensino, por meio do *software* GeoGebra. Afirmamos isso, pois, o documento NCTM (2008, p. 44), aponta que:

por meio da utilização de modelos concretos, desenhos e programas de matemática dinâmica, os alunos poderão envolver-se ativamente com

conceitos geométricos [...] formular e explorar conjecturas e poderão aprender a raciocinar cuidadosamente sobre as noções geométricas.

Assim, o GeoGebra, possibilitou a construção de figuras, por meio de algumas ferramentas e/ou ícones. Esse *software* permite que o aluno vá além das construções das figuras, ele também consegue visualizar, manusear, exibir, interagir com essas figuras de tal forma que transcenda outras experiências (dinamicidade), além do que já conhece como por exemplo, a tecnologia estática de lápis e papel. A inserção de *softwares* de matemática dinâmica traz benefícios as aulas de matemática, principalmente quando se trata de Geometria Espacial. Desta forma, o professor quando utiliza o GeoGebra em suas aulas, possibilita também agilidade no desenvolvimento das tarefas, o que não seria possível utilizando livros, quadros, caderno. Além disso, esses *softwares* propiciam que o aluno interaja com o objeto criado, possibilitando que esse aluno compreenda os conceitos geométricos das figuras, destacando suas semelhanças, diferenças e características, de maneira dinâmica, atrativa e significativa para o atual contexto que ele se encontra.

Na segunda questão, foi feita a seguinte pergunta aos alunos “as aulas utilizando as TD foram satisfatórias?”. No quadro 8 apresentamos algumas respostas para essa pergunta.

QUADRO 8: Satisfação dos alunos por utilizarem uma TD

Dupla A: *“sim, pois precisamos estudar com as tecnologias”.*

Dupla C: *“sim. Porque fazer figuras 3D é muito legal e a gente aprende”.*

Dupla D: *“sim, facilita aprender as formas geométricas”.*

Dupla H: *“foi sim satisfatório, porque fazendo as tarefas no GeoGebra, aprendemos”.*

Dupla J: *“sim, pois é novidade para nós estudantes”.*

Dupla M: *“muito bom aprender mexendo no computador”.*

Fonte: A Pesquisa

As respostas dos alunos nos remetem ao pensamento de Miskulin (2006), quando aponta que o desenvolvimento tecnológico proporciona uma nova visão ao processo educacional. Ou seja, a TD traz novas possibilidades de aprender de forma dinâmica e aprazível, fazendo com que o aluno se sinta envolvido na aula, construindo seu próprio conhecimento e desenvolvendo novas habilidades.

Nesse viés, Costa (2017) aponta que o uso do GeoGebra em sala de aula é uma maneira diferente da tradicional de se ensinar e aprender, onde professor e aluno podem por meio dele tornar o ambiente de ensino estimulador e mais dinâmico. Afirma ainda, que “a utilização de uma metodologia que permita a participação efetiva dos alunos na construção dos conceitos matemáticos deixa-os mais entusiasmados ao passo que o aprendizado se torna mais concreto (COSTA, 2017, p. 59).

Assim, por meio dos recursos de animação de alguns *softwares* de matemática dinâmica, o aluno pode construir, mover e observar as figuras geométricas de vários ângulos. O que não ocorreria utilizando a tecnologia estática de (papel, lápis e quadro negro, por exemplo), pois há figuras cuja construção requer o uso de uma TD. E, que se tornam facilmente factíveis com o uso de um *software* como o GeoGebra.

Na questão três, foi perguntado aos alunos “qual foi a maior dificuldade para realizar as tarefas”. Apresentamos algumas respostas para essa pergunta no quadro 9.

QUADRO 9: Dificuldades iniciais elencadas pelos alunos no manuseio com o *software* GeoGebra

Dupla B: *“no começo foi saber o nome das figuras, como o paralelepípedo”.*

Dupla C: *“entender algumas ferramentas do software GeoGebra”.*

Dupla G: *“foi difícil no início, mexer no GeoGebra, mas depois aprendemos”.*

Dupla I: *“sentimos dificuldades na representação do problema de Alice”. “tivemos dificuldades de mexer nas duas janelas ao mesmo tempo”.*

Dupla k: *“tivemos dificuldades em construir algumas figuras geométricas”.*

Dupla L: *“dificuldade inicial com o software, depois aprendemos”*

Fonte: A pesquisa

Analisando essas respostas, percebemos que o *software* GeoGebra, era novidade para os alunos, o que aguçou a curiosidades dos mesmos para manuseá-lo. Por ser algo novo para eles, no início, sentiram algumas dificuldades técnicas, pois alguns ícones de comando são específicos para uma função e outros possibilitam realizar várias funções.

Além disso, afirmativas como *“foi difícil no início, mexer no GeoGebra, mas depois aprendemos”* e *“dificuldade inicial com o software, depois aprendemos”*, nos

permitem acreditar que, apesar das dificuldades que os alunos tiveram para manusear o GeoGebra, os mesmos puderam aprender a partir desse uso. Para explicar esses ocorridos, parafraseamos Gravina (1996), a qual destaca que o aspecto de construção de objetos geométricos raramente é abordado nas aulas e dificilmente encontramos em livros didáticos a instrução “construa”³⁸. Todavia, a autora exprime que esta é uma das tarefas que leva o aluno a desenvolver o domínio dos conceitos geométricos. Ou seja, é por meio das construções que os alunos adquirem os conceitos geométricos.

Nesse contexto, podemos conjecturar que os alunos participantes da pesquisa até o dado momento, não tinham tido contato com nenhum *software* que proporcionasse recursos de “construção” de figuras geométricas. Um dos motivos para afirmativas como “*foi difícil no início*”. Mas após se familiarizarem com o *software*, logo perceberam as potencialidades desse *software* em relação às construções das figuras geométricas e a dinamicidade oferecida por ele, onde verificamos pela resposta afirmativa “*aprendemos*”.

Conjecturamos que isso ocorre pois, essas crianças nasceram na era digital e a curiosidade em relação a algo novo e relacionado a esse tema as levam a querer esquadrihar as várias formas de aprender por meio das TD. Pois a inserção das TD na escola é um fato e descobrir algo novo, faz parte da construção do conhecimento. Assim, percebemos que o *software* GeoGebra trouxe expectativas aos alunos em querer explorar os vários ícones do *software*, conforme as tarefas dispostas da SD dessa pesquisa.

É importante ressaltar que o objetivo com a aplicação da SD não era que o aluno participante aprendesse a manusear por completo o *software* GeoGebra, até mesmo por que este *software* pode ser utilizado por estudantes tanto do Ensino Fundamental, anos iniciais, como Ensino Médio e Superior, nas funções de álgebra, geometria e cálculos. Esse pensamento é corroborado por Villiers (2007) quando destaca que, as potencialidades dos *softwares* de matemática dinâmica são muitas.

³⁸ Construir é utilizar as propriedades do objeto geométrico para obter a sua representação. A construção, quando realizada num software de geometria dinâmica, preserva, quando do deslocamento de um dos seus pontos, as propriedades ligadas ao objeto geométrico que representa. Podemos dizer que, nesse caso, a construção é um desenho dinâmico que não perde as suas propriedades quando do deslocamento de um dos seus pontos de base.” Bongiovanni (2006 p.3)

E alerta de algumas “armadilhas”. Entre elas, sobre dominar totalmente o *software* antes de o usar.

Não é preciso dominar totalmente o *software* antes de poder usar para explorar, aprender, conceituar, conjecturar, etc., os alunos podem recorrer a construções já prontas do próprio *software*. Outra possibilidade, é desenvolver ou expor os alunos a um tipo específico de ferramentas necessárias para um contexto particular de aprendizagem. VILLIERS (2007, p. 46).

Tal situação decorre do fato desses estudantes, que nasceram a partir de 1990, rodeados pelas TD serem “nativos digitais” (PRENSKY, 2001). Assim, o universo digital desses estudantes é parte integrante de suas vidas, pois, de acordo com Prensky (2001, p. 1), com “[...] o grande volume de interação com a tecnologia, os alunos de hoje pensam e processam as informações bem diferentes das gerações anteriores”.

Assim, consideramos que o *software* pode ser explorado aos poucos e conforme o objetivo de cada tarefa. Prensky (2001, p. 60), aponta ainda, que os alunos devem estar em “permanente estado de aprendizagem e de adaptação ao novo”, ou seja, procurando aprender novas formas de processos de ensino, principalmente quando se trata de TD.

Ainda, perguntamos: “O que mais gostaram em relação à SD, ou seja, o desenvolvimento das aulas?”. Algumas respostas são apresentadas no quadro 10.

QUADRO 10: Respostas dos alunos quanto à aplicação da SD

Dupla A: *“gostamos de desenhar as figuras e ver todas as suas partes”.*

Dupla C: *“de transformar as figuras em 3D e planificá-las”.*

Dupla E: *“gostamos de construir figuras, colocar cor e mexer nelas”.*

Dupla F: *“de conhecer o que são bases, faces, arestas e vértices das figuras”*

Dupla G: *“aprendemos a mexer no computador e sobre matemática”.*

Dupla M: *“aprendemos a resolver o problema da borracha e o problema de Alice, gostamos de tudo”.*

Fonte: A pesquisa

Analisando as respostas dos alunos, julgamos como positivas, pois as falas dos alunos, remetem à satisfação em utilizar uma TD, como o *software* GeoGebra nas

aulas de matemática, aprendendo sobre as figuras tridimensionais, concomitante à resolução de problemas.

Em concordância com os apontamentos realizados pelos alunos participantes da pesquisa, Lorenzato (2006, p. 25) comenta:

Para o aluno, mais importante que conhecer essas verdades matemáticas, é obter a alegria da descoberta, a percepção da sua competência, a melhoria da autoimagem, a certeza de que vale a pena procurar soluções e fazer constatações, a satisfação do sucesso, e compreender que a matemática, longe de ser um bicho-papão, é um campo de saber onde ele, aluno, pode navegar.

As falas como a da dupla “A”: *“gostamos de desenhar as figuras e ver todas as suas partes”*, representam bem a satisfação obtida pelos alunos em estudar matemática com uma TD, a qual proporcionou uma interação do aluno com o computador por meio das construções realizadas. É importante ressaltar que a SD, foi planejadas para dinamizar o ensino das figuras tridimensionais. Sobre isso, Onuchic (2004, p. 221), relembra que “[...] o professor é responsável pela criação e manutenção de um ambiente matemático motivador e estimulante em que a aula deve transcorrer”.

Para a autora, a aula baseia-se em três momentos: o antes, no qual o professor deve garantir que os alunos estejam mentalmente preparados; o durante, no qual os alunos trabalham e o professor observa e avalia; e o depois, no qual o professor aceita a solução, mas sem avaliar, provoca as discussões e os alunos justificam e avaliam seus métodos e resultados. A partir daí, são construídos novos conceitos e aprendidos novos conteúdos. Baseado nesse contexto que a SD foi desenvolvida nessa premissa, visto que os alunos passaram pelas fases descritas pela autora chegando a este *feedback*.

Analisando ainda a fala da dupla “E”: *“gostamos de construir figuras, colocar cor e mexer nelas”*, nos remete à dinamicidade que o *software* oferece nessas construções. Pois, segundo Silva *et al* (2012), o uso do GeoGebra no ensino de Matemática, incentiva a criatividade, a descoberta de demonstrações matemáticas, possibilita a exploração de diversos conceitos. Além disso, esse *software*, quando bem manipulado, favorece o desenvolvimento de diversas habilidades por parte dos alunos, permitindo que eles construam, experimentem e conjecturem.

Neste sentido, a SD aqui possibilitou por meio da dinamicidade do GeoGebra, tarefas sequenciais que permitiu o desenvolvimento do pensamento geométrico por meio das construções no *software* GeoGebra.

Consideramos que há vários caminhos apontados para o ensino da matemática com as TD. E, um deles é o uso do GeoGebra, pois é mais um recurso auxiliar no ensino da matemática, que poderá conferir maior precisão e rapidez em determinadas práticas. Entretanto, o GeoGebra sozinho não garante o processo de ensino e aprendizagem, conforme citado por Baldini e Cyrino (2012). Neste sentido, o papel do professor é fundamental nesse processo, pois é ele que busca novas metodologias de ensino a favor do aluno, busca aquilo que faz sentido ao atual contexto social.

Acreditamos que o nosso trabalho é um diferencial que pode vir a auxiliar professores do Ensino Fundamental, anos iniciais que ensinam matemática e precisam de apoio para iniciar uma metodologia dinâmica que atenda as reais necessidades dos alunos no mundo atual. Faz-se necessário deixar de lado a tecnologia estática, na qual os alunos estão fadados e optar por uma tecnologia dinâmica, a qual já é parte do contexto dos alunos. Assim, as análises e discussões relativas aos dados produzidos por meio da aplicação da SD, proporcionou a elaboração do PE para essa pesquisa, trazendo uma série de tarefas que levaram os alunos a compreenderem os conceitos de Geometria Espacial por meio dos recursos disponíveis no *software* GeoGebra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa que realizamos ocorreu essencialmente buscando respostas à pergunta que norteou a mesma: De que forma o uso do software GeoGebra pode contribuir no processo de resolução de problemas de Geometria Espacial com alunos do 4º ano Ensino Fundamental? A fim de contribuir com esse processo traçamos como objetivo geral da pesquisa: Analisar o uso do software GeoGebra como um recurso potencializador no processo de ensino de Geometria Espacial por meio de resolução de problemas com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental.

Ainda, buscando respostas para a questão de pesquisa, delineamos como objetivos específicos: Diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos em relação à unidade temática de Geometria Espacial; identificar as contribuições do software GeoGebra no processo de ensino sobre sólidos geométricos de faces planas e, identificar as contribuições do software GeoGebra no processo de ensino sobre sólidos geométricos de faces curvas.

Então, para atingir esses objetivos e encontrar respostas para a questão de investigação, desenvolvemos um PE com tarefas sequenciais com a unidade temática de Geometria Espacial em consonância com a resolução de problemas. Para isso, buscando possibilitar o desenvolvimento da habilidade “associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais” (BRASIL, 2018, p. 290), preconizada na BNCC, com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental.

Para tanto, utilizamos software GeoGebra, por permitir trabalhar com a matemática dinâmica, ampliando as possibilidades de manipulação, visualização e exploração de objetos construídos, possibilitando aos alunos a compreensão dos conceitos de Geometria Espacial. Ainda, optamos por um problema norteador dessa SD, intitulado “Problema de Alice”, o qual trouxe subsídios fundamentais para as evidências referente às potencialidades do software GeoGebra.

Aplicamos o Produto Educacional em uma turma de alunos do 4º ano do Ensino Fundamental, na Escola Municipal Amazona de Oliveira Monteiro, em Boa Vista-RR. A intervenção contemplou 14 aulas, que possibilitou a produção de dados, os quais foram registrados por meio de provas diagnósticas, observação direta, arquivos

digitais realizados com o GeoGebra, registro fotográficos, áudios e registros escritos das tarefas propostas.

As tarefas desenvolvidas na SD que constituiu o Produto Educacional dessa pesquisa foram elaboradas com características experimentais, exploratórias e investigativas, propiciando aos alunos possibilidades de descobertas e desenvolvimento de habilidades relacionadas aos conceitos matemáticos de Geometria Espacial. Essas tarefas deram subsídios aos alunos para que construíssem os conceitos matemáticos de Geometria Espacial de forma experimental, considerando a associação dos recursos do GeoGebra e a curiosidade dos alunos como fatores fundamentais na criação das figuras.

A utilização do software GeoGebra como suporte tecnológico para as tarefas construídas permitiu o desenvolvimento de inúmeras linguagens. Uma delas, é a linguagem virtual que compreende a visualização dos objetos, um ambiente de conforto para os alunos chamados “nativos digitais”, pois segundo Prensck (2001) o universo digital é parte integrante da vida desses estudantes e eles estão habituados a essa linguagem.

Destacamos ainda, que a qualidade das percepções matemáticas depende da tecnologia utilizada, na natureza das representações e as possíveis formas de explorar os vínculos entre elas. Neste sentido, concordamos com Borba et al (2018, p. 56), quando afirmam que:

O protagonismo dos recursos tecnológicos baseados na linguagem informática foi adquirindo relevância na aprendizagem matemática por terem um caráter predominantemente “empírico” (experimental e visual), que intensifica a dimensão heurística que envolve a produção de sentidos e conhecimentos matemáticos.

A partir disso, analisamos os dados obtidos na pesquisa por meio de duas categorias: “Sólidos Geométricos Faces Planas” e “Sólidos Geométricos Faces Curvas”. Essas categorias foram elaboradas com o objetivo buscar evidências que possibilitassem a formulação de respostas à questão norteadora dessa pesquisa.

No que refere-se à categoria dos “**Sólidos Geométricos Faces Planas**”, foram analisados os dados produzidos por meio das tarefas desenvolvidas inclusive com o *software* GeoGebra, relacionadas às faces planas das figuras geométricas espaciais com objetivo de destacar as características advindas dessas figuras. As análises foram realizadas fazendo um comparativo com a avaliação diagnóstica realizada no

início da pesquisa com objetivo de identificar quais conhecimentos os alunos possuíam sobre o conteúdo relacionado à Geometria Espacial. Assim, obtivemos dados detalhados dos avanços adquiridos no processo de construção e apropriação das habilidades desenvolvidas durante esta pesquisa. É importante ressaltar que o *software* GeoGebra foi utilizado na SD, o que trouxe dinamicidade às tarefas, enquanto a avaliação diagnóstica foi realizada sem essa TD.

Com base na avaliação inicial, pudemos identificar que esses alunos ainda não haviam tido contato com um *software* de matemática dinâmica que proporcionasse aulas desafiadoras com manipulação e construção de figuras tridimensionais. Assim, percebemos que o interesse nas aulas e no desenvolvimento das tarefas foram fundamentais para romper com o ensino estático e inovar com um ensino dinâmico, utilizando uma TD.

Particularmente, os dados analisados nessa categoria apontam que a utilização do *software* GeoGebra foi fundamental para que os alunos do 4º ano do Ensino Fundamental estabelecessem conexões em relação às figuras geométricas de faces planas. Particularmente, em relação à construção dessas figuras, pois, o uso do GeoGebra contribui para “[...] mudar a dinâmica da sala de aula na direção de valorizar o desenvolvimento de habilidades cognitivas com a concomitante aprendizagem da Matemática” (GRAVINA; BASSO, 2012, p. 34).

Isso pois, a utilização de um *software* de matemática dinâmica, como o GeoGebra, auxilia o professor a inovar sua metodologia. Possibilita dinamicidade ao ensino da Geometria quando permite que os alunos trabalhem com figuras geométricas em movimento, dando a eles melhor visualização do objeto criado, facilitando a compreensão das características e semelhanças que essas figuras possuem.

Na segunda categoria: “**Sólidos Geométricos Faces Curvas**”, foram analisados os dados produzidos por meio das tarefas desenvolvidas no *software* GeoGebra relacionadas figuras não poliédricas e/ou figuras geométricas com faces curvas espaciais com objetivo de destacar as semelhanças e diferenças dessas figuras. Realizada por meio dos arquivos digitais de figuras como esfera, cilindro e cone, construídos no *software* GeoGebra pelos alunos do 4º ano do Ensino Fundamental.

Com base nas evidências das produções realizadas pelos alunos, constatamos que o *software* GeoGebra foi um recurso que possibilitou a compreensão das figuras estudadas, pois a visualização na tela do computador proporcionou aos alunos condições favoráveis para comparar as semelhanças e diferenças entre as figuras poliédricas e as não poliédricas, distinguindo assim, suas propriedades e características.

Assim, entendemos que o uso do *software* GeoGebra, alido a uma SD bem planejada, contribuiu para o desenvolvimento do pensamento geométrico nos alunos do 4º ano do Ensino Fundamental. Pois a proposta dessa SD, foi propor tarefas sequenciais de estudo para que os alunos investigados pudessem se apropriar do pensamento geométrico de forma contínua. Dessa forma, a SD associada ao GeoGebra trouxe subsídios para que os alunos construíssem os conceitos geométricos das figuras espaciais e/ou 3D.

A inserção de uma TD, neste caso, o *software* GeoGebra, favoreceu a compreensão e o desenvolvimento do pensamento geométrico dos alunos investigados e assim puderam desenvolver habilidade de “associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais” (BRASIL, 2018, p. 290).

Além disso, evidenciamos que cabe ao professor elaborar propostas que motive a curiosidade e o interesse de seus alunos, desenvolvendo neles o senso de confiança, de organização, de concentração e ensino. E, se esse ensino for alido a aulas desenvolvidas com uma TD, essas serão desafiadoras, libertando os alunos das amarras do tradicional e levando-os à esfera dinâmica que a tecnologia representa. Isso pois, os estudantes deste século nasceram neste contexto e não há como excluí-los, mas sim, intregá-los no mundo digital, com o qual estão habituados.

Para responder a pergunta que norteou essa SD, é preciso entender que o fato de utilizar um *software* de matemática dinâmica não é suficiente para levar os alunos a construir o pensamento geométrico, pois um *software* por si só não resolve o problema do ensino de Geometria no currículo da escola. Afirmamos isso em consonância com Baldini e Cyrino (2012, p. CLXII-CLXIII), quando enfatizam que, “[...] o computador ou a utilização do GeoGebra por si só, não garante o sucesso dos processos de ensino e de aprendizagem”. Esse uso precisa ser efetivamente

planejado, pois, além das pontencialidades oferecidas pelos *softwares*, faz-se necessário levar em conta outros aspectos em relação ao uso das TD, pois o papel do professor e o *design* das tarefas são fundamentais nesse processo.

Assim, o uso desse *software* aliado a uma sequência de tarefas efetivamente planejada, terá sua eficácia. Como apontam Lieban e Müller (2012, p. 49), “por meio de atividades com o GeoGebra, podemos criar um ambiente mais propício para a aprendizagem de matemática”.

Com isso, acreditamos que ao proporcionar aulas diferenciadas e com o uso de uma tecnologia, trouxemos possibilidades de ensino mais dinâmico aos alunos do 4º ano do Ensino Fundamental. Um dos fatores observados durante as aulas, foi a visualização e a dinamicidade proporcionada pelo *software* GeoGebra, na construção das figuras, pois os alunos sentiam-se seguros ao construir as figuras e poder utilizar os ícones para arrastar, aumentar, diminuir, transformar, colorir, mantendo as propriedades das figuras. Com isso, construir e arrastar as figuras permitiu identificar as propriedades geométricas das figuras, pois, “quando conteúdos matemáticos são trabalhados com *softwares*, os alunos têm mais facilidade de observar as figuras, suas propriedades e características”, de acordo com os professores entrevistados em Zulatto (2002, p. 90).

Nesse contexto, é importante ressaltar que o papel do professor é fundamental na elaboração da metodologia e na organização das tarefas. Estas devem ser elaboradas com o propósito de atingir um ou mais objetivos. Assim, ressaltamos que o empenho da pesquisadora foi fundamental para o desenvolvimento dessa prática, pois as dificuldades para trabalhar com a geometria atualmente ainda são muitas e requer muita dedicação e mudança na prática pedagógica do professor, pois por meio de novas metodologias de ensino utilizando a TD, o professor é o mediador do processo entre conteúdo e o uso da tecnologia, além de propiciar situações de aprendizagem e conduzir novas descobertas.

Assim, para que o uso das TD seja uma forma de estimular aulas desafiadoras e dinamizá-las, esta deverá estar agregada na resolução de problemas, os quais o aluno faça parte da sua resolução, analisando seus resultados. Pois, a Geometria pode ser utilizada dentro dos diversos tipos de atividades matemáticas e aliada a uma TD, pode transformar o currículo escolar e fechar as lacunas abertas no ensino de Geometria ao longo dos anos.

Desse modo, acreditamos que o Produto Educacional originário dessa pesquisa, é uma metodologia de ensino de cunho experimental utilizando os recursos do GeoGebra que possibilitou a construção de uma SD de modo dinâmico. Entendemos que, com a utilização desses recursos nas tarefas que desenvolvemos, foi possível, não apenas consolidar os conceitos, como também transitar entre alguns dos mundos da Matemática, ou seja, a Geometria Espacial.

Com isso, destacamos as contribuições que o *software* GeoGebra agregou ao processo de resolução de problemas de Geometria Espacial com alunos do 4º ano. O uso do GeoGebra possibilitou aos alunos a construção e movimentação de figuras espaciais de tal forma que não seria possível sem o uso dessa TD. Pois, o GeoGebra é um *software* para atuar desde os anos iniciais do Ensino Fundamental ao Ensino Superior, inclusive em cursos e oficinas destinados a professores de matemática e/ou para quem ensina matemática. Conforme autores citados na Revisão da Literatura nesta pesquisa, onde Pereira (2015), relata que o uso do GeoGebra possibilitou aos alunos o avançando no pensamento geométrico. Pois os mesmos usaram a representação visual das figuras construídas para identificar as propriedades, o que lhes permitiu relacionar os conceitos geométricos com as características da figura e facilitou a compreensão de alguns conceitos tornando-os concretos e mais claros.

E, Ganeto (2018) diz que este novo modelo de ensino por meio das TD, proporciona uma dimensão bem interessante por poder ir além do ensino tradicional, onde o professor programa atividades e avalia o aluno pelo seu empenho nesse processo. “Esses recursos tecnológicos proporcionam a abertura de novas oportunidades e de articulação do processo ensino aprendizagem”. (GANETO, 2018, P. 14). Nascimento (2012), destacou que a utilização do *software* GeoGebra como recurso didático no ensino da Geometria constitui um caminho que o professor pode seguir na perspectiva de chegar a uma maior satisfação em relação à aprendizagem dos alunos. E, por fim, Souza *et al* (2017) evidenciam que o *software* GeoGebra e o recurso da dinamicidade apresenta por ele, pode favorecer de forma mais autônoma a aprendizagem dos alunos, além de melhorar e/ou modificar a metodologia aplicada pelo professor.

Assim, podemos destacar que esse *software* propicia as mais variadas vantagens para ensinar Matemática e suas ramificações. Pois proporciona a interatividade do computador e o aluno, da dinamicidade em arrastar objetos

contruídos, do movimento sob a ação. É uma tecnologia dinâmica que propicia inúmeras vantagens sob a tecnologia estática, ultrapassada, da qual os alunos não se interessam mais. Afirmamos isto, pois de acordo com Cruz (2005, p. 16):

ambiente dinâmico e interativo é o ambiente computacional que permite que os alunos construam e realizem investigações sobre propriedades e conceitos matemáticos manipulando o objeto e seus elementos dinamicamente, na tela do computador, e identifiquem especialmente as características das figuras geométricas.

Neste sentido, a utilização de recursos tecnológicos na escola, como o GeoGebra e outros *softwares*, favorece o processo ensino e aprendizagem de uma forma mais enriquecedora, motivando o aluno a ter mais vontade de aprender e de construir o seu próprio conhecimento, contribuindo para uma aprendizagem mais autônoma. Gravina (1996) já conjecturava que *softwares* como esses, podem ser ferramentas ricas na superação das dificuldades dos alunos com o estudo de conteúdos como os de Geometria.

Além do que até aqui evidenciamos, ousamos ir além do que nos propusemos inicialmente. Isso pois, entendemos que a temática pesquisada nos oferece infinitas possibilidades e formas para ensinar, afinal são muitas as dificuldades encontradas neste meio e que precisam ser superadas a cada pesquisa, a cada experimento. E, o meio educacional nos proporciona muitas experiências, das quais podemos transformar em verdadeiros estudos e compartilhar com os demais professores, sejam eles das áreas afins ou não.

Assim, a investigação realizada possibilitou reflexões a cerca do ensino da Geometria Espacial no 4º ano do Ensino Fundamental, principalmente no que se refere às questões de Geometria Espacial, que necessitam de conceitos diversos para serem abordadas, bem como de uma metodologia que potencialize os processos de ensino e aprendizagem, possibilitando às crianças, explorações e experimentações aliadas as TD. Ou seja, inserir o mundo virtual no ambiente educacional é primordial nesse século.

Nesse contexto, Kenski (2003, p. 68) ressalta que “o ambiente educacional virtual não suprime o espaço da Educação presencial. Ao contrário, ele o amplia”, e Moran (2003, p. 46) enfatiza que é possível valorizar “o melhor do presencial e do virtual”. E, para aproveitarmos a flexibilidade do tempo e do espaço, entre outras vantagens, o virtual é uma boa alternativa. No entanto, ele explica que “aprender a ensinar e aprender, integrando ambientes presenciais e virtuais, é um dos grandes

desafios que estamos enfrentando atualmente na educação no mundo inteiro” (MORAN, 2003, p. 49).

Além disso, a pesquisa realizada proporcionou à pesquisadora momentos de reflexão sobre a sua prática educativa. Pois, a prática pedagógica aplicada nessa pesquisa trouxe resultados que comprovam que o estudo de Geometria Espacial por meio de *softwares* de matemática dinâmica, potencializa e ampliam o ensino e a aprendizagem sobre os conhecimentos geométricos, por meio das experimentações e construções geométricas.

Com isso, essa pesquisa proporcionou à pesquisadora a formação continuada em serviço, um dos fatores motivacionais para o desenvolvimento e aplicabilidade dessa pesquisa. Com base nessa experiência, entendemos que o Produto Educacional dessa pesquisa servirá de apoio a outros professores que ensinam matemática nos anos iniciais no que tange a desenvolver mais SD para o ensino de matemática e suas ramificações por meio das TD.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, P.; SERRAZINA, L.; OLIVEIRA, I. **A Matemática na Educação Básica**. Lisboa: Ministério da Educação, 1999.

ALMOULOU, S. A. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: UFPR, 2007. 217p.

ARCAVI, A. The Role of Visual Representations in the Learning of Mathematics. In **Educational Studies Mathematics**, v. 52, n. 3, p. 215-241, 2003.

ARTIGUE, M. “**Engenharia Didáctica**”, In: DIDÁTICA DAS MATEMÁTICAS. Brun, J. (Org.). Lisboa: Instituto Piaget. 1996.

BALDINI, L. A. F.; CYRINO, M. C. C. T. Função seno – uma experiência com o *software* Geogebra na formação de professores de Matemática. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 1, p. CL-CLXIV, 2012.

BASTOS, D. O. **Estudo da Circunferência no Ensino Médio**: sugestões de Atividades com Utilização do *Softwares* GeoGebra. 2014. 199f. Dissertação (mestrado)- Mestrado Profissional em Matemática em rede Nacional. PROFMAT, Instituto de Matemática, estatística e Física, universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2014.

BECKER, M. **Uma alternativa para o ensino de Geometria**: Visualização Geométrica e representações de sólidos no plano. 111 p. Dissertação. Porto Alegre, RS. 2009. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17161/000712216.pdf?sequence=1>. Acesso em: 13 dez de 2019.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S.; GADANIDIS, G. **Fases da tecnologia digitais em Educação Matemática**: sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. *Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication Technologies, modeling, experimentation and visualization*. New York: Springer, 2005. v. 39.

BOYER, B. **História da Matemática**. São Paulo. Tradução Elza F. Gomide. 2° ed. São Paulo. Edgard Blucher, 2003.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 23 dez. 2018.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **LDB**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 dez. 1996. I. linguagens e suas tecnologias; II - matemática e suas tecnologias; III - ciências da natureza e suas tecnologias - (Redação dada pela Lei nº 13.415, de 2017); Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em 7 de set. 2018.

BRASIL. **Material Suplementar para o redator do Currículo** (não faz parte da BNCC). 2017. Disponível em: <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 de fev. 2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **PNAIC**: formação do professor alfabetizador: caderno de apresentação / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. Brasília: MEC, SEB, 2014. 40 p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **PCN**: matemática / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/pcn/pcn-parametros-curriculares-nacionais-documento-completo-atualizado-e-interativo>. Acesso em 11 de dez. 2018.

BREDA, A.; FOINT, V.; LIMA, V. M. R. A noção de idoneidade didática e seu uso na formação de professores de matemática. **Jornal internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 8, p. 4-41, 2015

BRESSAN, A. M; BOGISIC, B.; GREGO, K. **Razones para enseñar geometría en la educación básica**. Mirar, construir, decir y pensar... Novidades Educativas. Buenos Aires. 2010.

BRUNNER, J. J. Educação no encontro com as novas tecnologias. *In*: TEDESCO, Juan Carlos. **Educação e novas tecnologias: Esperanças ou incertezas?** São Paulo: Cortez, 2004, p. 17 - 75.

CELANI, M. A. A. Culturas de aprendizagem: risco, incerteza e educação. *In*: MAGALHÃES, M. C. C. (Org.). **A formação do professor como um profissional crítico**: linguagem e reflexão. Campinas: Mercado de Letras, 2004, p. 37- 56.

COSTA, I. P. L. **A utilização do software GEOGEBRA como ferramenta didática no processo de ensino e aprendizagem: uma aplicação para alunos e professores da rede pública de ensino**. 99 p. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Oeste do Pará, Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional, Mestrado Profissional em Matemática em Rede Santarém - PA, 2017. Disponível em: file:///D:/DISSERTACAO%202020/000095599_IVANA_PAULA_LIRA_DA_COSTA.pdf. Acesso em: 17 de mar. 2020.

CRUZ, D. G. da. **A utilização de Ambiente Dinâmico e Interativo na construção do conhecimento produzido**. 169 p. Tese (Mestrado em Educação Matemática) – Setor de Ciência Humanas e Sociais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em:

<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/7414/DONIZETE?sequence=1>. Acesso: 23 de nov. 2018.

D'AMBRÓSIO, U. **Da Realidade à Ação: Reflexões a Educação e Matemática**. São Paulo, Summus Editorial, 1986.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação para uma sociedade em transição**. Campinas: Papyrus Editora, 1999.

DANTE, L. R. **Didática da Matemática na pré-escola**. São Paulo: Ática, 1996.

DANTE, L. R. **Didática da Resolução de Problemas de Matemática**. São Paulo: Editora Ática, 2005.

DICIONÁRIO online de Português - **DICIO**. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/geometria/>. Acesso: em 28 de fev. 2019.

DUVAL, R. **Geometry from a Cognitive Point of View**. In: C. Mammana e V. Villani (editores), *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century*, Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers, p. 37-52, 1998.

EVES, H. **Introdução à História da Matemática**. Tradução: Hygino H. Domingues. Editora da UNICAMP. Campinas, SP, 2004.

FORSTER, C. Ensino de Geometria Plana com Auxílio do Tangram. **Anais [...]** 3ª Escola de Inverno de Educação Matemática. 1º Encontro nacional PIBID-Matemática da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). ISS 2316-7785. De 1 – 3 de agosto 2012. V. 1. N. 1 – 2012. Disponível em: http://w3.ufsm.br/ceem/eiemat/Anais/arquivos/RE/RE_Horbach_Ivan.pdf. Acesso em: 3 de set. 2018.

FREUDENTHAL, H. **Mathematics as na Educational Trask**. Dordrecht. Reidel, 1973.

FÜRKOTTER, M.; MORELATTI, M. R. M. A Geometria da Tartaruga: uma introdução à Linguagem LOGO. In: SIMPÓSIO DE MATEMÁTICA, 4, 2009, **Anais [...]**. Presidente Prudente, 2009. p. 1-29.

GADOTTI, M. **Boniteza de um sonho: ensinar-e-aprender com sentido/** Moacir Gadotti. -- 2. ed. -- São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, 2011. Disponível em: https://www.paulofreire.org/download/boniteza_ebook.pdf. Acesso em: 29 de nov. 2018.

GANETO, J. P. A. SOUZA, M. S. C. C. GONÇALVES, M. J. S. DUARTE, S. S. S. GeoGebra no Estudo da Geometria no 2º. Ano do 2º. Ciclo do Ensino Básico de Escolaridade. **Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo**, v. 7, n. 2, p. 127-143, 2018. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/IGISP/article/view/34876/26496>. Acessado em: 20 de dez. 2018.

GEOMETRIA. Dicionário online de Português **Dicio**. 28 de fev. 2019. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/geometria/>. Acesso: em 28 de fev. 2019.

GERÔNIMO, J. R.; BARROS, R. M. O.; FRANCO, V. S. Geometria euclidiana: **um estudo com o software GeoGebra**. Maringá: EDUEM, 2010. Acesso em: 16 de abr de 2020. Disponível em: <http://www.eduem.uem.br/novapagina/?q=node/4>. Acesso em: 28 de out. 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 14 de nov. 2019.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. In: Revista de Administração de Empresas. São Paulo: v.35, n.2, p. 57-63,1995.

GRAVINA, M. A.; BASSO, M. V. A. **Mídias digitais na Educação Matemática**. In: GRAVINA, M. A.; BÚRIGO, E. Z.; BASSO, M. V. A.; GARCIA, V. C. V. (Orgs). **Matemática, Mídias Digitais e Didática: tripé para formação do professor de Matemática**. Porto Alegre: Evangraf, 2012. Disponível em: www.ufrgs.br/espmat/livros/livro2-matematica_midiasdigitais_didatica.pdf. Acessado em: 5 de mai. 2018.

GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. **Aprendizagem da matemática em ambientes informatizados**. Acta do IV congresso Ibero-Americano de Informática na Educação, Brasília, 1998.

GRAVINA, M. A. Geometria dinâmica: Uma Nova Abordagem para o Aprendizado da Geometria. In: **Anais VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p.1-13, Belo Horizonte: Nov 1996. Disponível em <http://www.professores.uff.br/hjbortol/car/car.library.html>. Acesso em: 28 de nov. 2019.

HOFFER, A. **Geometry is more proof. Mathematics teacher**. Tradução de Antonio Carlos Brolezzi. Mathematics Teacher, NCTM, v.74, p.11-18, January. 1981.

INSTITUTO GEOGEBRA INTERNACIONAL DE SÃO PAULO. **Revista do instituto GeoGebra** de São Paulo. v. 1, n. 1 - 2012. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/issue/view/557/showToc>. Acessado em: 23 de set. 2018.

JORDÃO, T. C. **Formação de educadores: a formação do professor para a educação em um mundo digital**. In: Tecnologias digitais na educação. MEC, 2009.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: O novo ritmo da informação**. 5 ed. (Coleção Papirus Educação). Campinas, SP: Papirus, 2010.

KENSKI, V. M. **Novas tecnologias: o redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente**. Revista Brasileira de Educação. n. 08, p. 58 -71,1998.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencias e a distância**. Campinas: Papirus, 2003.

LIEBAN, D. E. MULLER, T. J. **Construção de utilitários com o software GeoGebra:** uma proposta de divulgação de geometria dinâmica entre professores e alunos. Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo, v. 1, p. 37-50, 2012.

LORENZATO, S. **Educação infantil e percepção matemática.** Campinas: Autores Associados, 2006.

LORENZATO, S. Porque não ensinar Geometria? Educação Matemática em Revista. v. 3, n. 4, p. 3-13, 1995. Disponível em: http://professoresdematematica.com.br/wa_files/0_20POR_20QUE_20NAO_20ENSI NAR_20GEOMETRIA.pdf. Acesso em: 8 de dez. 2019.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem Escolar: estudos e proposições** -17 ed.-São Paulo: Cortez, 2005.

LYUDMIL. A. **O mundo das formas.** Disponível em: http://www.cempem.fae.unicamp.br/lapemmec/cursos/ep155_2002/ep155/g1/Site/res enhas.html. Acesso em: 20 dez. 2018.

MARQUESIN, D. F. B.; NACARATO A. M **Práticas compartilhadas e a produção de narrativas sobre aulas de geometria:** o processo de desenvolvimento profissional de professores que ensinam matemática. 2007. 242p. Dissertação (Mestrado em Educação) — Universidade São Francisco, Itatiba/SP.

MATOS, J. M. & SERRAZINA, M. L. **Porquê Ensinar Matemática.** In: Didáctica da Matemática. Lisboa: Universidade Aberta, 1996.

MISKULIN, R. G. S. As potencialidades didático pedagógica de um laboratório em educação matemática mediada pelas TIC na formação de professores. In: LORENZATO, S. (Org.). **O Laboratório de Ensino de Matemática na Formação de Professores.** Campinas: Autores Associados. 2006. p.153-178.

MORAES, R. G. **Geometria dinâmica como alternativa metodológica para o ensino de geometria: experiência em um curso de Licenciatura em Matemática.** Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Vassouras, RJ: Universidade Severino Sombra, 2012.

MORAN, J.M.M. Prefácio. In: Giusta, A. S.; FRANCO, I. M (Org.). Educação à distância: uma articulação entre a teoria e a prática. Belo Horizonte: PUC Minas; PUC Minas Virtual, 2003

MUSSATO, S. **Cyberformação com professores de matemática a distância.** 2015, 283 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2015.

NACARATO, A. M.; PASSOS, C. L. B. **A geometria nas séries iniciais:** uma análise sob a perspectiva da prática pedagógica e da formação de professores. São Carlos: EdUFSCar, 2003.

NASCIMENTO; E. G. A. **Actos de la Conferencia Latinoamericana de GeoGebra.** Uruguay 2012. Disponível em: <http://www.geogebra.org.uy/2012/actas/67.pdf>. Acesso em: 26 de set. 2018.

NCTM/National Council of Teachers of Mathematics. Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston, VA: Author. (1976, 1989, 2000 e 2008).

NUÑEZ, I. B. RAMALHO, B. L. (Orgs.). O uso de situações-problema no ensino de ciências. In.: **Fundamentos do ensino-aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática**: O Novo Ensino Médio. Porto Alegre: Sulina, 2004. 145- 171 p.

OLIVEIRA NETTO, A. **Novas tecnologias & universidade**: da didática tradicionalista à inteligência artificial: desafios e armadilhas. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

OLIVEIRA, J. B. A.; CASTRO. J. C. J. **Programa IAB de Língua Portuguesa**: manual de orientação. 5°. Ed. Brasília: Instituto Alfa e Beto (IAB), 2014.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Novas reflexões sobre o Ensino-Aprendizagem de Matemática por meio da Resolução de Problemas. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org). **Educação Matemática - pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas, p. 73-98. In: **Boletim de Educação matemática** (BOLEMA), v. 25, n. 41, dez. 2011. Universidade Estadual Paulista – Campus de Rio Claro. Ed. Comemorativas 25 anos.

ONUCHIC, L. R. Trabalhando volume de cilindros através da resolução de problemas. **Educação Matemática em Revista - RS**, 2009.

PAIVA, J. P. A. A.; RÉGO, R. G. **Resolução de problemas no processo ensino-aprendizagem de Matemática**, 2009. Disponível em: www.nutead.org. Acesso em: 02 de dez. 2018.

PALMA, R. C. D; DARSIE, M. M. P. **Resolução de problemas matemáticos nos anos iniciais do ensino fundamental**: o vivenciado e o proposto. Resolução de problemas: algumas reflexões em educação matemática/ Marta Maria Pontin Darsie, Rute Cristina Domingos de Palma (organizadoras) - Cuiabá: EdUFMT; 2013. 124 p.

PANIZZUTTI, R. **O papel da tecnologia**. Correio brasiliense, 22 out. 2016. Disponível em: <https://www.correiobrasiliense.com.br/escolhaescola/papel-da-tecnologia-escolha-a-escola>. Acesso em: 20 de ago. 2018.

PASSERINO, M. L.; PANIZZUTTI, R. **O papel da tecnologia**. Correio brasiliense, 2018. Disponível em: <https://www.correiobrasiliense.com.br/escolhaescola/papel-da-tecnologia-escolha-a-escola>. Acesso em 20 de ago. 2018.

PAVANELLO, R. M. O abandono da geometria no Brasil: causas e consequências. **Zetetiké**, Campinas, v.1, n. 1, p. 7-17, mar. 1993. Disponível em:

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646822/13724>. Acesso em 5 de dez. de 2018.

PEREIRA, L M G. **O software GeoGebra como proposta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem da geometria plana no ensino fundamental**. 2015. 142 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2015. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4822>. Acesso em: 5 de jun. 2018.

PEREZ, G. **Pressupostos e reflexões teóricas e metodológicas da pesquisa participante no ensino de geometria para as camadas populares**. 1991. 348 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/252275>. Acesso em: 6 de dez de 2018.

PONTE, J. P., & SERRAZINA, M. L. **Didáctica da Matemática do 1º ciclo**. Lisboa: Universidade Aberta, 2000.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

PRENSKY, M. **Nativos Digitais, Imigrantes Digitais**, MCB University Press, v. 9, n. 5, p.01-06, out. 2001. <https://www.marcprensky.com/writing/Prensky - Digital Natives, Digital Immigrants - Part1.pdf>. Acesso em: 10 de novem, 2018.

RICHIT, A. **Formação de Professores de Matemática da Educação Superior e as Tecnologias Digitais**: aspectos do conhecimento revelados no contexto de uma comunidade de prática online. 286f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

RIOS, T. A. **Compreender e Ensinar** (Por uma docência da melhor qualidade) 3ed. São Paulo: Cortez Editora, 2008.

SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Tradução: Daisy Vaz de Moraes. 5. Ed. – Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTANA, J. C.; MEDEIROS, Q. **A utilização do uso de novas tecnologias no ensino de ciências**. IV SENEPT: Belo Horizonte, 2014.

SARMENTO, A. K. C. **A Utilização dos Materiais Manipulativos nas aulas de Matemática**. Universidade Federal do Piauí. 2012. Disponível em: http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppged/arquivos/files/VI.encontro.2010/GT_02_18_2010.pdf. Acesso em 18 de dez. 2018.

SERRAZINA, M. de L. **A formação para o ensino de Matemática nos primeiros anos**: que perspectivas? In: SANTOS, L.; CANAVARRO, A. P.; BROCARD, J. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL EM HOMENAGEM A PAULO ABRANTES*, 14 e 15 de julho de 2005, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Actas: Educação Matemática: caminhos e encruzilhadas.

SILVA, A. V. de M. **Sistemas de equações lineares**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 19, 2015, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: UFJF, 2015. p. 1-11.

SILVA, J.W.A.; OLIVEIRA, K.V.; SILVA, K.A.; BARBOSA, M.R.; LIMA, M.L.S.; ELOY, R.A.O.; SILVA, S.H.; CAMELO, S.M. **O uso do GeoGebra no estudo de alguns resultados da Geometria Plana e de Funções**. Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo, São Paulo, v. 1, n. 1, pp. CLXXX – CXCII, 2012. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/issue/view/557/showToc> efile:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/9050-22250-1-PB.pdf. Acesso em: 15 de mar. 2020.

SOARES, M. T. C., PINTO, N. B. **Metodologia da resolução de problemas**. In: 24ª Reunião ANPEd, Caxambu. Minas Gerais. **Anais [...]** Caxambu, 7 a 11 de out. 2001. Disponível em: <http://24reuniao.anped.org.br/tp1.htm#gt19>. (T1910748890963.doc). Acesso em: 14 jun. 2018.

SOUZA, V. A., MOURA, É. M., OLIVEIRA, J. S. F., SOUZA, A. J. A interação entre o trabalho educativo com *software* de geometria dinâmica e fotografia no ensino e aprendizagem de figuras geométricas. Revista Eletrônica de Educação Matemática **REVEMAT**. Florianópolis (SC), v.12, n. 1, p. 114-132, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2017v12n1p114>. Acesso em: 28 abr. 2019.

VAN DE WALLE, J. A. Matemática no ensino fundamental: **formação de professores e aplicação em sala de aula**. Tradução de Paulo Henrique Colonese. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VILA, A.; CALLEJO, M. L. **Matemática para aprender a pensar**: o papel das crenças na resolução de problemas. Porto Alegre: Artmed, 2006.

VILLIERS, M. **Some pitfalls of dynamic geometry software**, *From Teaching & Learning Mathematics*, 46-52. 2007.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar/ Antoni Zabala; tradução Ernani F. da F. Rosa – Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZULATTO, R. B. A. **Professores de Matemática que utilizam software de geometria dinâmica: suas características e perspectivas**. Dissertação de mestrado (Mestrado em Educação Matemática) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002b. Disponível em: http://www.rc.unesp.br/gpimem/downloads/teses/zulatto_rba_dr_rcla.pdf. Acesso em: 4 de dez 2019.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) EM PESQUISAS COM SERES HUMANOS

Instituição: Universidade Estadual de Roraima / Curso: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - PPGEC

Título: O uso do GeoGebra na Resolução de Problemas de Geometria Espacial: uma experiência com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental.

Pesquisadora: Alcinda de Souza Muniz Teixeira

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido tem o propósito de autorizar a participação do (a) menor sob minha responsabilidade no projeto de pesquisa acima mencionado. O objetivo desta pesquisa científica é analisar a contribuição do *software* GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial por meio da Resolução de Problemas com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental.

A justificativa desta pesquisa é auxiliar professores que não são formados em matemática, mas que ensinam matemática no Ensino Fundamental anos iniciais a utilizarem o *software* GeoGebra como recurso didático/tecnológico nas aulas de matemática, especificamente na unidade temática de Geometria Espacial e assim, criarem possibilidades de aulas mais dinâmicas, atrativas e autônomas para a promoção do processo de ensino e aprendizagem dos alunos, utilizando a resolução de problemas como metodologia de ensino. Solicitamos também a autorização para registros feitos a partir de áudios, observações e anotações no diário de pesquisa e tarefas que serão arquivadas nos computadores, registros necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

Quaisquer registros feitos durante a pesquisa não serão divulgados, mas o relatório final, contendo citações anônimas, estará disponível quando estiver concluído o estudo, inclusive para apresentação em encontros científicos e publicação em revistas especializadas. O uso das informações oferecidas pelo (a) aluno (a) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários, etc.), sendo o aluno (a) identificado (a) pelas letras do alfabeto. Aluno (a) A, aluno (a) B, sucessivamente).

Não haverá benefícios diretos ou imediatos para o participante deste estudo. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Roraima, sob parecer nº 3.399.359 e o Gestor da Escola Municipal Professora Amazona de Oliveira Monteiro, tem conhecimento e incentiva a realização da pesquisa.

Este TERMO, em duas vias, é para certificar que o menor sob minha responsabilidade, _____, na qualidade de participante voluntário, está autorizado a participar do projeto científico acima mencionado.

Estou ciente de que a participação na pesquisa do menor sob minha responsabilidade trará riscos próprios que são: desinteresse e/ou não disposição ao responder a avaliação diagnóstica; sentir algum constrangimento ao se expor durante a realização das tarefas propostas; baixa estima provocadas pela recordação de

memórias ou falta de estímulo, no caso em estudo. Mas, para minimizar o risco de tais fatores ocorrerem, o aluno terá o auxílio constante da professora titular e da pesquisadora que apresentará as tarefas utilizando recursos tecnológicos, os mesmos terão aulas em um ambiente propício (Laboratório de Informática), as tarefas serão desenvolvidas em duplas para que troquem ideias e compartilhem experiências no desenvolvimento das tarefas, as duplas serão fixas, as aulas serão dinâmicas e com a participação integral dos alunos. Além disso, o tempo destinado às tarefas foram programados para execução das tarefas propostas levando em consideração os ritmos dos alunos. Ou seja, será levado em consideração alunos que realizam as tarefas em menos tempo e aqueles que levam mais tempo. Dessa forma, nenhum será prejudicado.

Estou ciente sobre os riscos relacionados à aplicação da avaliação diagnóstica desta pesquisa, sendo estes riscos: à possibilidade, mesmo que mínima, de algum desconforto, cansaço, constrangimento ou aborrecimento ao responder a avaliação. Onde a pesquisadora, com o intuito de minimizar estes possíveis riscos, se compromete a ficar atenta aos sinais verbais e não verbais de desconforto, conceder liberdade ao aluno para não responder questões que julguem constrangedoras e respeitar o tempo do aluno ao responder a avaliação.

Estou ciente de que sou livre para recusar e retirar meu consentimento, bem como o menor sob minha responsabilidade, encerrando assim a participação dele(a) a qualquer tempo, sem penalidades.

Estou ciente de que não haverá formas de ressarcimento ou de indenização pela participação do menor sob minha responsabilidade no desenvolvimento da pesquisa.

Por fim, sei que terei a oportunidade para perguntar sobre qualquer questão que eu desejar, e que todas deverão ser respondidas a meu contento.

Assinatura do Autorizante: _____

Data: ____ / ____ / ____

Eu Alcinda de Souza Muniz Teixeira, RG: 134861 declaro que serão cumpridas as exigências contidas nos itens IV. 3 da Res. CNS 510/16.

Para esclarecer eventuais dúvidas ou denúncias, entre em contato com a pesquisadora no endereço abaixo relacionado:

Pesquisadora responsável: Alcinda de Souza Muniz Teixeira

Endereço completo: Rua Heráclito Cavalcante, 493 CEP: 69.313-348-Cambará, Boa Vista-RR.

Telefone: (95) 99132-3065

e-mail: alsomuniz@hotmail.com

CEP/UERR Rua Sete de Setembro, nº 231 - Bairro Canarinho (sala 201)

Tels.: (95) 2121-0953

Horário de atendimento: Segunda a Sexta das 08 às 12 horas

APÊNDICE B

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Instituição: Universidade Estadual de Roraima / Curso: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - PPGEC

Título: O uso do GeoGebra na Resolução de Problemas de Geometria Espacial: uma experiência com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental.

Pesquisadora: Alcinda de Souza Muniz Teixeira

Prezado(a) aluno(a), me chamo Alcinda de Souza Muniz Teixeira, professora e pesquisadora. Estou aqui para convidar você, aluno do 4º ano “B” para participar do projeto de pesquisa acima mencionado. Mas, antes precisamos ler e compreender este documento chamado **Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)**, que vai confirmar que você aceita participar da minha pesquisa. Vamos à leitura do Termo!

Convido você a participar de uma pesquisa voluntária na qual iremos aprender sobre Figuras Geométricas tridimensionais ou em 3D. Meu trabalho de pesquisa visa o seguinte objetivo analisar a contribuição do *software* GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial por meio da Resolução de Problemas com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental.

A pesquisa é importante para você e também para os seus professores, pois poderá oportunizar momentos de aprendizagem. Neste projeto você terá a oportunidade de resolver problemas de Geometria Espacial e/ou figuras em 3D nas aulas de matemática com auxílio das Tecnologias Digitais, ou seja, o *software* GeoGebra. O GeoGebra é um *software* de Geometria dinâmica que possibilita criar, arrastar, colorir e visualizar figuras geométricas em 3D. Além de proporcionar interação das construções realizadas através de animações. Os exemplos representados pelas figuras 1, 2, 3 e 4 são uma prévia do que vocês poderão construir utilizando este *software* de Geometria.

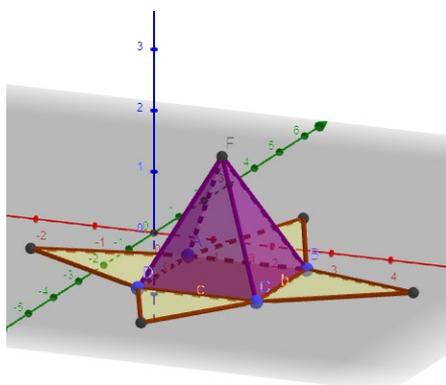


Figura 1: Pirâmide de base quadrangular em 3D e planificada

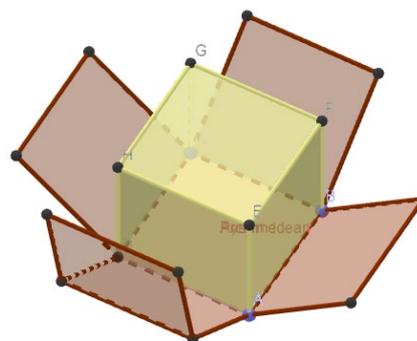


Figura 2: Cubo em 3D, semi planificado

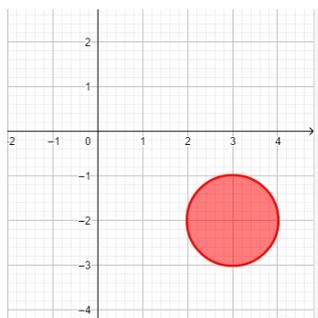


Figura 3: Cilindro com base na janela 2D e visualizado na janela 3D

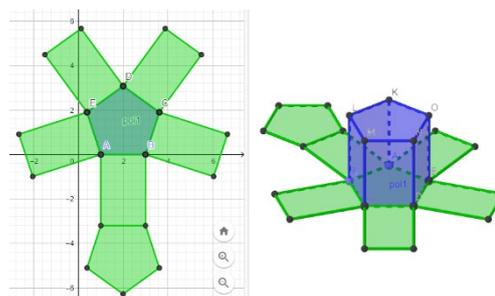


Figura 4: Prisma pentagonal construído na janela 2D e visualizado na janela 3D

Solicitamos também seu assentimento, ou seja, sua concordância para realização de registros, feitos a partir de anotações, áudios e registros escritos que serão necessários no decorrer do desenvolvimento da pesquisa.

Para tanto, solicitamos a sua colaboração para o desenvolvimento das atividades desta pesquisa, que contemplará observação, aplicação de **uma avaliação diagnóstica com questões objetivas e subjetivas, bem como, a realização de tarefas, as quais serão realizadas por meio de uma Sequência Didática, que é um planejamento de aulas sequenciais com software GeoGebra, onde serão propostas resoluções de problemas com o conteúdo de Geometria Espacial ou figuras 3D no Laboratório de Informática.** Onde será observado a participação e desempenho de cada aluno participante, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. A pesquisa é orientada pela Prof.^a Dr.^a Solange Mussato.

Esclareço que quaisquer registros feitos durante a pesquisa não serão divulgados, mas o relatório final, contendo citações sem nomes, estará disponível quando estiver concluído o estudo, inclusive para apresentação em encontros científicos e publicação em revistas especializadas. O uso das informações oferecidas pelos alunos será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários, etc.), sendo o aluno (a) identificado (a) apenas pela inicial de seu nome.

Não haverá benefícios diretos ou imediatos para o participante deste estudo. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Roraima, sob parecer nº **3.399.359** e o Gestor da Escola Municipal Professora Amazona de Oliveira Monteiro, tem conhecimento e incentiva a realização da pesquisa.

Apresentamos e discutimos esta pesquisa com seus pais ou responsáveis e eles sabem que também estamos pedindo seu consentimento. Se você vai participar na pesquisa, seus pais ou responsáveis concordaram com isso. Para tanto, pedimos que você escreva seu nome completo na linha abaixo.

Este TERMO, **em duas vias**, de modo que uma permanecerá em meu poder e outra com a pesquisadora, é para certificar que eu, _____, na qualidade de participante voluntário, aceito participar do projeto científico acima mencionado.

Durante as atividades da pesquisa você poderá sentir cansaço ou aborrecimento ao responder avaliação diagnóstica; indisposição ou vergonha ao se expor durante a realização das atividades propostas; alterar seu humor, porque poderá se lembrar de alguma situação que lhe deixou triste ou envergonhado, em algum momento. Mas, para diminuir as chances disso acontecer, você terá auxílio da pesquisadora e da sua professora que estará acompanhando todas as aulas. Além disso, as tarefas serão realizadas utilizando recursos tecnológicos, vocês terão aulas em um ambiente propício (Laboratório de Informática), as tarefas serão desenvolvidas em duplas para que troquem ideias e compartilhem experiências no desenvolvimento das mesmas, haverá rotatividade entre as duplas, as aulas serão dinâmicas e interativas.

Você terá direito a medidas de proteção e cautela, com o intuito de evitar possíveis riscos. A pesquisadora tomará as providências para garantir a todos os participantes, segurança e proteção, quando sentirem dificuldades em realizar as atividades propostas. As quais serão realizadas através de conversas, incentivos e apoio aos alunos participantes.

Você é livre para recusar e retirar seu consentimento, encerrando a sua participação a qualquer tempo, sem nenhuma penalidade.

Não haverá formas de prejuízo ou de indenização por sua participação no desenvolvimento da pesquisa, pois será no Laboratório de Informática da escola. Sua participação, como voluntário da pesquisa se iniciará apenas a partir da entrega desse documento assinado por você. Sua participação não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro ou indenização, sendo a única finalidade a contribuição para o desenvolvimento da pesquisa.

Por fim, informo que você terá a oportunidade para perguntar sobre qualquer questão que desejar, e que todas deverão ser respondidas a seu contento.

Assinatura da Criança/Adolescente: _____

Data: ____/____/____

Eu Alcinda de Souza Muniz Teixeira, RG: 134861 declaro que serão cumpridas as exigências contidas nos itens IV. 3 da Res. CNS 510/16.

Para esclarecer eventuais dúvidas ou denúncias, entre em contato com a pesquisadora no endereço abaixo relacionado:

Pesquisadora responsável: Alcinda de Souza Muniz Teixeira

Endereço completo: Rua Heráclito Cavalcante, 493 CEP: 69.313-348-Cambará, Boa Vista-RR.

Telefone: (95) 99132-3065

e-mail: alsomuniz@hotmail.com

CEP/UERR Rua Sete de Setembro, nº 231 - Bairro Canarinho (sala 201)
Tels.: (95) 2121-0953
Horário de atendimento: Segunda a Sexta das 08 às 12 horas.

ANEXO A

CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DA PESQUISA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos



CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA

Ilmo. Senhor Gestor José Carlos Morales

Solicitamos autorização institucional para realização da pesquisa intitulada *O uso do GeoGebra na Resolução de Problemas de Geometria Espacial: uma experiência com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental* na Escola Municipal Professora Amazona de Oliveira Monteiro, pela aluna de Pós-graduação/Mestrado Alcinda de Souza Muniz Teixeira, orientanda da Prof. Dra. Solange Mussato, com o seguinte objetivo geral: **Analisar a contribuição do software GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial por meio da Resolução de Problemas com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental.**

E os objetivos específicos: **Diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos em relação a unidade temática de Geometria Espacial; Desenvolver e aplicar uma da Sequência Didática baseada na metodologia de Resolução de Problemas de Geometria Espacial e Identificar as contribuições do software Geogebra no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial por meio da metodologia de Resolução de Problemas.**

Necessitando, portanto, ter acesso à sala de aula e do Laboratório de Informática com alunos do 4º ano, de acordo com planejamento da SD e com a professora titular. Ao mesmo tempo, pedimos autorização para que o nome desta instituição possa constar no relatório final bem como em futuras publicações na forma de artigo científico.

Ressaltamos que os dados coletados serão mantidos em absoluto sigilo de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS/MS) 510/16 que trata da Pesquisa envolvendo Seres Humanos. Salientamos ainda que tais dados serão utilizados somente para realização deste estudo.

Na certeza de contarmos com a colaboração e empenho desta Gestão, agradecemos antecipadamente a atenção, ficando à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários.

1/2

Boa Vista-RR, 29 de MAIO de 2019.

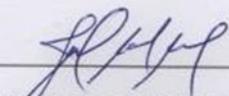
Alcinda de Souza Muniz Teixeira

Prof. Mestranda Alcinda de Souza Muniz Teixeira

Pesquisador Responsável pelo Projeto

Concordamos com a solicitação

Não concordamos com a solicitação



Professor José Carlos Morales

Gestor da Escola Municipal Professora Amazona de Oliveira Monteiro

Jose Carlos Moraes
Diretor
Esc. Profª Amazonas de O. Monteiro
Decreto: 043 MP 06/03/17

ANEXO B
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
RORAIMA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O USO DO GEOGEBRA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE GEOMETRIA ESPACIAL: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO 4º ANO DO ENSINO

Pesquisador: ALCINDA DE SOUZA MUNIZ

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 15363219.0.0000.5621

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.399.359

Apresentação do Projeto:

A presente dissertação apresenta uma pesquisa de mestrado em andamento, que utilizará o software GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial por meio da Resolução de Problemas com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental.

Objetivo da Pesquisa:

Analisar o uso do software GeoGebra como potencializador no processo de resolução de problemas de geometria espacial nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisadora apresenta no projeto os riscos e benefício utilizando a forma gramatical dos alunos participantes da pesquisa. Não especifica como protegerá os dados indicando apenas que serão protegidos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa tem importância científica e social pois está dirigida ao melhoramento da aprendizagem utilizando recursos pedagógicos modernos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta todos os termos de apresentação obrigatória.

Devendo descrever no texto do TALE, quais "medidas de proteção e cautela" os participantes terão

Endereço: Rua Sete de Setembro, 231 - Sala 201

Bairro: Canarinho

CEP: 69.306-530

UF: RR

Município: BOA VISTA

Telefone: (95)2121-0953

Fax: (95)2121-0949

E-mail: cep@uerr.edu.br



Continuação do Parecer: 3.399.359

direito.

Recomendações:

Descrever no texto do TALE, quais "medidas de proteção e cautela" os participantes terão direito.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Descrever no texto do TALE, quais "medidas de proteção e cautela" os participantes terão direito.

Comprometendo-se ao final da pesquisa quando do envio do Relatório final, encaminhar TALE já ajustado às orientações.

Considerações Finais a critério do CEP:

o colegiado reformou o parecer do relator, concluindo pela aprovação com indicação de recomendação a pesquisadora

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1362668.pdf	06/06/2019 23:09:01		Aceito
Outros	TALE_ALCINDA.docx	06/06/2019 23:02:38	ALCINDA DE SOUZA MUNIZ	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	06/06/2019 22:58:22	ALCINDA DE SOUZA MUNIZ	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	17 DISSERTACAO_02_06_19.docx	06/06/2019 22:49:54	ALCINDA DE SOUZA MUNIZ	Aceito
Outros	CARTADEANUENCIA.pdf	03/06/2019 16:04:43	ALCINDA DE SOUZA MUNIZ	Aceito
Outros	TERMODECONFIDENCIABILIDADE.pdf	03/06/2019 16:03:54	ALCINDA DE SOUZA MUNIZ	Aceito
Outros	CERTIDAO.jpeg	03/06/2019 14:37:16	ALCINDA DE SOUZA MUNIZ	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	03/06/2019 14:33:31	ALCINDA DE SOUZA MUNIZ	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	03/06/2019 14:31:19	ALCINDA DE SOUZA MUNIZ	Aceito
Outros	TERMODECOMPROMISSO.jpeg	03/06/2019 14:25:59	ALCINDA DE SOUZA MUNIZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_ALCINDA.docx	03/06/2019 12:55:56	ALCINDA DE SOUZA MUNIZ	Aceito

Endereço: Rua Sete de Setembro, 231 - Sala 201

Bairro: Canarinho

CEP: 69.306-530

UF: RR

Município: BOA VISTA

Telefone: (95)2121-0953

Fax: (95)2121-0949

E-mail: cep@uerr.edu.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
RORAIMA



Continuação do Parecer: 3.399.359

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BOA VISTA, 18 de Junho de 2019

Assinado por:
Márcia Teixeira Falcão
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Sete de Setembro, 231 - Sala 201

Bairro: Canarinho

CEP: 69.306-530

UF: RR

Município: BOA VISTA

Telefone: (95)2121-0953

Fax: (95)2121-0949

E-mail: cep@uerr.edu.br