



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM  
MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT  
INSTITUIÇÃO ASSOCIADA: IFPI – *CAMPUS* FLORIANO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**O PROCESSO DE IMPRESSÃO 3D COMO FERRAMENTA  
MEDIADORA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA  
ESPACIAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

**RAYLANE SOARES SANTOS**

**Orientador: Prof. Dr. Roberto Arruda Lima Soares**

**FLORIANO – PI  
2021**

**RAYLANE SOARES SANTOS**

**O PROCESSO DE IMPRESSÃO 3D COMO FERRAMENTA  
MEDIADORA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA  
ESPACIAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto Federal do Piauí/*Campus* Floriano, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Arruda Lima Soares

**FLORIANO – PI  
2021**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**

---

Santos, Raylane Soares

S237p O Processo de impressão 3D como ferramenta mediadora no ensino e aprendizagem de geometria espacial na educação básica / Raylane Soares Santos. - 2021.  
87 p.: il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Instituto Federal do Piauí, Campus Floriano, 2021.

Orientador : Prof. Dr. Roberto Arruda Lima Soares.

1. Ensino de Matemática. 2. Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). 3. Impressora 3D. 4. Geometria Espacial. I.Título.

CDD - 510

---

**Elaborado por Neuda Fernandes Dias CRB 3/1375**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ - IFPI  
CAMPUS FLORIANO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT

ATA DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE  
**RAYLANE SOARES SANTOS**

Às nove horas do dia quatorze do mês de junho de 2021, reuniu-se a Banca Examinadora da Dissertação de Mestrado, indicada pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Floriano, para julgar, em exame de defesa, a dissertação intitulada “**O PROCESSO DE IMPRESSÃO 3D COMO FERRAMENTA MEDIADORA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA**”, requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática. Abrindo a sessão, o orientador e presidente da comissão, **Prof. Dr. Roberto Arruda Lima soares**, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do trabalho, passou a palavra a candidata, para a apresentação do seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após a Comissão se reuniu, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

**Prof. Dr. Roberto Arruda Lima Soares** indicou a candidata **APROVADA**,

**Prof. Dr. Guilherme Luiz de Oliveira Neto** indicou a candidata **APROVADA**,

**Prof. Dr. Ítalo Dowell Lira Melo** indicou a candidata **APROVADA**,

Pelas indicações, a candidata foi **APROVADA** e o resultado final foi comunicado publicamente a candidata pelo Presidente da Comissão. E, para constar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros participantes da Banca Examinadora.

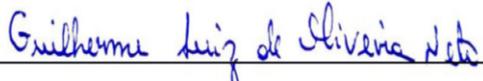
Floriano-PI, 14 de junho de 2021.



**Prof. Dr. Roberto Arruda Lima Soares**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Orientador**



**Prof. Dr. Guilherme Luiz de Oliveira Neto**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Avaliador Interno**



**Prof. Dr. Ítalo Dowell Lira Melo**

Universidade Federal do Piauí - UFPI

**Avaliador Externo**

*Com gratidão, dedico à Deus e aos meus pais.  
Tudo o que sou e todas as minhas conquistas devo a vocês.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por todos os propósitos que têm para mim e por toda a força e confiança que me mantém firme diante dos desafios.

Aos meus pais Maria Luzia e Raimundo, por todo o esforço e dedicação para comigo, mas principalmente por todo o apoio que me deram sempre que precisei. Sem vocês eu não teria chegado até aqui.

À toda minha família, minha irmã, meus primos, tios e avós, agradeço por serem essa família maravilhosa, que se mantém unida acima de qualquer dificuldade, vocês são o maior presente de Deus na minha vida.

Aos meus amigos, pelo incentivo, apoio e principalmente por acreditarem em mim às vezes até mais do que eu mesma.

Ao meu namorado Alon, por manter-se presente e nunca poupou esforços para me ajudar a enfrentar todos os obstáculos e por todos esses anos de companheirismo.

Aos colegas da turma de mestrado, pela união e companheirismo. Chegamos os 20 ao final graças à força e ajuda que um sempre fornecemos uns aos outros quando necessário.

Agradeço aos queridos professores na pessoa do meu orientador Prof. Dr. Roberto Arruda, por todos os conhecimentos compartilhados.

Ao Instituto Federal do Piauí – *Campus* Floriano, pela oportunidade de cursar o mestrado nesta instituição e pela ajuda na realização da pesquisa.

*“A geometria existe, como já disse o filósofo, por toda parte. É preciso porém, olhos para vê-la, inteligência para compreendê-la e alma para admirá-la.”*

**Malba Tahan**

## RESUMO

SANTOS, R. S. **O processo de impressão 3D como ferramenta mediadora no ensino e aprendizagem de geometria espacial na Educação Básica.** 2021. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Piauí – *Campus Floriano*, Floriano, 2021.

O ensino de Matemática tem enfrentado bastantes obstáculos, principalmente quando se trata da geometria espacial. Os alunos têm dificuldade na compreensão do conteúdo de Geometria Espacial devido à necessidade de compreensão de conceitos, fórmulas e visualização de formas tridimensionais. Com isso, tem se tornado necessária a variação nas metodologias de ensino, e o uso das tecnologias tem sido de grande valia em sala de aula auxiliando no processo de ensino-aprendizagem. Sendo assim, o presente estudo visa demonstrar que a modelagem, impressão e manipulação dos modelos feitos na impressora 3D possibilitam uma variante na forma de ensinar conceitos de Geometria Espacial na Educação Básica. E para obtenção de resultados foi realizada uma entrevista com professores sobre as principais dificuldades que os alunos apresentam como também as metodologias utilizadas pelos professores participantes. Os alunos participaram de uma oficina onde aprenderam a modelar sólidos geométricos em um *software* e então, foram impressos os sólidos. Em seguida, foi mostrado o fatiamento e a impressão aos participantes e por fim, a coleta das opiniões dos mesmos sobre as contribuições dessa ferramenta para o ensino de Geometria espacial. Conclui-se, com este trabalho, que os alunos desenvolvem uma nova visão da Matemática, como também, da Geometria Espacial, quando se utiliza formas de ensino diferenciadas além de provocar a curiosidade para a aprendizagem. Espera-se com este trabalho provocar nos professores um interesse pelo uso de diferenciadas ferramentas de ensino, a fim de despertar no aluno um maior interesse pelo conteúdo como também desenvolver uma melhor compreensão do mesmo.

**Palavras-chave:** Educação matemática. Tecnologias digitais na educação. Impressora 3D. Geometria Espacial.

## ABSTRACT

SANTOS, R. S. **The 3D printing process as a mediating tool in the teaching and learning of spatial geometry in Basic Education.** 2021. 76 f. Dissertation (Master degree) - Federal Institute of Piauí - Campus Floriano, Floriano, 2021.

Mathematics education has to face the problem a lot, especially when it comes to spatial geometry. Students have difficulty understanding the matter of Spatial Geometry due to the need to understand concepts and formulas and to visualize three-dimensional shapes. Thereby, it has become necessary to vary teaching methodologies, and the use of technologies has been of great value in the classroom, helping in the teaching-learning process. Therefore, the present study objective to demonstrate that the modeling, printing and manipulation of models made on the 3D printer enable a variant in the way of teaching concepts of Spatial Geometry in basic education. And to obtain results, an interview was conducted with teachers about the main difficulties that students have as well as the methodologies used by participating teachers. The students participated in a workshop where they learned how to model geometric solids in software and then, the solids were printed. Then, the participants were shown slicing and printing and, finally, gathering their opinions on the contributions of this tool to the teaching of spatial geometry. It is concluded, with this work, that the students develop a new vision of Mathematics, as well as of Spatial Geometry, when using differentiated forms of teaching besides provoking the curiosity for the learning. This work is expected to provoke in teachers an interest in the use of different teaching tools, in order to arouse in the student a greater interest in the content as well as to develop a better understanding of it.

**Keywords:** Mathematical education. Digital technologies in education. 3D printer. Spatial geometry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Reunião com os participantes .....	31
Figura 2 – Sólidos geométricos que foram escolhidos, produzidos e impressos .....	32
Figura 3 – <i>Interface</i> do <i>tinkercad</i> .....	32
Figura 4 – <i>Interface</i> do <i>geogebra</i> .....	33
Figura 5 – Construção de sólidos no <i>tinkercad</i> .....	33
Figura 6 – Construção de sólido no <i>geogebra</i> por um aluno .....	34
Figura 7 – Fatiamento de peças no <i>repetier</i> .....	34
Figura 8 – Impressora (A) e peças (B) Primeiro dia de impressão das peças .....	35
Figura 9 – Peças impressas no segundo dia (A), tempo total de impressão do segundo dia (B) e Sólidos do terceiro dia de impressão (C). .....	36
Figura 10 – Mostra e discussão sobre a qualidade e utilidade das peças .....	37
Figura 11 – Produção no <i>tinkercad</i> por um aluno .....	37
Figura 12 – Outra produção no <i>tinkercad</i> desenvolvida por aluno .....	38
Figura 13 – Tempo de atuação em sala de aula .....	40
Figura 14 – Qualificação a nível de pós-graduação .....	40
Figura 15 – Resposta dos professores sobre as dificuldades dos alunos .....	41
Figura 16 – Professores que utilizam recursos computacionais no ensino de matemática .....	41
Figura 17 – Avaliação dos professores sobre a utilização de <i>software</i> .....	42
Figura 18 – Habilidade dos professores no manuseio de <i>softwares</i> .....	43
Figura 19 – Satisfação dos professores na sua formação acadêmica sobre a utilização de recursos computacionais .....	44
Figura 20 – Professores que acreditam que o uso de <i>software</i> facilita o aprendizado mais do que somente a aula no quadro .....	45
Figura 21 – Professores que utilizam recursos computacionais no ensino de geometria espacial .....	45
Figura 22 – Avaliação dos alunos sobre a importância da matemática .....	48
Figura 23 – Alunos que apresentam dificuldade para aprender matemática .....	49
Figura 24 – Alunos que concordam com as metodologias do professor .....	49
Figura 25 – Alunos que já estudaram geometria espacial .....	50
Figura 26 – Respostas dos alunos sobre as dificuldades na geometria espacial .....	51
Figura 27 – Respostas dos alunos sobre o uso de recursos tecnológicos pelos professores .....	51
Figura 28 – Avaliação dos alunos sobre a utilização de tecnologia no ensino de matemática .....	52

Figura 29 – Alunos que acreditam que a visualização através de <i>software</i> facilita a aprendizagem.....	53
Figura 30 – Respostas da questão 1 do pré-teste sobre poliedros e corpos redondos .....	54
Figura 31 – Respostas da questão 2 do pré-teste sobre planificações .....	55
Figura 32 – Respostas da questão 6 do pré-teste sobre área total de um sólido.....	58
Figura 33 – Respostas da questão 7 do pré-teste sobre vistas ortogonais .....	59
Figura 34 – Respostas da questão 8 do pré-teste sobre volume .....	60
Figura 35 – Respostas da questão 1 do pós-teste sobre poliedros e corpos redondos.....	61
Figura 36 – Respostas da questão 2 do pós-teste sobre planificações.....	62
Figura 37 – Respostas da questão 3 do pós-teste sobre planificações.....	63
Figura 38 – Respostas da questão 4 do pós-teste sobre elementos do heptágono.....	64
Figura 39 – Respostas da questão 6 do pós-teste sobre área total .....	65
Figura 40 – Respostas da questão 7 do pós-teste sobre vistas.....	66
Figura 41 – Respostas da questão 8 do pós-teste .....	67
Figura 42 – Avaliação dos alunos sobre o processo de impressão 3D como recurso didático	68
Figura 43 – Avaliação dos alunos sobre o uso da impressão 3D na geometria espacial.....	68
Figura 44 – Resposta dos alunos que acreditam que a visualização do conteúdo pelo <i>software</i> e peças facilita a aprendizagem .....	69
Figura 45 – Respostas dos alunos sobre o nível de satisfação de como foi abordada a geometria espacial na oficina .....	69
Figura 46 – Respostas dos alunos sobre ficarem motivados a aprender com a metodologia utilizada .....	70

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Habilidades e objetos de estudo selecionados .....	30
Quadro 2 – Recursos computacionais mais utilizados pelos professores entrevistados .....	42
Quadro 3 – Conteúdos de geometria espacial que os professores ensinam nos anos finais .....	44
Quadro 4 – Respostas dos professores sobre dificuldades dos alunos na geometria espacial..	46
Quadro 5 – Dificuldades que os professores sentem para ensinar geometria espacial.....	46
Quadro 6 – Materiais didáticos que os professores utilizam para ensinar geometria espacial.	47
Quadro 7 – Resposta dos professores sobre a forma como ensinam a geometria espacial .....	48
Quadro 8 – Respostas dos alunos sobre os recursos didáticos utilizados pelos professores ....	51
Quadro 9 – Respostas dos alunos sobre a importância do uso de metodologias diversificadas .....	53
Quadro 10 – Questão 1 do pré-teste .....	54
Quadro 11 – Questão 2 do pré-teste .....	55
Quadro 12 – Questão 3 do pré-teste .....	56
Quadro 13 – Respostas da questão 3 do pré-teste .....	56
Quadro 14 – Questão 4 do pré-teste .....	56
Quadro 15 – Questão 5 do pré-teste .....	56
Quadro 16 – Respostas da questão 5 do pré-teste .....	57
Quadro 17 – Questão 6 do pré-teste .....	57
Quadro 18 – Questão 7 do pré-teste .....	58
Quadro 19 – Questão 8 do pré-teste .....	59
Quadro 20 – Questão 1 do pós-teste .....	60
Quadro 21 – Questão 2 do pós-teste .....	61
Quadro 22 – Questão 3 do pós-teste .....	62
Quadro 23 – Questão 4 do pós-teste .....	63
Quadro 24 – Questão 5 do pós-teste .....	64
Quadro 25 – Respostas da questão 5 do pós-teste .....	65
Quadro 26 – Questão 6 do pós-teste .....	65
Quadro 27 – Questão 7 do pós-teste .....	66
Quadro 28 – Questão 8 do pós-teste sobre volume .....	67
Quadro 29 – Resposta dos alunos sobre o que mais gostaram na oficina .....	71
Quadro 30 – Opinião dos alunos sobre a oficina .....	71

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

3D	–	Três Dimensões
BNCC	–	Base Nacional Comum Curricular
FDM	–	<i>Fusion Deposition Modeling</i>
PCNEM	–	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN	–	Parâmetros Curriculares Nacionais
PLA	–	Ácido Polilático
PROFMAT	–	Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
2.1 ENSINO DE GEOMETRIA.....	19
2.2 MOVIMENTO <i>MAKER</i> E TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO.....	20
2.3 IMPRESSORA 3D NA EDUCAÇÃO .....	22
2.3.1 Vantagens do uso da impressora 3D na educação.....	23
2.3.2 Outros estudos sobre o uso da impressora 3D no ensino .....	24
2.3.2.1 Uma aplicação da tecnologia de impressão 3D no ensino da matemática: construindo instrumentos didáticos para a sala de aula.....	24
2.3.2.2 O cálculo de volume de sólidos usando o princípio de Cavalieri mediado por materiais confeccionados em impressão 3D.....	25
2.3.2.3 <i>GeoGebra</i> e Impressão 3D: desenvolvendo o Pensamento Geométrico Espacial .....	26
2.3.2.4 OAs para o ensino de cálculo: potencialidades de tecnologias 3D .....	27
2.3.2.5 O lugar da aprendizagem criativa: uma experiência com a matemática mão na massa	
27	
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA .....	29
3.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	29
3.3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....	29
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
4.1 ENTREVISTA COM PROFESSORES .....	39
4.2 ENTREVISTA COM ALUNOS .....	48
4.3 PRÉ-TESTE .....	53
4.4 PÓS-TESTE .....	60
4.5 ENTREVISTA DE OPINIÃO COM OS ALUNOS .....	67
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>72</b>
5.1 CONCLUSÃO.....	72
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	73
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO.....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES .....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO COM ALUNOS .....</b>	<b>81</b>

<b>APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE .....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE 5 – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE.....</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE 6 – QUESTIONÁRIO FINAL COM ALUNOS.....</b>	<b>89</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A educação matemática tem caminhado em passos lentos. A falta de interesse por parte dos alunos e a escassa formação continuada de professores tem sido as principais causas dessa evolução lenta. Aulas utilizando apenas quadro e pincel tem desestimulado alunos que já tem receio da disciplina e a consideram de difícil compreensão, enquanto uma aula mais dinâmica pode apresentar melhores resultados.

Segundo Bessa (2007, p. 4),

as dificuldades de aprendizagem em Matemática podem ser atribuídas aos mais diversos fatores, os quais podem estar relacionados, por exemplo: ao professor (metodologias e práticas pedagógicas), ao aluno (desinteresse pela disciplina), à escola (por não apresentar projetos que estimulem o aprendizado do aluno ou porque as condições físicas são insuficientes) ou à família (por não dar suporte e/ou não ter condições de ajudar o aluno).

Portanto, os docentes devem sempre estar buscando novas metodologias de ensino e formas de estimular os alunos à aprendizagem, uma vez que a tecnologia cresce progressivamente a cada dia e os alunos nascem e crescem em ambientes amplamente tecnológicos. Estudos recentes tem nos mostrado o quão importante é tornar o ensino mais dinâmico, principalmente quando envolvem o uso de tecnologias digitais, participação ativa dos alunos e experiências cotidianas que tornam o aprendizado mais eficiente.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999, p. 41) dizem que “aprender Matemática no Ensino Médio deve ser mais do que memorizar resultados e que a aquisição do conhecimento matemático deve estar vinculada ao domínio de um saber fazer Matemática e de um saber pensar matemático”. Mas essa fala vale não apenas para o Ensino Médio, como para toda a Educação Básica. Para que se tenha um bom pensar matemático no Ensino Médio, é preciso que essa habilidade seja desenvolvida também na Educação Infantil e no Ensino Fundamental.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018, p. 266) é no Ensino Fundamental que o aluno deve desenvolver habilidades de raciocinar e argumentar matematicamente, objetivando a resolução de problemas em vários contextos utilizando métodos e ferramentas diversificadas. E uma das competências específicas de Matemática é “utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados” (BRASIL, 2018, p. 267).

Já D'Ambrosio, diz que

Ao longo da evolução da humanidade, Matemática e tecnologia se desenvolveram em íntima associação, numa relação que poderíamos dizer simbiótica. A tecnologia entendida como convergência do saber (ciência) e do fazer (técnica), e a matemática são intrínsecas à busca solidária do sobreviver e de transcender. A geração do conhecimento matemático não pode, portanto ser dissociada da tecnologia disponível (D'AMBROSIO, 1996, p.13).

Com isso, tem se tornado cada vez mais necessária a atitude dos professores de inovar as aulas, mostrar aplicações práticas da matemática no cotidiano, utilizar materiais concretos e a tecnologia, como auxiliares da aprendizagem, com o objetivo de incentivar e estimular os alunos a estudar a Matemática. Isso inclui a geometria, uma vez que ela é uma área de estudo da Matemática.

Nesta dissertação utilizou-se o processo de impressão 3D como ferramenta auxiliadora no ensino e aprendizagem. Este processo propicia a construção de materiais concretos, e esses modelos em 3D podem ser utilizados para complementar e até facilitar o ensino de diversas disciplinas, proporcionando aos alunos melhor compreensão dos conteúdos ao manipular esses materiais de forma digital ou física.

No estudo da física, é possível analisar os efeitos e variações de temperatura no momento de impressão como em uma peça impressa, também da mesa e do bico, possíveis interferências externas, etc. Na geografia, pode-se utilizar na cartografia e geomorfologia para explorar curvas de nível e formas de relevo de uma região. Na engenharia e arquitetura pode ser utilizada na criação de maquetes e réplicas de projetos futuros, tornando a execução mais precisa. Para cursos na área da saúde é possível a reprodução de próteses dentárias, órgãos, tecidos e células para o ensino, na medicina já possibilita a confecção de prótese de baixo custo, na biologia pode-se fazer o ciclo de vida dos animais, cadeias alimentares, etc. Além de possibilitar a produção de inúmeros materiais para o ensino de alunos com deficiência visual desenvolvendo ferramentas para uso tátil em diversas disciplinas.

No que tange à Matemática, a impressora 3D pode ser utilizada na Geometria Plana e Espacial, Geometria Analítica, Aritmética, entre outras. A construção e manipulação dos modelos em 3D contribuem na visualização e compreensão de conceitos e formas matemáticas consideradas pelos alunos de difícil assimilação.

O processo de impressão 3D envolve primeiramente o processo de confecção do modelo da 3ª dimensão em um *software* de geometria 3D ou pode-se utilizar algum modelo já pronto, existem vários modelos prontos disponíveis em sites. Em seguida, define-se as

dimensões que deseja em um *software* de fatiamento e a impressora produz este objeto através de camadas sucessivas do filamento.

Diante do cenário da sala de aula no ensino de matemática, o professor precisa apresentar muitos sólidos tridimensionais, calcular distâncias, áreas e volumes, para isso ele utiliza na maioria das vezes apenas o quadro, o que por vezes causa problemas na aprendizagem dos alunos. Tendo em vista esta perspectiva, e conhecida a importância da utilização de ferramentas diferenciadas para o ensino, este trabalho justifica-se em apresentar a impressora 3D como metodologia dinâmica e as contribuições do uso da impressora 3D mediando o processo de aprendizagem para alunos da Educação Básica.

Para isso, o presente estudo tem como objetivo geral analisar quais os efeitos no ensino e aprendizagem de Geometria Espacial em decorrência da utilização do processo de impressão 3D nas práticas educativas na Educação Básica. E como objetivos específicos, identificar as dificuldades dos alunos no conteúdo de Geometria Espacial; Apresentar possibilidades do uso da impressora 3D no ensino de Geometria Espacial desde a modelagem no *software*, fatiamento e impressão do sólido; Analisar as contribuições da impressora 3D no ensino e aprendizagem de Geometria através da construção e observação dos modelos em 3D.

Para tanto, foram utilizados os teóricos: Lorenzato, Giraldo, Caetano e Mattos, Santos e Vasconcelos, como também, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a BNCC.

O presente estudo está dividido em cinco capítulos, o primeiro sendo esta introdução. O segundo apresenta a revisão de literatura, onde foram explanados os escritos existentes que respaldam este trabalho. O terceiro é a metodologia, onde está exposta a estratégia metodológica adotada para realização do estudo, as técnicas, os materiais e os procedimentos adotados para a coleta dos dados. No quarto capítulo são apresentados e discutidos os resultados da pesquisa, obtidos após a análise dos dados coletados. O quinto capítulo contempla as considerações finais. Em seguida, estão apresentadas as referências bibliográficas que corroboram com a teoria necessária para realização do trabalho.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ENSINO DE GEOMETRIA

“O conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande atuação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais” (BRASIL, 2018, p. 263). A Matemática e mais especificamente a Geometria, fazem parte do nosso cotidiano. As formas geométricas planas ou espaciais estão presentes até nas coisas mais simples do nosso dia a dia, em coisas feitas pelo ser humano, mas também na própria natureza. E sobre isso, Lorenzato (1995) diz que

A Geometria está por toda parte, desde antes de Cristo, mas é preciso conseguir enxergá-la... mesmo não querendo, lidamos em nosso cotidiano com as ideias de paralelismo, perpendicularismo, congruência, semelhança, proporcionalidade, medição (comprimento, área, volume), simetria: seja pelo visual (formas), seja pelo uso no lazer, na profissão, na comunicação oral, cotidianamente se está envolvido com a Geometria (LORENZATO, 1995, p. 5).

Apesar de comum no nosso dia a dia, muitos dos alunos aprendem a geometria de forma superficial no Ensino Fundamental e apenas no Ensino Médio é ensinado de forma aprofundada, o que torna o ensino da disciplina muitas vezes árduo tanto para os alunos que se deparam com vários conceitos, formas e fórmulas nunca vistos antes, como para os professores que precisam encontrar maneiras de ensinar de forma relevante os conteúdos. Pavanello (1993, p. 1), afirma que a liberdade que a Lei 5692/71 “concedia às escolas quanto à decisão sobre os programas das diferentes disciplinas possibilitou que muitos professores de matemática, sentindo-se inseguros para trabalhar com a geometria, deixassem de incluí-la em sua programação”.

Pelas inúmeras aplicabilidades da geometria, ela é de grande importância na vida de todos. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, “as habilidades de visualização, desenho, argumentação lógica e de aplicação na busca de soluções para problemas podem ser desenvolvidas com um trabalho adequado de Geometria, para que o aluno possa usar as formas e propriedades geométricas na representação e visualização de partes do mundo que o cerca” (BRASIL, 1999). Já a BNCC, discorre que “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” (BRASIL, 2018, pág. 272).

Quando se trata de formas tridimensionais e planificações, a dificuldade que os alunos apresentam na visualização dos sólidos e compreensão do conteúdo é um empecilho no ensino de Geometria espacial. E isso faz com que eles realizem os cálculos de áreas e volumes de forma mecânica por não conseguirem idealizar figuras e conceitos básicos. Mas, aprender Matemática, ou aprender geometria não é apenas saber resolver um cálculo, é saber interpretar as situações, identificar o problema e procurar uma solução de acordo com os elementos necessários para a resolução.

Para resolver um problema de Geometria Espacial é preciso que o aluno consiga interpretar o enunciado de um problema, visualizar as figuras geométricas correspondentes, para então utilizar as informações necessárias para resolvê-lo. Mas nem todos os alunos conseguem fazer dessa forma e isso pode acontecer por vários motivos uma vez que os alunos não possuem os mesmos conhecimentos, principalmente por aprenderem esses conteúdos de forma diferente uns dos outros.

Por isso a importância de compreender a necessidade de mudar a forma de aprender matemática. Considerar que ensinar Matemática seja desenvolver o raciocínio lógico, estimular o pensamento independente, desenvolver a criatividade, desenvolver a capacidade de manejar situações reais e resolver diferentes tipos de problemas, significa partir em busca de novas estratégias e alternativas que visem a aprendizagem do aluno (SANTOS; VASCONCELOS, 2015).

Portanto, a BNCC

orienta-se pelo pressuposto de que a aprendizagem em Matemática está intrinsecamente relacionada à compreensão, ou seja, à apreensão de significados dos objetos matemáticos, sem deixar de lado suas aplicações. Os significados desses objetos resultam das conexões que os alunos estabelecem entre eles e os demais componentes, entre eles e seu cotidiano e entre os diferentes temas matemáticos. Desse modo, recursos didáticos como malhas quadriculadas, ábacos, jogos, livros, vídeos, calculadoras, planilhas eletrônicas e *softwares* de geometria dinâmica têm um papel essencial para a compreensão e utilização das noções matemáticas (BRASIL, 2018, 276).

## 2.2 MOVIMENTO *MAKER* E TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO

“A tecnologia tem influenciado na maneira de viver, de se divertir, de informar, de trabalhar, de pensar, de aprender e de aprender a aprender” (PORTANOVA, 2005, p.84). Assim

dizendo, torna-se cada vez mais necessários que os professores desenvolvam o hábito de variar nas metodologias de ensino para que os alunos consigam se manter motivados e aprender de forma eficaz. Isso serve também para o ensino de geometria.

Entre as possibilidades de ferramentas para o ensino de Geometria, temos os *softwares* de geometria dinâmica e os materiais concretos. Sobre a geometria dinâmica, Giraldo, Caetano e Mattos (2012) apontam que

As ferramentas de geometria dinâmica permitem a construção de objetos geométricos de acordo com propriedades ou relações estabelecidas. Estes podem então ser manipulados dinamicamente, de tal maneira que as propriedades e relações sejam preservadas. Esse modo particular de construção geométrica apresenta características especiais, que podem ter consequências importantes para a aprendizagem (GIRALDO; CAETANO; MATTOS, 2012, p. 67).

Eles ainda citam que “no caso da geometria espacial, essas funcionalidades permitem alterar o ponto de vista de observação de um objeto tridimensional de forma dinâmica, contribuindo com a exploração do espaço e com o desenvolvimento da visualização espacial” (GIRALDO; CAETANO; MATTOS, 2012, p. 89).

Muitas vezes, na Matemática, é preciso fazer com que o aluno construa, pois com isso é possível enxergar detalhes que apenas assistindo a aula do professor não seria possível perceber. “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.” (BRASIL, 1997, pág. 82). Os PCN dizem ainda que “O uso de alguns *softwares* disponíveis também é uma forma de levar o aluno a raciocinar geometricamente” (BRASIL, 1997, pág. 83).

Em se tratando dos materiais concretos tridimensionais, não é algo novo e já tem sido feito com diversos tipos de materiais, mas a produção com a impressora 3D executa esses objetos de forma mais precisa, mais próximo do real, o que contribui na visualização e associação de como realmente são, e a modelagem e produção podem ser utilizados como uma potente ferramenta no auxílio da compreensão de conceitos e formas da geometria espacial.

A tecnologia proporciona novas formas de ver o mundo e conseqüentemente novas formas de aprender. A exposição dos alunos à modelagem, impressão e manipulação de modelos construídos em um *software* de geometria dinâmica e impresso na impressora 3D, causa nos alunos a curiosidade e instiga a formular hipóteses. A impressora 3D e a produção e manuseio dos materiais produzidos vêm trazendo um novo conceito de recurso didático

podendo causar mudanças na forma de aprender e na qualidade do aprendizado desses alunos. Com a impressora 3D é possível construir praticamente qualquer coisa. Ela é uma máquina que converte arquivos digitais em algo concreto e isso pode ser feito com plástico e dependendo do tipo de impressora que se utilize pode produzir coisas até com metal.

A impressora 3D assim como outras ferramentas que possibilitam a materialização de objetos através de uma ideia inicial, fazem parte de uma cultura conhecida como Movimento *Maker*. O movimento *maker* surgiu de um outro movimento chamado *DIY* (*do it yourself*) que significa “faça você mesmo”. Com a sua ascensão e o surgimento de novas tecnologias e meios de divulgação, o *DIY* se tornou o “Movimento *Maker*”, termo se originado da expressão “*to make*” que é utilizado para designar “fazedores” (pessoas que fazem as coisas). Esses conceitos se tornaram mais conhecidos a partir de 2005 com a criação da revista *Make*. O então movimento é um espaço aberto, criativo, colaborativo e divertido onde qualquer pessoa interessada pode fazer parte.

No ensino, este movimento propõe uma aprendizagem ligada ao fazer, colocando o aluno como o protagonista no processo de construção do seu conhecimento e o professor não é apenas um reprodutor de conteúdo e sim o mediador e incentivador da aprendizagem. Inserir os alunos nos processos de fabricação, estimula o desenvolvimento da criatividade e da autonomia. Contribui para o desenvolvimento da capacidade de análise, formulação de hipóteses, também de habilidades para resolução de problemas.

Bley e Carvalho (2018) afirmam que a apropriação do movimento *maker* no campo da educação surge “

como uma proposta para o uso das tecnologias digitais em ações que possibilitam construção de projetos, fabricação de objetos, a criatividade, o compartilhamento e a colaboração [...] Elementos da robótica, Arduino, FabLabs, impressoras 3D, *softwares* livres, eventos como *Campus Party* e Feira *Maker*, fazem parte do movimento *maker*.

Esses pontos motivam o estudo do tema, como também o desejo de desenvolver mecanismos que facilitem o entendimento dos conteúdos. No caso, a impressora 3D tem se mostrado uma ferramenta para produção de materiais didáticos, o que provoca mais interesse e mostrando ser necessária uma investigação do tema.

### 2.3 IMPRESSORA 3D NA EDUCAÇÃO

### 2.3.1 Vantagens do uso da impressora 3D na educação

A impressora 3D é uma tecnologia que usa o método de impressão FDM (*Fusion Deposition Modeling*) que significa modelagem por fusão e deposição. O seu funcionamento é basicamente a fusão de um material e deposição em camadas formando o objeto. O material utilizado é geralmente um termoplástico, onde um dos mais utilizados é o PLA (Ácido Polilático). O PLA é um plástico biodegradável e reciclável, fácil de utilizar pois não necessita de mesa aquecida e nem de uma impressora fechada, possui elevada dureza, o que influencia na resistência e durabilidade das peças e alta qualidade visual por ter uma boa adesão entre as camadas.

O uso da impressora 3D no ambiente educacional possui diversas vantagens:

- a) Tem um bom custo-benefício, hoje em dia é possível comprar uma boa impressora 3D por R\$ 1.800,00. Além de poder ser utilizada em todas as fases da educação, desde à educação infantil ao ensino superior, possibilita imprimir várias peças em um único processo, reduzindo custo e desperdício, e ainda as peças produzidas nela são muito próximas ao real.
- b) Proporciona complexidade, criatividade e personalização, pois a impressora 3D permite a criação de peças de alta complexidade que muitas vezes não seria possível construir manualmente. Também possibilita a produção de materiais didáticos de acordo com a necessidade de cada disciplina e de cada professor, inclusive de materiais exclusivos, desenvolvidos pelo próprio professor;
- c) Promove sustentabilidade, pois além da possibilidade da produção das peças em PLA que é biodegradável, permite a escolha da quantidade de camadas e espessura das paredes externas das peças, assim como o percentual de preenchimento interno, assim a impressora imprime as peças com a quantidade suficiente de filamento, sem desperdício e mantendo a qualidade visual e de resistência.

Em termos de educação, essa perspectiva contribui para evidenciar a necessidade de um trabalho vinculado aos princípios da dignidade do ser humano, da participação, corresponsabilidade, solidariedade, equidade. E a necessidade de se estender o respeito e o compromisso com a vida - para além dos seres humanos - a todos os seres vivos (BRASIL, 1998, p. 31);

- d) O acesso rápido aos materiais e a economia de tempo é uma grande vantagem para obter uma impressora 3D. Dependendo do tamanho da impressora e do

tamanho da peça, a impressão pode demorar horas, mas ainda sim demanda menos tempo do que comprar os objetos prontos, “com a contratação de uma empresa baseada na web, esse tempo é muito maior, podendo chegar a duas semanas a contar desde o envio do projeto até ter em mãos o objeto construído” (ROCHA, 2018, p. 32);

- e) Hoje em dia, há também a possibilidade de criação da própria impressora, apesar de demandar tempo e conhecimentos técnicos, para quem interessar e não quiser ou puder comprar uma impressora pronta, pode-se montar uma impressora inclusive utilizando peças que já foram impressas em impressoras 3D.

### 2.3.2 Outros estudos sobre o uso da impressora 3D no ensino

Neste tópico será apresentado cinco produções científicas sobre o uso da impressora 3D no ensino. Essas produções foram buscadas em bancos de dissertações, onde duas delas são do bando de dissertações do PROFMAT, a primeira será descrita na seção 2.3.2.1 e a segunda na seção 2.3.2.2. Apesar de já existirem algumas produções sobre o uso da impressora 3D na educação, poucos são voltados à matemática e desses, quase em sua totalidade voltados para Ensino Médio e ensino superior.

#### 2.3.2.1 Uma aplicação da tecnologia de impressão 3D no ensino da matemática: construindo instrumentos didáticos para a sala de aula

Dissertação apresentada ao PROFMAT escrita por Leonaldo Viegas da Rocha em 2018. Neste trabalho, propõe-se, apresentar um processo de uso

da tecnologia emergente de impressão 3D na construção de materiais didáticos para serem explorados em sala de aula, no ensino básico e superior, com vistas a contribuir, facilitar e oportunizar novos métodos de ensino. Através de ferramentas tecnológicas apresentamos a criação de material em 3D para o ensino de conceitos de Cálculo e da Geometria plana e espacial, para estudo da área e do volume visando contribuir no processo de Ensino e Aprendizagem (ROCHA, 2018, p. 22).

O trabalho apresentou uma fundamentação teórica sobre o ensino de geometria, tecnologias e sobre a impressora 3D no ambiente educacional, na Matemática e a sua relação com os números. Também foi apresentado um referencial teórico com conteúdos específicos da matemática como área, Integral de Riemann e aplicação da integral no cálculo de volumes.

Primeiramente foi realizado um estudo bibliográfico, e em seguida, buscou

apresentar ordenadamente, um processo de construção de instrumentos didáticos com o uso da tecnologia de impressão 3D. Foi feita uma busca a fim de compreender a funcionalidade das ferramentas tecnológicas utilizadas no processo. Em seguida descrevem-se as etapas de construção dos modelos com a utilização dessas ferramentas na elaboração do material, passando pelo planejamento até chegar à sua impressão física (ROCHA, 2018, p. 24).

Constataram a importância e as vantagens de utilização da impressora 3D, afirmam que o trabalho contribui para uma reflexão dos professores sobre suas práticas pedagógicas, acreditam que o processo que foi apresentado, direciona os principiantes interessados na investigação sobre o uso dessa ferramenta na confecção de artefatos e esperam que a pesquisa “estimule a realização de outras, em favor de um ensino mais dinâmico e efetivo, explorando essa tecnologia em desenvolvimento que vem sendo uma ferramenta potencializadora para o ensino em diferentes áreas do conhecimento” (ROCHA, 2018, p. 99).

#### 2.3.2.2 O cálculo de volume de sólidos usando o princípio de Cavalieri mediado por materiais confeccionados em impressão 3D

Dissertação apresentada ao PROFMAT por Luiz Gustavo Cunha em 2019 (CUNHA, 2019), onde o objetivo do trabalho é explorar o Princípio de Cavalieri para o cálculo de volumes de sólidos geométricos no Ensino Médio com o uso de materiais concretos e do *software* de geometria dinâmica *GeoGebra*. Para isso, apresentou um referencial teórico onde explorou temas como: ensino de geometria espacial e o cálculo de volumes, o conceito de área de alguns sólidos geométricos como paralelepípedo, cilindro, prisma, pirâmide, cone e esfera, o volume desses mesmos sólidos pelo princípio de Cavalieri, o *software GeoGebra*, o material concreto e a impressão 3D.

Para realização da pesquisa de Cunha, foi planejada e aplicada uma sequência didática de atividades, distribuídas da seguinte forma: resgate histórico sobre Cavalieri, discutindo sobre Cavalieri, medir e comparar as áreas de sólidos manipuláveis (produzidos na impressora 3D), comparação de áreas utilizando o *GeoGebra*, introduzir o princípio de Cavalieri, cálculo do volume da esfera utilizando o princípio de Cavalieri e anticlépsidra, Apresentar no *GeoGebra* mostrando a igualdade de áreas entre seção esfera e seção anticlépsidra.

As ideias de melhorias que apareceram durante a realização da pesquisa de Cunha, deixaram como sugestão para trabalhos futuros. Eles concluem que tanto o princípio de Cavalieri, como os materiais concretos produzidos na impressora e a sequência didática proposta foram de suma importância na aprendizagem dos alunos e afirmam

que esse trabalho serviu tanto para o melhor desenvolvimento dos alunos ao estudarem os volumes dos sólidos, quanto para o meu próprio desenvolvimento como professor, o que me permitiu reavaliar a maneira como leciono, buscando um melhoramento contínuo das minhas práticas como professor ( CUNHA, 2019, p. 84).

### 2.3.2.3 *GeoGebra* e Impressão 3D: desenvolvendo o Pensamento Geométrico Espacial

Esta produção foi escrita por Larissa Weyh Monzon e Marcus Vinicius de Azevedo Basso em 2019 e visou responder a seguinte pergunta:

Como as tecnologias digitais, construindo e manipulando objetos espaciais em *software* de geometria dinâmica e com a impressão 3D, podem proporcionar experiências para contribuir para o desenvolvimento do pensamento geométrico espacial através de uma situação problema? (MONZON E BASSO, 2019, p. 2).

Para responder esta pergunta foram explanados dois tópicos de aporte teórico. O primeiro era “Geometria dinâmica: *software GeoGebra*”, este tópico faz um apanhado sobre a história dos *softwares* e cita o *GeoGebra* como possibilidade de ferramenta dinâmica, mas que apesar de já ser bem conhecidas as suas potencialidades, o uso da sua versão em 3D ainda está sendo pouco utilizada.

O segundo tópico é “Impressão 3D” onde ele cita que a proposta do trabalho é verificar “as possibilidades de tornar os objetos teóricos virtuais, ricos em propriedades e conceitos matemáticos e criados no ambiente de geometria dinâmica, em objetos físicos, que os alunos, os próprios criadores desses objetos virtuais, poderão tocar através da impressão 3D” (MONZON; BASSO, 2019, p. 3). Também neste tópico é comentado um pouco da história das impressoras 3D e que o surgimento delas fez fortalecer o uso dos *softwares* 3D, uma vez que para se imprimir peças, o primeiro passo é modelá-las em um *software* que construa modelos na 3ª dimensão.

A aplicação ocorreu durante uma disciplina com estudantes do Ensino Médio, com doze participantes, as atividades propostas foram disponibilizadas via Google Sala de Aula e o *software* utilizado foi o *GeoGebra*. E ao final, concluiu que a situação que foi apresentada

não só demonstrou as possibilidades do uso das tecnologias na sala de aula, como também o uso da geometria dinâmica como ferramenta para interações entre sujeito e os objetos de estudos, ou seja, experiências onde os estudantes puderam desenvolver seus pensamentos e ainda a possibilidade de verificar a aplicação desses conceitos em objetos físicos, criados através de suas interações no mundo virtual (MONZON E BASSO, 2019, p. 9).

#### 2.3.2.4 OAs para o ensino de cálculo: potencialidades de tecnologias 3D

Escrito por Raiane Lemke, Ivanete Zuchi Siple e Elisandra Bar de Figueiredo (LEMKE; SIPLE; FIGUEIREDO, 2016), neste trabalho, elas apresentam as contribuições “das tecnologias da geometria dinâmica do *software GeoGebra* e da impressão 3D na criação de objetos de aprendizagem (OAs) para o ensino de funções de várias variáveis visando contribuir com a integração da tecnologia no Ensino de Cálculo com práticas inovadoras” (LEMKE; SIPLE; FIGUEIREDO, 2016, p. 1).

Como aporte teórico (LEMKE; SIPLE; FIGUEIREDO, 2016), explanam as potencialidades do *GeoGebra* 3D e da impressora 3D, sobre diferencial de volume esférico fazendo uma conexão entre o *GeoGebra* 3D e a impressora 3D, falam também do diferencial de volume esférico na sala de aula.

Ao final do trabalho, consideram que “a combinação da disponibilidade de objetos de aprendizagem para o Cálculo com uma metodologia adequada pode propiciar práticas inovadoras, instigando o aluno a realizar conjecturas, fazer simulações e confrontar as hipóteses numa situação problema”(LEMKE, SIPLE e FIGUEIREDO, 2016, p. 9).

#### 2.3.2.5 O lugar da aprendizagem criativa: uma experiência com a matemática mão na massa

Produção de Cristina Lúcia Dias Vaz e Edilson dos Passos Neri Júnior em 2020, onde seu objetivo foi investigar como ações interdisciplinares podem promover uma aprendizagem criativa em matemática (VAZ; NERI JÚNIOR, 2020). Para embasamento teórico do trabalho elas falam sobre a aprendizagem criativa e a garagem: um lugar da matemática mão na massa, onde “essa Garagem, então, é um espaço de criação, que valoriza a imaginação, liberdade e a autonomia” (VAZ; NERI JÚNIOR, 2020, p. 6).

Em seguida apresentam os artefatos trabalhados, a faixa de *Möbius*, o fractal triângulo de *Sierpinski*, mostrando todo o processo de impressão, desde a modelagem, fatiamento e os artefatos impressos. Eles concluem que o processo utilizado promoveu uma aprendizagem criativa e que “ ter uma atitude *maker* significa ser o protagonista do seu processo de aprendizagem, de modo a construir conhecimento de forma autônoma e colaborativa, ser imaginativo e criativo, aprender assuntos de várias disciplinas e saber conectá-los na solução de problemas” (VAZ; NERI JÚNIOR, 2020, p. 17).

Ainda defendem que “a construção do conhecimento matemático pode se dar de forma mais eficaz quando, na medida do possível, temos a possibilidade de materializar e manipular

estruturas que, até então, eram abstratas ou que só eram apresentadas no livro didático ou na tela de um computador” (VAZ; NERI JÚNIOR, 2020, p. 17).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

O presente estudo é de natureza aplicada, pois “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos” (PRODANOV, 2013, p. 51).

Quanto à abordagem, a pesquisa é do tipo qualitativa, pois “Na abordagem qualitativa, não se pretende numerar ou medir unidades ou categorias homogêneas” (RAUPP; BEUREN, 2006, p.92). Uma vez que o presente trabalho visa observação dos participantes, tomar conhecimento sobre as principais dificuldades dos alunos nos conteúdos de geometria espacial e com isso analisar as contribuições da Impressora 3D no ensino da disciplina. Portanto os dados que serão analisados não são elementos estatísticos.

Em se tratando dos procedimentos para coleta de dados que foram adotados, podemos classificar esta pesquisa como uma pesquisa de campo, já que uma pesquisa de campo

é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual procuramos uma resposta, ou de uma hipótese, que queiramos comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que presumimos relevantes, para analisá-los (PRODANOV, 2013, p. 59).

#### 3.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA

O estudo foi realizado com alunos de uma escola pública de Teresina das turmas de 8º ano e 9º ano, que se voluntariaram quando a proposta foi apresentada a eles. A pesquisa se iniciou com 22 alunos, com idades entre 13 e 14 anos, onde 45,5% do sexo masculino e 54,5% do sexo feminino. Sobre o ano que cursam, 40,9% são do 9º ano e 51,1% do 8º ano. Mas no decorrer da aplicação alguns desistiram alegando não conseguir conciliar com as muitas atividades escolares que tinham para desenvolver. Participaram ativamente da pesquisa um total de 13 alunos, sendo 69,3% do 8º ano e 30,7% do 9º ano, onde 38,4% eram do sexo masculino e 61,6% do sexo feminino. Também participaram da pesquisa 36 professores de matemática entre eles 19,4% do sexo feminino e 80,6% do sexo masculino.

#### 3.3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Devido ao contexto pandêmico em decorrência da covid-19 no qual ocorreu durante a realização da pesquisa, a coleta de dados foi inteiramente online, inclusive o Termo de Consentimento Livre assinado pelos pais dos alunos. Vale ressaltar que nos dias de reunião com os alunos, eram realizadas duas reuniões uma pela manhã e outra pela tarde, em consequência de os participantes estudarem em turnos diferentes.

Para coleta e análise de dados deste trabalho, o procedimento foi dividido em fases:

- a) Seleção dos conteúdos e habilidades da BNCC. Em razão de o conteúdo de geometria espacial ser extenso, foi necessária uma seleção de conteúdos e habilidades da BNCC para serem trabalhadas com os alunos, como mostra o Quadro 1;

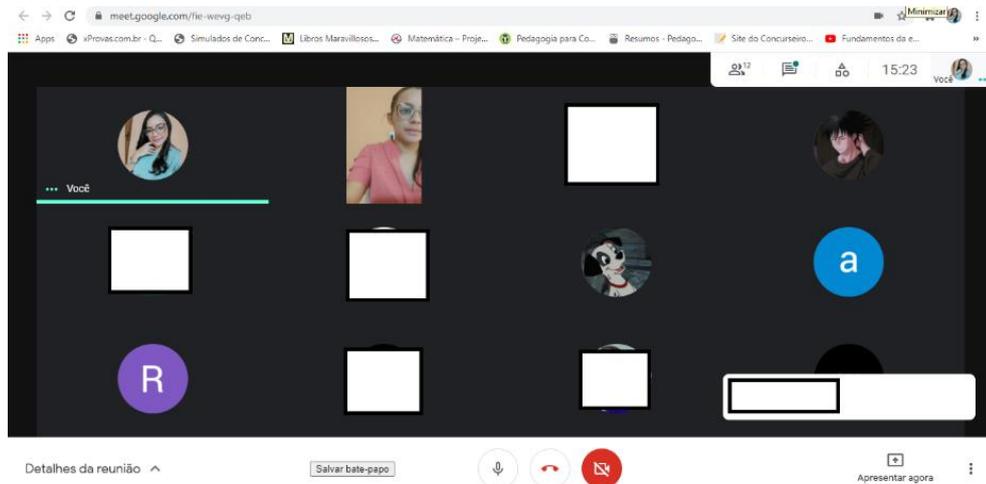
**Quadro 1** – Habilidades e objetos de estudo selecionados

<b>Habilidade da BNCC</b>	<b>Objeto de conhecimento</b>
(EF06MA17) Quantificar e estabelecer relações entre o número de vértices, faces e arestas de prismas e pirâmides, em função do seu polígono da base, para resolver problemas e desenvolver a percepção espacial.	Prismas e pirâmides: planificações e relações entre seus elementos (vértices, faces e arestas)
(EF07MA32) Resolver e elaborar problemas de cálculo de medida de área de figuras planas que podem ser decompostas por quadrados, retângulos e/ou triângulos, utilizando a equivalência entre áreas.	Equivalência de área de figuras planas: cálculo de áreas de figuras que podem ser decompostas por outras, cujas áreas podem ser facilmente determinadas como triângulos e quadriláteros
(EF08MA21) Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo do volume de recipiente cujo formato é o de um bloco retangular.	Volume de bloco retangular
(EF09MA17) Reconhecer vistas ortogonais de figuras espaciais e aplicar esse conhecimento para desenhar objetos em perspectiva.	Vistas ortogonais de figuras espaciais
(EF09MA19) Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de volumes de prismas e de cilindros retos, inclusive com uso de expressões de cálculo, em situações cotidianas.	Volume de prismas

Fonte: Adaptada da BNCC pelo autor (2021).

- b) Realizou-se uma reunião com os alunos participantes como mostra a Figura 1, para explicar como se daria a oficina, em seguida ocorreu uma entrevista com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental e professores de Matemática da Educação Básica sobre as principais dificuldades dos alunos na Geometria Espacial, assim como conhecer algumas das metodologias que são utilizadas para o ensino;

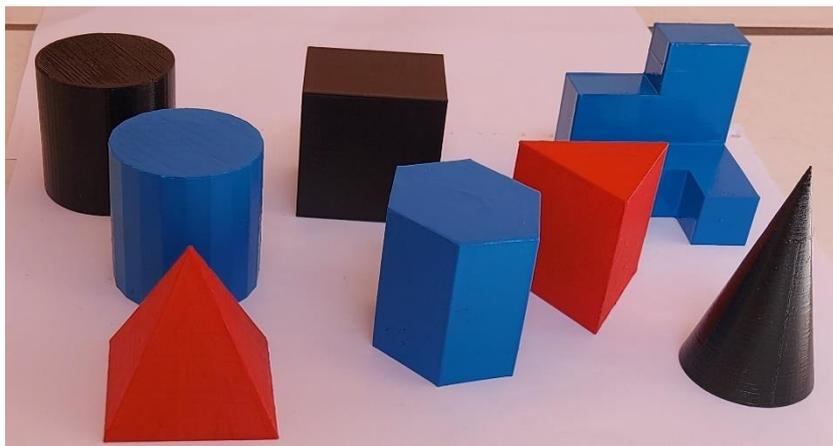
**Figura 1** – Reunião com os participantes



Fonte: O autor (2021).

- c) Aplicação de questionário pré-teste (após uma breve revisão dos conteúdos) a fim de ter uma ideia dos conhecimentos que os discentes já adquiriram sobre o tema. O pré-teste dispõe de oito questões objetivas envolvendo as habilidades da BNCC selecionadas e foi aplicado com 20 discentes;
- d) Definição de modelos a serem produzidos de acordo com os conteúdos selecionados, em razão de serem inúmeras as figuras geométricas existentes, também foi preciso selecionar os sólidos a serem impressos, representados na Figura 2. Os sólidos escolhidos foram:
- Cone;
  - Cilindro;
  - Paralelepípedo;
  - Pirâmide de base quadrangular;
  - Prisma de base triangular;
  - Prisma de base hexagonal;
  - Prisma de base icosaogonal;
  - Poliedro não-convexo.

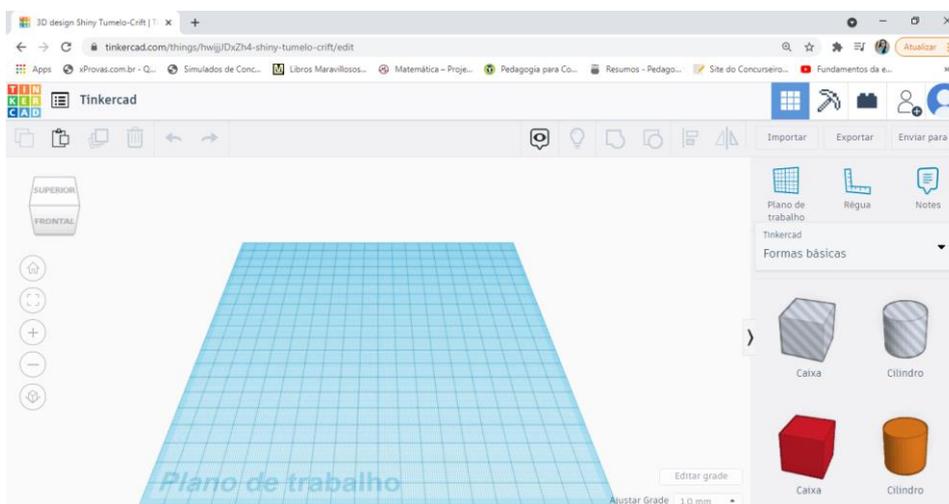
**Figura 2** – Sólidos geométricos que foram escolhidos, produzidos e impressos



Fonte: O autor (2021).

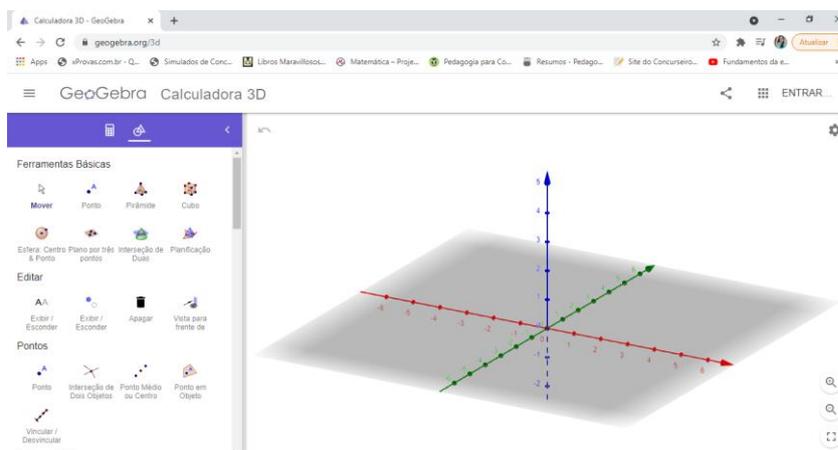
- e) Explicação teórica. A explicação foi tanto dos assuntos de geometria espacial, como do uso dos *softwares GeoGebra* e o *Tinkercad* escolhidos para a aplicação. Foram necessários dois encontros para tal. Esse foram escolhidos pela facilidade de acesso tanto pelo celular como pelo computador. A seguir, a *interface* do *Tinkercad* (Figura 3) e a interface do *GeoGebra* (Figura 4).

**Figura 3** – Interface do tinkercad



Fonte: O autor (2021).

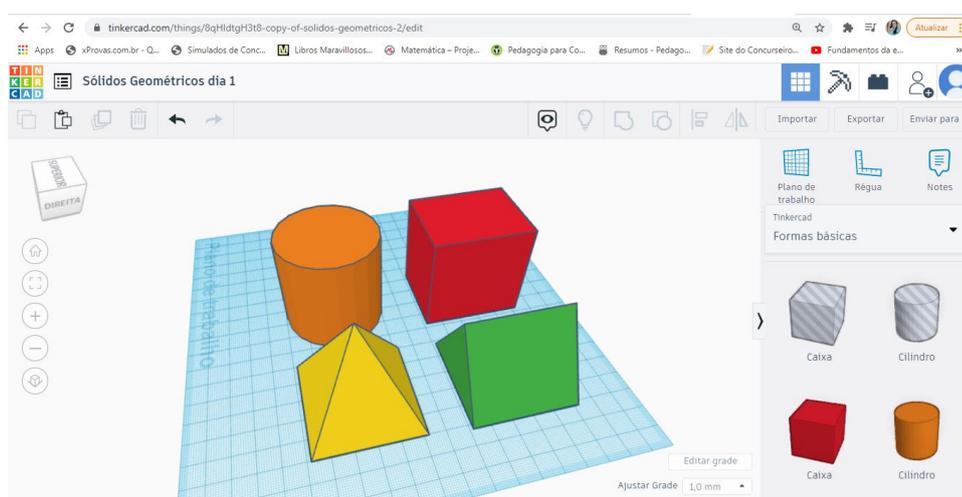
**Figura 4 – Interface do geogebra**



Fonte: O autor (2021).

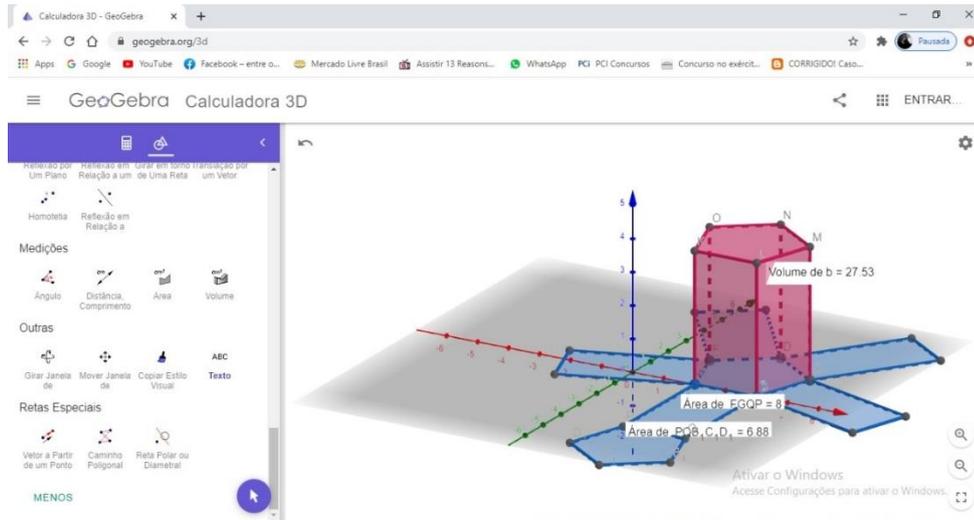
- f) Desenvolvimento dos modelos nos *softwares*. O primeiro passo do processo de impressão 3D é a modelagem em um *software* tridimensional, mas não pode ser qualquer um, o mesmo deve possibilitar salvar o arquivo no formato *.stl*. A partir disso, realizou-se três encontros pelo *Google Meet* para modelagem dos sólidos a serem impressos posteriormente como é possível observar (Figura 5 e 6), onde a Figura 6 é uma das modelagens feitas pelos alunos.

**Figura 5 – Construção de sólidos no tinkercad**



Fonte: O autor (2021).

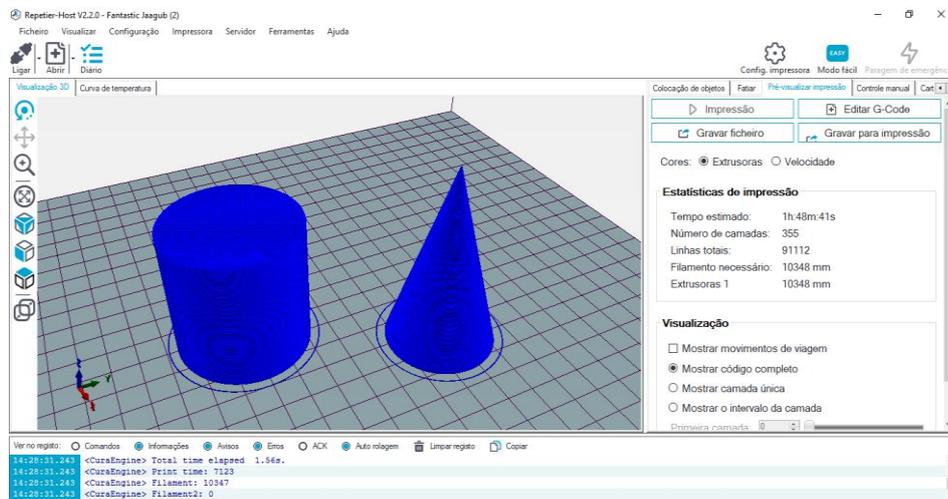
Figura 6 – Construção de sólido no *geogebra* por um aluno



Fonte: Coletada da pesquisa (2021).

g) Fatiamento das peças que foram construídas. O segundo passo do processo é o fatiamento, a peça deve passar por um *software* de corte (no caso, foi o Repetier) onde o arquivo é processado e vai segmentar a peça em camadas. Define-se a quantidade de camadas externas, a porcentagem de preenchimento na parte interna das peças e o tipo de preenchimento, como mostra a Figura 7. No *software* de fatiamento é possível ter uma aproximação de tempo e quantidade de material a ser utilizado. Em seguida, salva o arquivo e ele já salva automaticamente no modelo G-code que é o tipo que a impressora lê. Vale frisar que quanto mais finas as camadas, melhor a qualidade da peça.

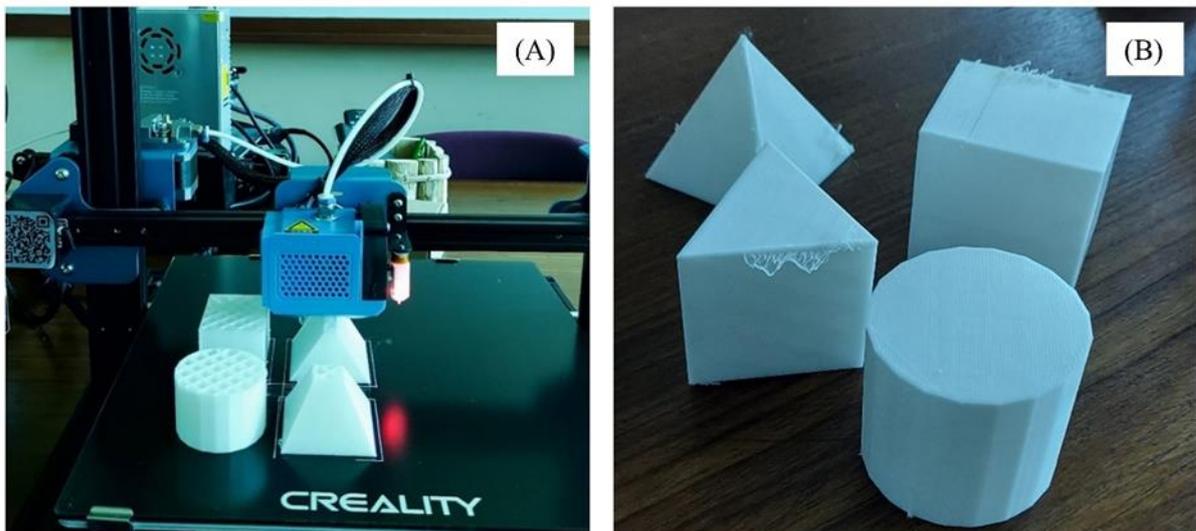
Figura 7 – Fatiamento de peças no *repetier*



Fonte: O autor (2021).

- h) Impressão dos modelos na impressora. O terceiro e último passo do processo é a própria impressão. Foram impressas oito peças de formas e tamanhos variados. Este passo realizou-se em três dias.
- No primeiro dia foram impressas quatro peças, como mostra a Figura 8A também foram feitas gravações na velocidade real da impressão e gravação de todo o processo em *timelapse*. O tempo total foi de 4h 51m 44s.

**Figura 8** – Impressora (A) e peças (B) Primeiro dia de impressão das peças

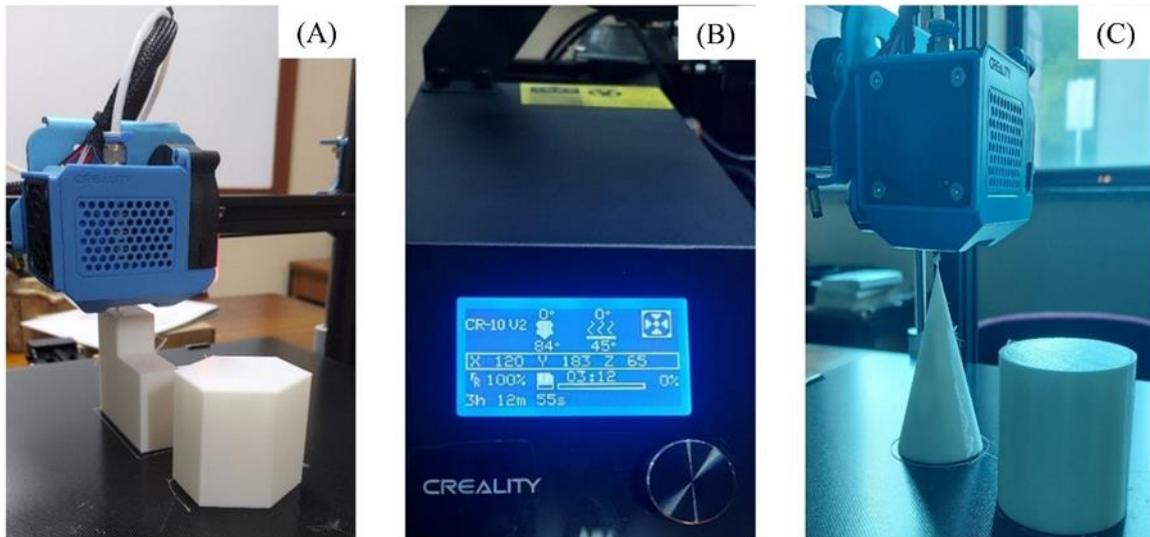


Fonte: O autor (2021).

Como é possível observar na Figura 8B, pode acontecer de ficar algumas sobras de PLA nas peças, isso ocorre quando imprime mais de uma peça ao mesmo tempo, devido aos resquícios do filamento que ficam no bico após o término de uma camada. Basta lixar ou cortar com um alicate, com cuidado para não danificar a peça.

- No segundo dia foram impressos um prisma de base hexagonal e um poliedro não convexo (Figura 9A). Na Figura 9B mostra o tempo total do segundo dia no painel da impressora.

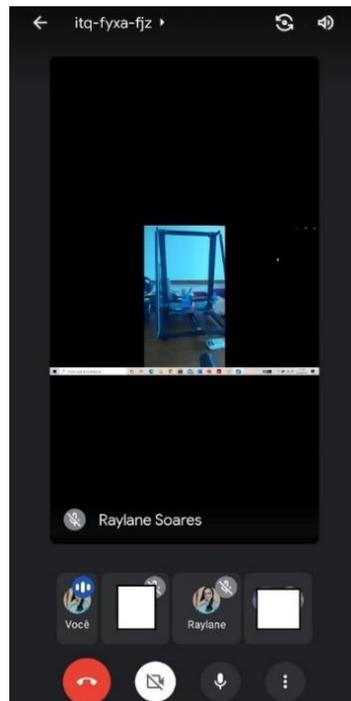
**Figura 9** – Peças impressas no segundo dia (A), tempo total de impressão do segundo dia (B) e Sólidos do terceiro dia de impressão (C).



Fonte: O autor (2021).

- No terceiro dia foram impressos o cilindro e o cone (Figura 9C). Neste dia, o tempo total foi 2h 8m 30s, com a mesma espessura das paredes externas da peça e mesmo percentual de preenchimento interno dos outros dois dias de impressão.
  
- i) Mostra e avaliação do material impresso juntamente com os alunos participantes da oficina como pode-se observar na Figura 10. Após a impressão dos sólidos, houve um novo encontro com os integrantes da pesquisa, para mostrar os vídeos e fotos feitos no momento da impressão. Em seguida, a análise e reflexão sobre a qualidade e utilidade do material impresso, como também da metodologia utilizada.

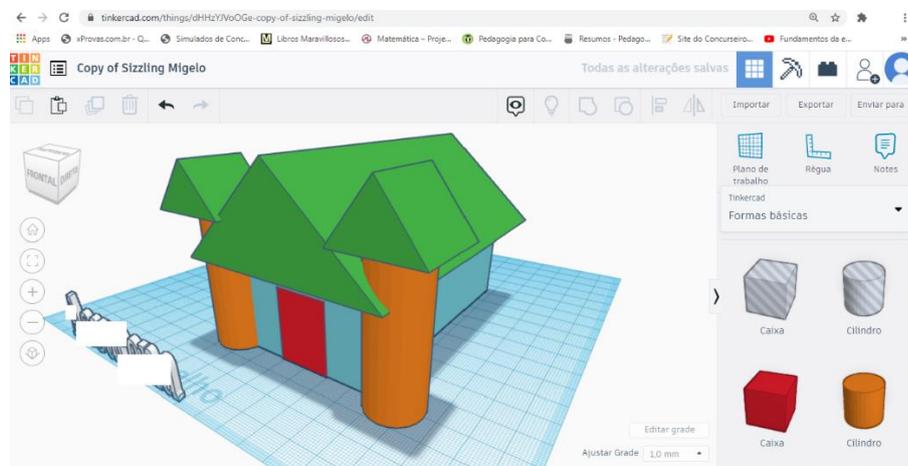
**Figura 10** – Mostra e discussão sobre a qualidade e utilidade das peças



Fonte: O autor (2021).

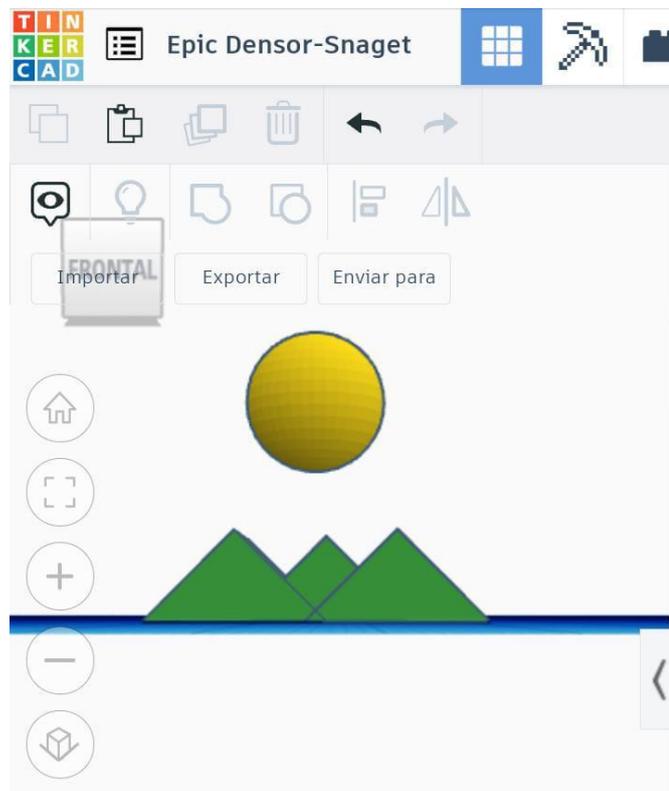
- j) Aplicação de questionário pós-teste para tornar possível a verificação da evolução dos discentes na aprendizagem das temáticas abordadas. Assim como o pré-teste, o pós-teste dispõe de oito questões objetivas e foi aplicado com os 13 alunos que participaram até o fim. Também foi deixado como desafio que eles produzissem algum objeto ou paisagem utilizando os sólidos geométricos, a fim de incentivar a criatividade, assim como fazer uma aproximação do abstrato com o real. As Figuras 11 e 12 mostram duas das produções dos alunos.

**Figura 11** – Produção no *tinkercad* por um aluno



Fonte: Coletada da pesquisa (2021).

**Figura 12** – Outra produção no *tinkercad* desenvolvida por aluno



Fonte: Coletada da pesquisa (2021).

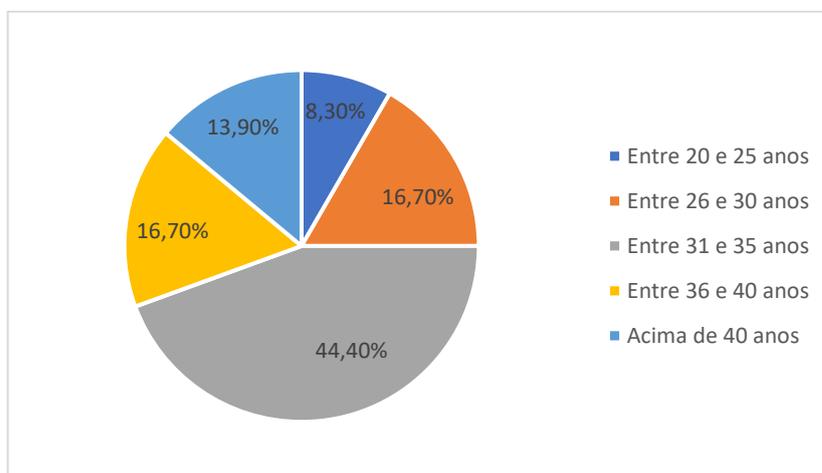
- k) Realização de entrevista com os educandos integrantes da pesquisa, para tomar conhecimento das opiniões sobre toda a oficina.
- l) Por fim, os dados foram coletados e analisados, tomando como base as respostas dadas pelos participantes nos questionários e testes respondidos no início e no fim da oficina.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ENTREVISTA COM PROFESSORES

Participaram 36 professores de matemática, todos com formação na área, com idades entre 24 e 59 anos, distribuídos da seguinte forma: 8,3% com idades entre 20 e 25 anos, 16,7% com idades entre 26 e 30 anos, 44,4% com idades entre 31 e 35 anos, com idades entre 36 e 40 anos e 13,9% acima de 40 anos, como mostra o Gráfico 1. A média de idade dos participantes é de 34 anos e isso pode implicar em duas deduções, a primeira é que boa parte deles já tem um certo tempo de atuação em sala de aula e a segunda é que já tenham concluído alguma qualificação profissional.

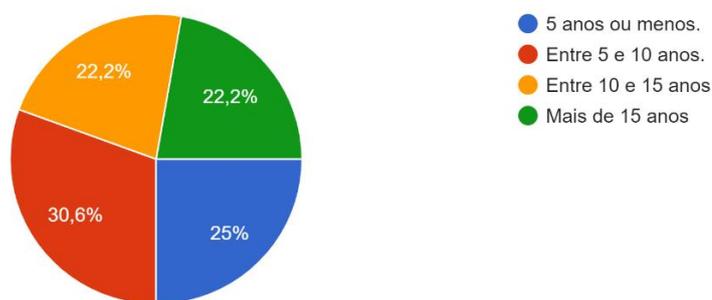
**Gráfico 1** – Idade dos professores participantes



Fonte: O autor (2021).

Foram um total de 16 perguntas sobre as dificuldades dos alunos e dos professores, como também sobre as metodologias e recursos que utilizam. O primeiro questionamento foi “há quanto tempo atuam em sala de aula?”, 25% responderam que atuam há 5 anos ou menos; 30,6% atuam entre 5 e 10 anos; 22,2% entre 10 e 15 anos e 22,2% já atuam há mais de 15 anos (Figura 13). Os dados mostram que 44,4% já tem mais de 10 anos de atuação, imagina-se que esses profissionais já buscaram alguma formação continuada. Tanto o tempo de atuação como a formação continuada são importantes para que o professor desenvolva uma habilidade de sistematizar o ensino relacionando os conteúdos com as ferramentas e recursos que melhor se adaptam em cada necessidade.

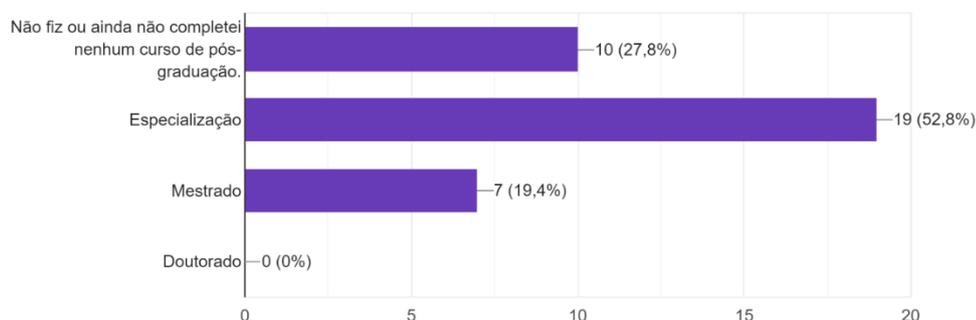
**Figura 13** – Tempo de atuação em sala de aula



Fonte: O autor (2021).

Na Figura 14, sobre a qualificação a nível de pós-graduação, pode-se perceber que 72,2% possuem algum tipo de pós-graduação, dentre eles 52,8% concluíram especialização e 19,4% concluíram mestrado, isso confirma uma das implicações feitas inicialmente nesta discussão. É necessário que professores busquem se qualificar para utilizar metodologias e ferramentas educacionais que vá de encontro com as necessidades dos seus alunos.

**Figura 14** – Qualificação a nível de pós-graduação



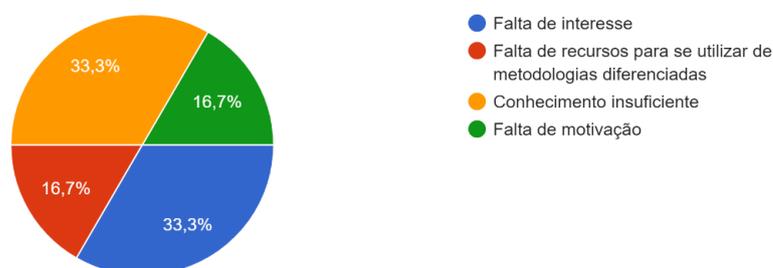
Fonte: O autor (2021).

Para Chimentão (2009) a formação continuada é relevante para os professores em atuação, independentemente de estarem há pouco ou muito tempo, “uma vez que o avanço dos conhecimentos, tecnologias e as novas exigências do meio social e político impõem ao profissional, à escola e às instituições formadoras, a continuidade, o aperfeiçoamento da formação profissional”.

Quando perguntados sobre a maior dificuldade que os alunos apresentam na sala de aula, 33,3% afirmaram ser a falta de interesse, essa mesma quantidade afirma que a maior

dificuldade é conhecimento insuficiente, as outras opiniões ficaram distribuídas igualmente entre falta de recursos e falta de motivação, a Figura 15 representa essas respostas. A falta de interesse dos alunos, a falta de motivação e o conhecimento insuficiente, necessitam que o professor vá em busca de metodologias que provoquem e incentivem os alunos, quiçá assim eles obtenham os conhecimentos necessários. Com relação a isso, Basniak e Liziero (2017) afirmam que “é necessário buscarmos novas perspectivas de como ensinar de acordo com a realidade em que vivemos, ou seja, tornar comum o uso de recursos tecnológicos para facilitar a aprendizagem dos alunos”.

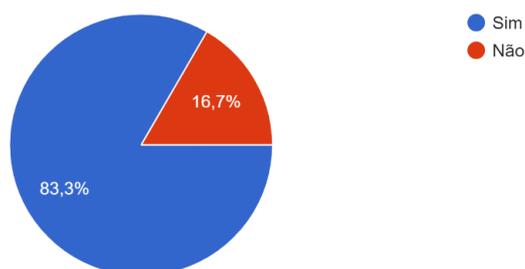
**Figura 15** – Resposta dos professores sobre as dificuldades dos alunos



Fonte: O autor (2021).

Quando questionados se utilizam recursos computacionais, 83,3% disseram que sim e apenas 16,7% disseram que não. É possível constatar através da Figura 16 que os professores em sua maioria utilizam recursos computacionais no ensino de matemática e isso pode ser um resultado de grande parte deles possuírem algum nível de qualificação, ou também pelo tempo de atuação que eles possuem em sala de aula.

**Figura 16** – Professores que utilizam recursos computacionais no ensino de matemática



Fonte: O autor (2021).

Em seguida, para os que responderam que utilizam recursos computacionais, foi perguntado “Quais *softwares* você mais utiliza?” Dentre todas as 36 respostas, o *GeoGebra* foi citado em 64% delas, por possibilitar tanto o ensino de geometria como o ensino de álgebra e talvez pela sua facilidade, por ser intuitivo e autoexplicativo. Outros citados foram: Excel, Khan Academy, Mathway, Matkey, Kahoot, Winplot etc. O Quadro 2 mostra duas das respostas obtidas

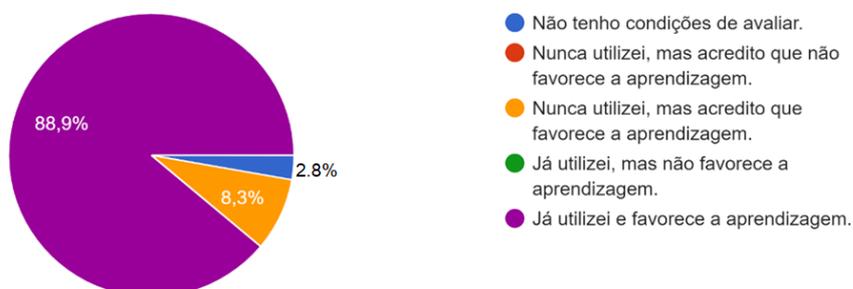
**Quadro 2** – Recursos computacionais mais utilizados pelos professores entrevistados

Respostas
“ <i>Geogebra, scratch, jogos digitais, Tucaprog, Winplot</i> e agora no momento de aulas remotas utilizo as ferramentas do open board para ensinar alguns conceitos matemáticos.”
“ <i>Geogebra, SketchUp, PHET, Poly, animação com PowerPoint, Excel</i> ”

Fonte: O autor (2021).

A pergunta de número sete era “Como você avalia a utilização de *softwares* como recursos didáticos?”. 97,2% avaliaram que favorece a aprendizagem, 2,8% afirmaram quem não têm condições de avaliar e nenhum dos participantes declarou ter utilizado e não favorece a aprendizagem, como mostrado na Figura 17. Basicamente, entre os que avaliaram independente de ter utilizado ou não, eles acreditam que o uso de *software* favorece a aprendizagem. Sobre os que não tem condições de avaliar, fica a hesitação se é por nunca terem utilizado e então não conseguirem avaliar ou se mesmo tendo utilizado ainda não chegaram a uma conclusão sobre as suas contribuições na aprendizagem.

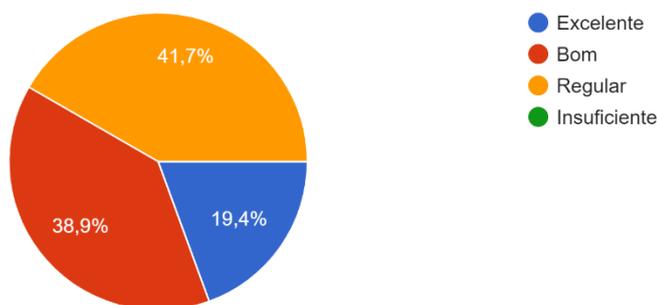
**Figura 17** – Avaliação dos professores sobre a utilização de *software*



Fonte: O autor (2021).

Em seguida foi questionado sobre como cada um avalia a sua habilidade no manuseio de *software* (Figura 18). Apenas 19,4% têm habilidade em nível excelente; 38,9% têm habilidade em nível bom e a maior quantidade, 41,7% afirmam que tem habilidade em nível regular. Ninguém declarou ter habilidades insuficientes no manuseio de *softwares*. Por vezes alguns professores até sabem o funcionamento na teoria, mas não sabem como aplicar de acordo com os conteúdos a serem ensinados. Se os professores não souberem como utilizá-los, é possível que eles apenas tratem “de velhos tópicos de forma igual, simplesmente trocando de mídia” (BORBA, 1996, p. 124) e isso talvez se deva a carências nas formações tanto inicial como continuada.

**Figura 18** – Habilidade dos professores no manuseio de *softwares*



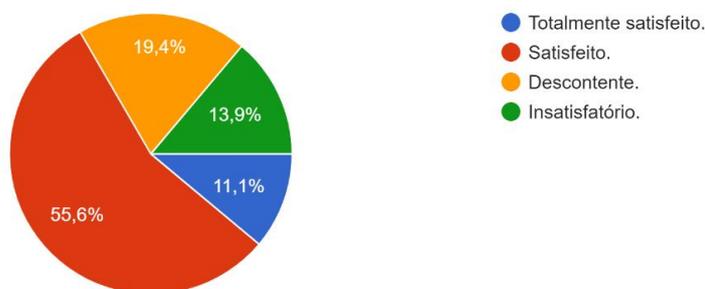
Fonte: O autor (2021).

A pergunta de número nove foi acerca do nível de satisfação na formação acadêmica sobre a utilização de recursos computacionais. Apenas 11,1% está totalmente satisfeito; 55,6% consideram-se satisfeitos; 33,3% avaliaram como descontente ou insatisfatório. E de acordo com os PCN “parte dos problemas referentes ao ensino de Matemática estão relacionados ao processo de formação do magistério, tanto em relação à formação inicial como à formação continuada.” (BRASIL, 1997, p. 22). Os participantes que alegam estarem insatisfeitos representam uma quantidade significativa, uma possível justificativa para a insatisfação é o fato de em alguns casos as formações não serem diretamente aplicáveis em sala de aula.

Segundo Nascimento (2000), as propostas de capacitação dos docentes têm apresentado baixa eficácia, e algumas das razões apontadas são: a desvinculação entre teoria e prática; a ênfase excessiva em aspectos normativos; a falta de projetos coletivos e/ou institucionais; entre outros. (apud CHIMENTÃO, 2009, p. 3) Essas deficiências levam os

professores tanto a insatisfação com a formação, como ao desinteresse em buscar por elas. Observe na Figura 19 a opinião dos professores.

**Figura 19** – Satisfação dos professores na sua formação acadêmica sobre a utilização de recursos computacionais



Fonte: O autor (2021).

O quadro 3 mostra quatro das respostas obtidas quando foi perguntado “quais os conteúdos de geometria espacial você ensina nos anos finais do Ensino Fundamental?”. Essas resumem basicamente a maior parte das outras respostas, apesar de 8,3% afirmarem que não trabalham nenhum conteúdo de geometria espacial nos anos finais do Ensino Fundamental, supõe-se que por não saberem ou por preferirem ensinar as outras áreas da Matemática. “O professor que não conhece Geometria também não conhece o poder, a beleza e a importância que ela possui para a formação do futuro cidadão, então, para esses professores, o dilema é tentar ensinar Geometria sem conhecê-la ou então não ensiná-la.” (BARBOSA, , p. 4)

**Quadro 3** – Conteúdos de geometria espacial que os professores ensinam nos anos finais

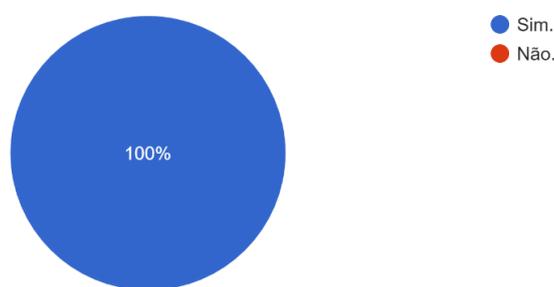
Respostas
“Estudo dos sólidos geométricos; cálculo do número de faces, vértices e arestas de um poliedro, cálculo do volume do paralelepípedo, cubo e cilindro.”
“Figuras espaciais, Poliedros, não poliedros, vistas: frontal, de cima de lado e por traz, volumes de: cubo, paralelepípedo, cilindros e primas.”
“Sólidos geométricos, vistas, planificação.”
“Áreas laterais, totais e volumes de cubos, cilindros e paralelepípedos.”

Fonte: O autor (2021).

Uma das consequências de não ensinar a geometria espacial no Ensino Fundamental é que os alunos chegam ao Ensino Médio e se deparam com conceitos, fórmulas e problemas aprofundados com uma carência nos conteúdos básicos.

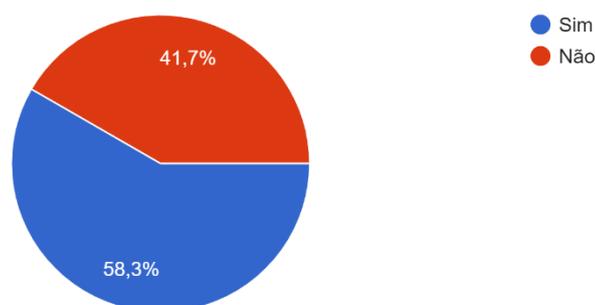
Também foi questionado se trabalham com recursos computacionais no ensino de Geometria Espacial e apesar de 83,3% afirmarem que utilizam recursos computacionais no ensino de Matemática (Figura 16) e 100% acreditarem que a visualização do conteúdo de geometria espacial através de *software* facilita o aprendizado desses conteúdos mais do que somente a aula no quadro (Figura 20), apenas 58,3% utilizam recursos no ensino de geometria espacial e 41,7% não utilizam (Figura 21).

**Figura 20** – Professores que acreditam que o uso de *software* facilita o aprendizado mais do que somente a aula no quadro



Fonte: O autor (2021).

**Figura 21** – Professores que utilizam recursos computacionais no ensino de geometria espacial



Fonte: O autor (2021).

O uso de recursos computacionais na Matemática é muito importante e se faz necessário também no ensino de geometria espacial pela necessidade de ensinar formas da 3ª dimensão, seus elementos e propriedades e nem sempre os professores possuem boas habilidades de desenho e representações manuais o que pode afetar na aprendizagem dos alunos. Rocha (2018) diz que “Os desenhos consistem numa forma simples de representar os sólidos geométricos, porém nem todos os alunos possuem habilidades nessa arte. Sendo assim,

podem ser prejudicados se esta for a única metodologia utilizada”. Acredita-se que o uso de recursos computacionais aliado a materiais concretos e aplicação no cotidiano seja uma excelente maneira de ensinar a Geometria Espacial.

Quando foi perguntado “Quais as dificuldades que você percebe que os alunos enfrentam nos conteúdos de Geometria Espacial?” 61% das respostas eram relacionadas a percepção tridimensional e visualização, a primeira fala no quadro a seguir resume esse percentual de respostas. Essa dificuldade pode ser consequência da escolha das metodologias a serem utilizadas, a não utilização de ferramentas auxiliares, a qualidade dos materiais impressos utilizados, como também da carência nos conhecimentos prévios por parte dos alunos. No Quadro 4 também são apresentadas outras respostas.

**Quadro 4** – Respostas dos professores sobre dificuldades dos alunos na geometria espacial

<b>Respostas</b>
“A capacidade de visualização e como nem sempre os meus desenhos são perfeitos, os alunos sentem mais dificuldades.”
“Entender conceitos básicos da geometria e a não utilização de recursos práticos por parte dos professores.”
“A insuficiência em conteúdo de base, e a falta de uma sala de informática na Escola.”

Fonte: O autor (2021).

Outra indagação foi “quais dificuldades você sente para ensinar Geometria espacial?”. As respostas do Quadro 5 sintetizam boa parte das respostas recebidas. Onde alguns relataram sobre as dificuldades de desenhar e expor no quadro todas as ideias e informações, então precisam de materiais que auxiliem, outros relatam a escassez de materiais didáticos concretos e computacionais, também há relatos de dificuldades no uso das ferramentas por falta de formação adequada.

**Quadro 5** – Dificuldades que os professores sentem para ensinar geometria espacial

<b>Respostas</b>
“Dificuldade para desenhar”
“São muitas, a primeira delas é a falta de recursos computacionais disponíveis na escola e não domino muitas ferramentas, por falta de formação adequada para nós professores operarmos essas ferramentas.”
“De mostrar no computador os sólidos geométricos girando para os alunos visualizarem todas as faces dos sólidos geométricos.”
“Falta de material concreto e de tecnologia nas escolas.”

FONTE: O autor (2021).

Em relação à dificuldade de desenhar e exposição no quadro, hoje em dia é possível utilizar recursos computacionais no ensino e eles tem sido de grande valia na ensino-aprendizagem de diversos conteúdos de matemática inclusive na geometria espacial, e na falta deles, pode-se produzir materiais concretos de forma manual ou não e de baixo custo. Cabe ao professor buscar os recursos necessários de acordo com a realidade dos alunos, do meio e da escola.

Outra pergunta pertinente do questionário foi “Quais materiais didáticos você utiliza para trabalhar geometria espacial com seus alunos?”. 27,8% responderam que não utilizam outros materiais didáticos além do livro e justamente essa situação de utilizar apenas o livro que pode estar causando a dificuldade de percepção e visualização que os alunos apresentam, uma vez que nos livros as figuras espaciais são mostradas em duas dimensões e isso dificulta para eles a percepção da 3ª dimensão. O Quadro 6 apresenta outros *feedbacks*, onde alguns utilizam tanto de materiais concretos, como de recursos computacionais. Já outros utilizam materiais para construir manualmente os sólidos.

**Quadro 6** – Materiais didáticos que os professores utilizam para ensinar geometria espacial

Respostas
“Sólidos geométricos: poliedros e não poliedros, cubinhos para representar volumes, <i>softwares: Poly, GeoGebra e SketchUp</i> , figuras espaciais diversas com arame para representar uma linha no espaço.”
“Palitos de sorvete, palitos de churrasco, isopor, caixas, massa de modelar, tachinhas, canudos, palitos de dente.”
“Livros, slides, <i>software Poly e GeoGebra</i> e materiais para confecção dos sólidos (quando possível).”

Fonte: O autor (2021).

Muitas vezes, “não tendo oportunidade e condições para aprimorar sua formação e não dispondo de outros recursos para desenvolver as práticas da sala de aula, os professores apoiam-se quase exclusivamente nos livros didáticos, que, muitas vezes, são de qualidade insatisfatória” (BRASIL, 1998, p. 22), ao invés de procurar recursos de baixo custo como é relatado na segunda fala do quadro acima.

Por fim, foi indagado como eles costumam trabalhar o conteúdo de Geometria espacial no 8º e 9º ano, o Quadro 7 apresenta quatro das respostas obtidas, onde duas delas apresentam uma linha de raciocínio e uma sequência didática. É surpreendente a fala de um dos participantes, onde afirma que na escola onde trabalha não tem conteúdos programáticos de geometria espacial para o 9º ano, mesmo com as habilidades EF09MA17 e EF09MA19 da BNCC serem relacionadas a geometria espacial. A fala de outro participante deixa uma

indagação: de maneira mais simples possível, seria procurar metodologias que torne possível ensinar de maneira simples ou ensinar apenas os conteúdos mais simples?

**Quadro 7** – Resposta dos professores sobre a forma como ensinam a geometria espacial

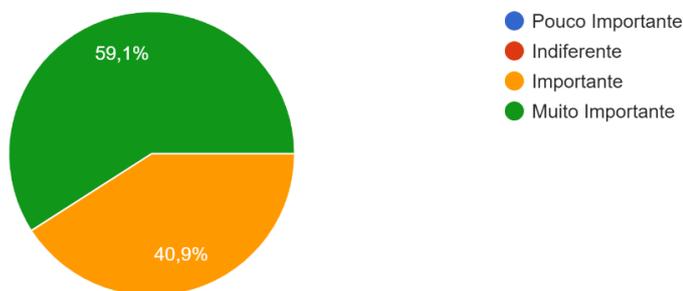
<b>Respostas</b>
“Eu sempre inicio os conteúdos buscando explorar os conhecimentos prévios dos alunos, tendo em vista que os alunos começam explorar figuras geométricas desde os anos iniciais do ensino fundamental. Busco também relacionar com figuras do cotidiano deles mesmos. Mesmo assim vejo que os alunos sentem muitas dificuldades quando se explora um pouco dos cálculos.”
“Inicio o conteúdo mostrando os elementos de um sólido geométrico, vértices, arestas, faces, depois mostro como determinar área das faces, área total, volume.”
“Na escola onde trabalho não tem conteúdos programáticos de geometria espacial para o 9 ano.”
“De maneira mais simples possível para que o aluno tenha o maior aproveitamento possível”

FONTE: O autor (2021).

#### 4.2 ENTREVISTA COM ALUNOS

Foi aplicado inicialmente com os alunos um questionário para conhecer o perfil dos mesmos, suas dificuldades e opiniões. A primeira indagação foi sobre a importância da Matemática, 59,1% afirmaram ser muito importante e 40,9% afirmaram ser importante, como mostra a Figura 22. Ninguém classificou como indiferente ou pouco importante, como é possível perceber na Figura 22. Quando provocados sobre a importância do ensino de Geometria, 100% declaram que sim, é importante. Isso mostra que eles têm conhecimento da importância tanto da Matemática como da geometria na vida deles.

**Figura 22** – Avaliação dos alunos sobre a importância da matemática

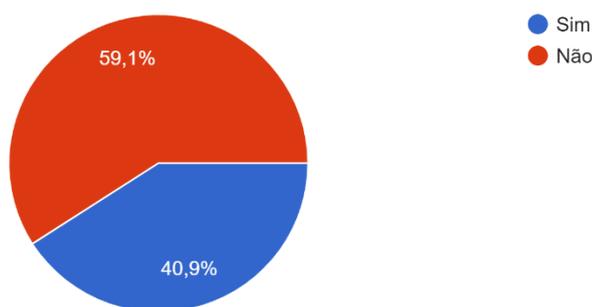


Fonte: O autor (2021).

De acordo com Fainguelernt (1999), a Geometria é considerada uma ferramenta para “compreender, descrever e interagir como espaço em que vivemos; é, talvez, a parte da Matemática mais intuitiva, concreta e real”. ( apud LOVIS; FRANCO, 2015, p. 77)

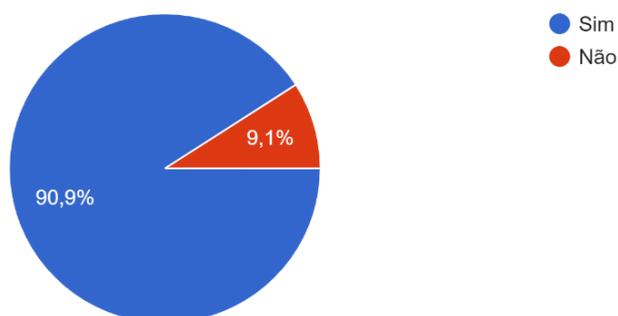
Sobre as dificuldades para aprender Matemática (Figura 23), a maioria correspondente a 59,1% afirma não ter dificuldades, enquanto 40,9% afirmam que sentem dificuldades. Uma possível justificativa para essas respostas é que para eles a Matemática se resume a números. E sobre a forma que os professores ministram as aulas, 90,1% concordam com as metodologias do professor (Figura 24). Por não saberem que os professores podem procurar outras formas de ensinar, mais de 90% dos alunos concordam com as metodologias dos professores, mesmo que ela seja baseada quase total em livro, quadro e pincel.

**Figura 23** – Alunos que apresentam dificuldade para aprender matemática



Fonte: O autor (2021).

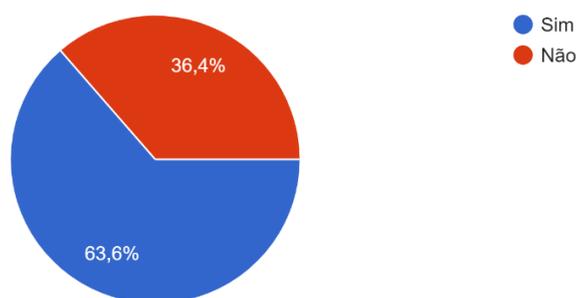
**Figura 24** – Alunos que concordam com as metodologias do professor



Fonte: O autor (2021).

Quando questionados se já estudaram algum conteúdo de Geometria Espacial, 63,6% declaram que sim e 36,4% que não estudaram, embora esses conteúdos façam parte dos conteúdos indicados pela BNCC para estes anos de ensino. A Figura 25 ilustra essas respostas.

**Figura 25** – Alunos que já estudaram geometria espacial



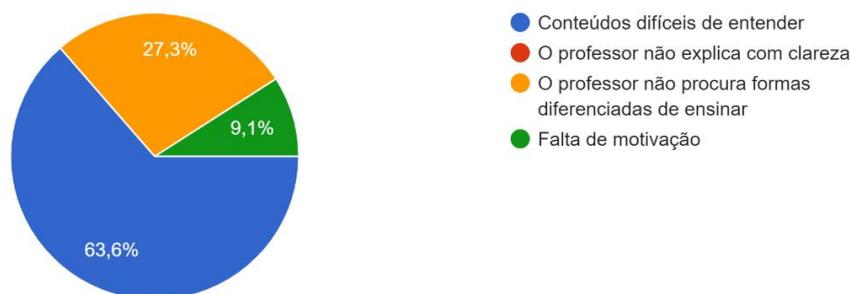
Fonte: O autor (2021).

O fato de nunca terem estudado geometria espacial tem duas possíveis causas: a primeira é a falta de conhecimentos por parte do próprio professor no que se refere a conteúdo programático ou até mesmo na prática pedagógica e a segunda se deve à organização dos livros didáticos que muitas vezes trazem a parte de geometria no final dos livros. Lorenzato (1995) afirma 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.”

Em se tratando das dificuldades que encontram na aula de matemática, mais especificamente na geometria espacial, 63,6% destacam ser os conteúdos difíceis de entender, 27,3% afirmam que o professor não procura formas diferenciadas de ensinar e 9,1% declaram falta de motivação, comprovando o que foi suposto inicialmente, que quando professores não procuram outras metodologias, pode ter consequências para os alunos, entre elas está considerar a disciplina difícil. Observe a Figura 26.

**Figura 26** – Respostas dos alunos sobre as dificuldades na geometria espacial

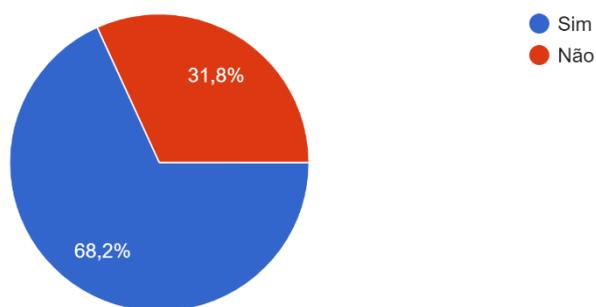


Fonte: O autor (2021).

É possível perceber que maioria dos alunos consideram esses conteúdos difíceis de entender e isso ocorre também pelo “fato da Geometria exigir do aluno uma maneira específica de raciocinar; isso quer dizer que ser bom conhecedor de Aritmética ou de Álgebra não é suficiente para resolver problemas de Geometria” (LORENZATO, 1995, p. 5).

Outra indagação foi se os professores utilizam recursos tecnológicos no ensino de geometria espacial, 68,2% afirmam que sim e 31,8% afirmam que não como representa a Figura 27. Em seguida, perguntou-se quais materiais didáticos os professores mais utilizam para ensinar esse conteúdo e as respostas obtidas são contraditórias comparadas à pergunta anterior pois boa parte delas eram relacionadas ao uso apenas do livro. O Quadro 8 apresenta algumas das respostas.

**Figura 27** – Respostas dos alunos sobre o uso de recursos tecnológicos pelos professores



Fonte: O autor (2021).

**Quadro 8** – Respostas dos alunos sobre os recursos didáticos utilizados pelos professores

Respostas
“Vídeo aulas no YouTube, questões para avaliar o conhecimento.”
“Formas geométricas reais.”

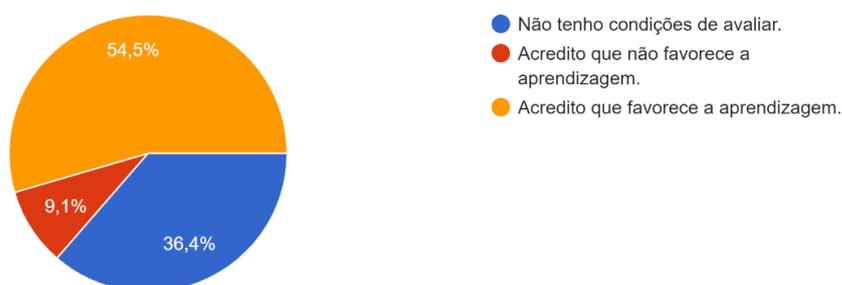
Respostas
“Livros e figuras geométricas.”

Fonte: O autor (2021).

Pelas respostas dos próprios alunos, os recursos didáticos são praticamente os mesmos, independentemente do conteúdo e isso é um erro, pois a Matemática é uma disciplina vasta de possibilidades de aplicações e ensinar essa disciplina sempre da mesma maneira, não permite desfrutar de suas contribuições inclusive nas outras áreas do conhecimento.

Na avaliação da utilização de tecnologia para ensinar conteúdos de matemática, 54,5% acreditam que favorece a aprendizagem, 36,4% alegaram que não tinham condições de avaliar e 9,1% acreditam que não favorece à aprendizagem. Os recursos tecnológicos são ferramentas aproximativas e colaborativas, tanto na relação professor-aluno, como na relação aluno-aluno e na matemática, mais especificamente na geometria espacial ela pode colaborar principalmente na troca de saberes quando uma das partes ou ambas não possuem habilidades com desenhos e representações manuais. Possivelmente os que afirmam não ter condições de avaliar, não tenham tanto contato com recursos tecnológicos em ambiente educacional, tanto que a quantidade se aproxima da quantidade que afirma que os professores não os utilizam. Observe as informações na Figura 28.

**Figura 28** – Avaliação dos alunos sobre a utilização de tecnologia no ensino de matemática

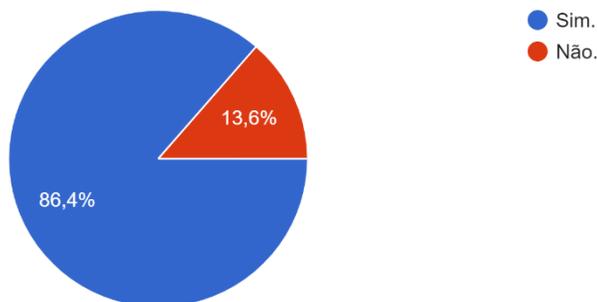


Fonte: O autor (2021).

Sobre a visualização do conteúdo de Geometria Espacial através de *software*, 86,4% afirmam que facilita o aprendizado desses conteúdos mais do que somente a aula no quadro e 13,6% afirmam que não, confira na Figura 29. A visualização na envolve não somente o ver a figura ou sólido, mas principalmente compreender seus elementos, propriedades e a diferenciá-los entre si, através de suas particularidades. Para Fainguelernt (1999), “a visualização geralmente se refere à habilidade de perceber, representar, transformar, descobrir, gerar,

comunicar, documentar e refletir sobre as informações visuais.”. ( apud LOVIS; FRANCO, 2015, p. 84)

**Figura 29** – Alunos que acreditam que a visualização através de *software* facilita a aprendizagem



Fonte: O autor (2021).

Por fim, foram indagados sobre a importância do uso de metodologias diversificadas para o ensino, *softwares*, aplicativos, mídias digitais etc. e a opinião deles sobre isso, todos falam que sim, é importante, como mostra o Quadro 9.

**Quadro 9** – Respostas dos alunos sobre a importância do uso de metodologias diversificadas

Respostas
“Sim, porque isso pode estimular e facilitar a aprendizagem”
“Sim, porque assim os jovens ficam mais motivados”
“Sim, porque facilita a aprendizagem”
“Sim. Esse assunto requer muito análise das figuras e nada melhor do que usar <i>softwares</i> para olhar de outros pontos de vistas.”

Fonte: O autor (2021).

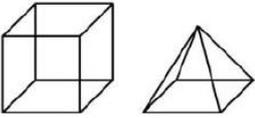
As falas mais citadas foram que estimula o aluno e facilita a aprendizagem. Por eles crescerem em ambientes amplamente tecnológicos, maioria deles tem celular, alguns tem computador, eles sentem falta do uso dessas tecnologias também em ambiente escolar, como eles mesmos falam para motivar, estimular e facilitar a aprendizagem principalmente na geometria espacial onde é necessário visualizar sólidos e compreender suas propriedades, a utilização de metodologias diversificadas transformam o modo de ensinar essa área.

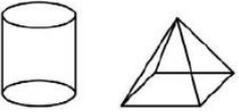
#### 4.3 PRÉ-TESTE

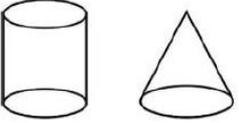
Azevedo (1979, p. 27) fala que “nada deve ser dado à criança, no campo da matemática, sem primeiro apresentar-se a ela uma situação concreta que a leve a agir, a pensar, a experimentar, a descobrir, e daí, a mergulhar na abstração”. Foi nesse intuito que primeiramente foi apresentado uma atividade com problemas envolvendo os conteúdos selecionados de acordo com as habilidades da BNCC (EF06MA17, EF07MA32, EF08MA21, EF09MA17 e EF09MA19) detalhadas no Quadro 1, para ter uma noção do que eles já tinham conhecimento, como também provocar a curiosidade e incentivar o pensamento matemático no que eles não estavam seguros.

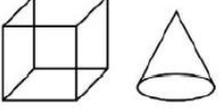
**Quadro 10** – Questão 1 do pré-teste

Questão 1. (SARESP) Qual a alternativa em que os dois sólidos geométricos representados só têm superfície planas?

a) 

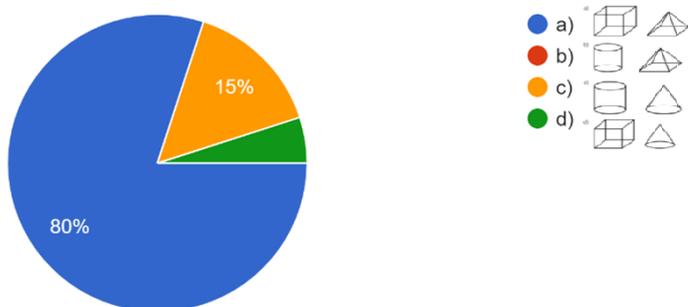
b) 

c) 

d) 

Fonte: O autor (2021).

**Figura 30** – Respostas da questão 1 do pré-teste sobre poliedros e corpos redondos



Fonte: O autor (2021).

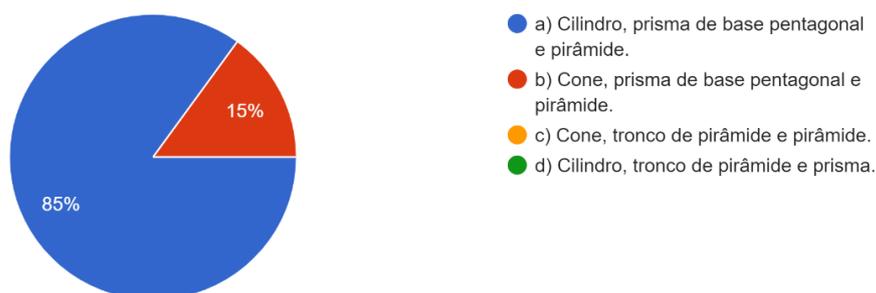
Na primeira questão (Quadro 10) 80% dos alunos marcaram o item a) que possui um cubo e uma pirâmide de base quadrada e responderam corretamente, 15% marcaram o item c), que é o único tem que não possui sólidos geométricos só com superfícies planas pois possui um cone e um cilindro e 5% marcaram a alternativa d) que apresenta um cubo e um cone como mostra a Figura 30. Pode-se afirmar que neste momento alguns não conseguiram distinguir que precisavam procurar pela alternativa que só tinha figuras com lados planos, ou não conseguiram recordar que no cilindro e no cone suas laterais são arredondadas.

**Quadro 11** – Questão 2 do pré-teste

Questão 2. Maria quer inovar em sua loja de embalagens e decidiu vender caixas com diferentes formatos. Nas imagens apresentadas estão as planificações dessas caixas. Quais serão os sólidos geométricos que Maria obterá a partir dessas planificações?

Fonte: O autor (2021).

**Figura 31** – Respostas da questão 2 do pré-teste sobre planificações



Fonte: O autor (2021).

Nesta questão (Quadro 11), 85% responderam corretamente marcando o item a) que continha Cilindro, prisma de base pentagonal e pirâmide. Os outros 15% marcaram a letra b), que difere do item a) apenas na primeira planificação que é um cone, como indica a Figura 31. Possivelmente eles não conseguiram associar a primeira planificação ao sólido a qual ela

corresponde e confundiram os sólidos, ou conseguiram associar a planificação ao sólido correto e confundiram o nome do cilindro com o do cone.

**Quadro 12** – Questão 3 do pré-teste

Questão 3. Se uma pirâmide tem 7 vértices, quantos lados tem o polígono da base? Justifique sua resposta.

Fonte: O autor (2021).

**Quadro 13** – Respostas da questão 3 do pré-teste

<b>Respostas</b>
“Tem 6 lados, porque a pirâmide é um sólido que possui um dos vértices fora da base, logo é um polígono de seis lados chamada hexágono”
“6 lados. Como a pirâmide é um sólido que possui um dos vértices fora da base, então a base é um polígono de 6 lados chamado hexágono.”
“7, porque se uma pirâmide tem 7 vértices polígono só pode ter 7 também.”
“Não sei a resposta”

Fonte: O autor (2021).

Apenas 40% dos discentes responderam corretamente a questão 3 (Quadro 12). Alguns citaram valores e não justificaram, outros disseram que não sabiam responder. O Quadro 13 apresenta quatro das respostas obtidas, em duas delas pode-se perceber uma linha de raciocínio para resolução da questão que resultou na resposta correta. O participante que deu a terceira resposta, não conseguiu associar que existe os vértices da base e um vértice que é chamado vértice da pirâmide e afirmou erroneamente que o polígono da base possui 7 vértices.

**Quadro 14** – Questão 4 do pré-teste

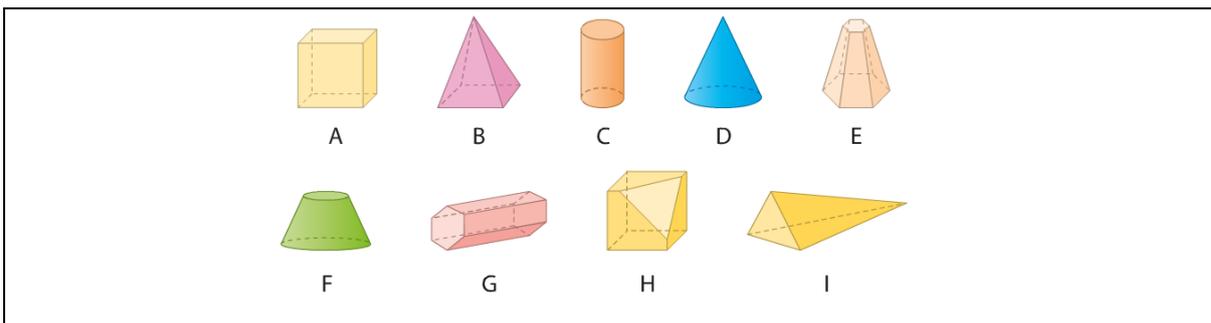
Questão 4. Se um prisma de base hexagonal possui 18 arestas, quantas arestas possui uma pirâmide de mesma base?

Fonte: O autor (2021).

Na questão 4 mostrada no Quadro 14, somente 35% acertaram a resposta. Os outros deram respostas como: 36, 10, 20, 4, 9 e ainda teve alguns que disseram não saber a resposta. Dos que deram essas respostas, acredita-se que eles não conseguiram imaginar os sólidos e por isso não conseguiram fazer a associação, ou que eles não se recordavam do que são arestas e colocaram qualquer resposta.

**Quadro 15** – Questão 5 do pré-teste

Questão 5. Dos sólidos a seguir, quais não são poliedros?



Fonte: O autor (2021).

Na questão do Quadro 15, a resposta correta era C, D e F que são corpos redondos, logo não são poliedros. 25% acertaram a resposta, os outros deram respostas como mostra o Quadro 16. O participante que deu a primeira resposta do quadro respondeu exatamente o contrário do que foi pedido, ele colocou todos os itens que são poliedros, talvez por falta de atenção ele não percebeu que era para colocar os que não eram poliedros e então colocou os que eram poliedros.

**Quadro 16** – Respostas da questão 5 do pré-teste

Respostas
“A, B, E, G, H e I”
“A, E, G, H, I”
“B, C, D, E, F, G, H”

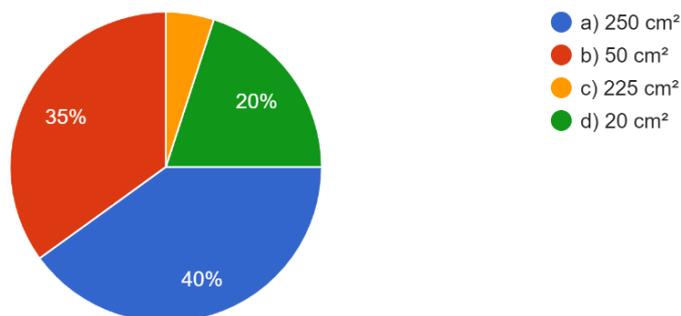
Fonte: O autor (2021).

**Quadro 17** – Questão 6 do pré-teste

Questão 6. Mariana quer cobrir uma caixinha de vidro com um papel adesivo. A caixa tem um formato de um prisma reto de base quadrada. Qual é a área total do prisma reto de base quadrada, sabendo que a altura desse sólido é de 10 cm e que a aresta de sua base mede 5 cm, como na figura a seguir?

Fonte: O autor (2021).

**Figura 32** – Respostas da questão 6 do pré-teste sobre área total de um sólido

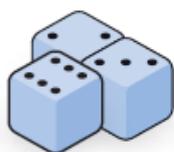


Fonte: O autor (2021).

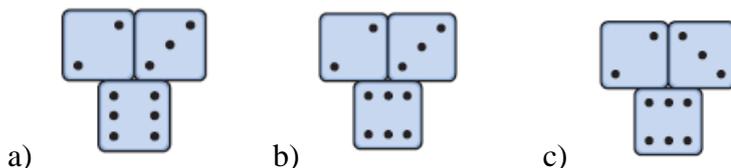
A questão 6 (Quadro 17) envolve a interpretação do problema e o cálculo da área total. Observando a Figura 32, percebe-se que 40% dos alunos responderam corretamente à questão e marcaram o item a), 35% marcaram o item b), 5% encontraram a alternativa c) e 20% marcaram a alternativa d). Para os que marcaram o item c) acredita-se que eles esqueceram de somar a área de uma das bases e para os que marcaram o item d) acredita-se que eles apenas somaram as medidas que foram dadas. Para quem marcou as alternativas c) e d) pode ter acontecido duas situações: a primeira é não terem associado o que seria a área total de um sólido e a outra é de não conseguirem calcular a área das faces para então calcular a área total.

**Quadro 18** – Questão 7 do pré-teste

Questão 7. Rodrigo e Marina estão criando uma atividade que ajuda muito no desenvolvimento da visão espacial e da representação no plano. Um deles faz uma arrumação com 3 dados e o outro desenha a vista superior (vista de cima) do objeto montado.

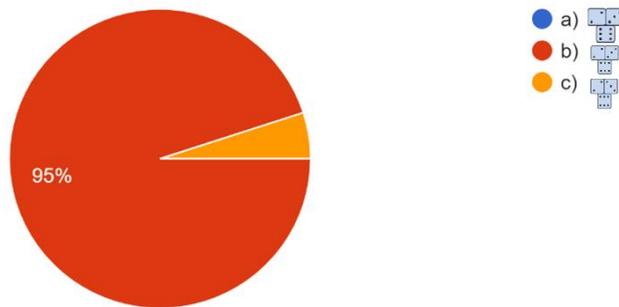


Observe o desenho da arrumação e diga qual será a vista superior.



Fonte: O autor (2021).

**Figura 33** – Respostas da questão 7 do pré-teste sobre vistas ortogonais



Fonte: O autor (2021).

A questão 7 (Quadro 18) foi sobre vistas e era necessário apenas analisar a vista superior e a posição de cada dado para marcar a alternativa. De acordo com a Figura 33, 95% dos discentes conseguiram visualizar a posição correta de cada dado e marcaram letra b). 5% dos participantes não conseguiram posicionar as peças corretamente e marcaram letra c), estes confundiram a posição do dado que possui três pontinhos.

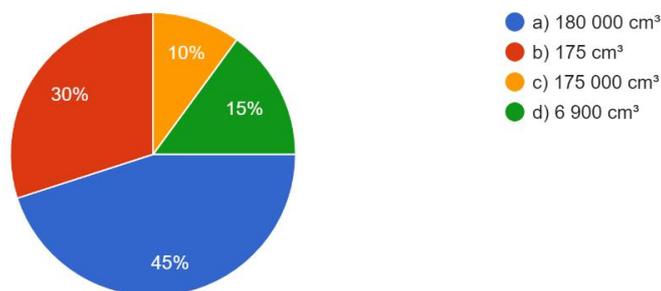
**Quadro 19** – Questão 8 do pré-teste

Questão 8. Qual a medida do volume do aquário apresentado abaixo, sabendo que sua altura é 60cm?



Fonte: O autor (2021).

**Figura 34** – Respostas da questão 8 do pré-teste sobre volume



Fonte: O autor (2021).

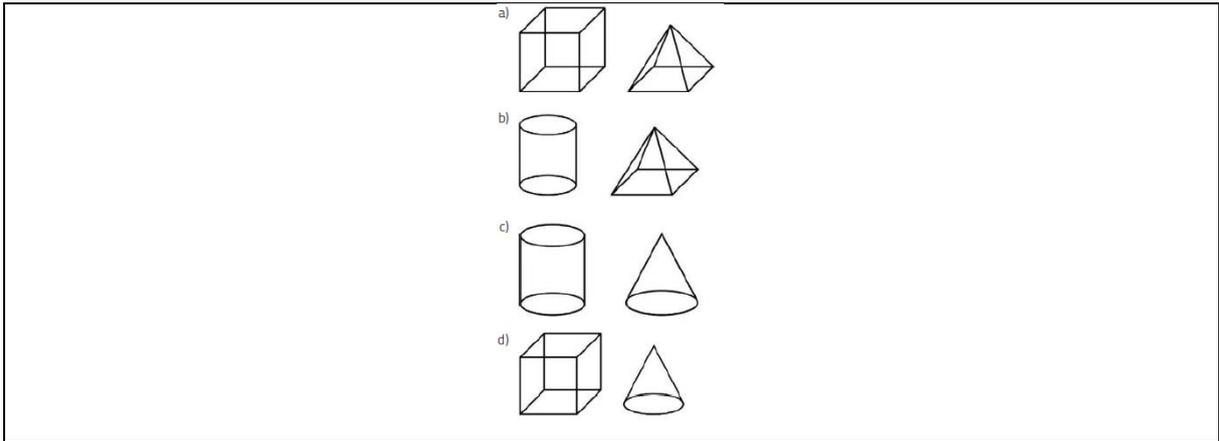
A questão 8 era sobre volume (Quadro 19) de um paralelepípedo e a resposta correta era o item a), pode-se perceber na Figura 34 que 45% dos alunos responderam corretamente, 30% encontraram o item b), 10% encontraram o item c) e 15% marcaram o item d). Para os que marcaram o item b) acredita-se que eles apenas somaram as três medidas dadas na questão. Pode-se perceber que assim como na área total, eles também têm dificuldades em calcular o volume de sólidos, mesmo sendo um dos mais comuns e mais utilizados como é o caso do paralelepípedo.

#### 4.4 PÓS-TESTE

Após todas as etapas de realização da oficina, aulas expositivas com os *softwares GeoGebra e Tinkercad*, manipulação desses *softwares* por parte dos alunos, design de sólidos, fatiamento e impressão de alguns sólidos, foi aplicado um pós-teste a fim de analisar se houve uma evolução no desempenho dos alunos nos mesmos conteúdos determinados para o pré-teste.

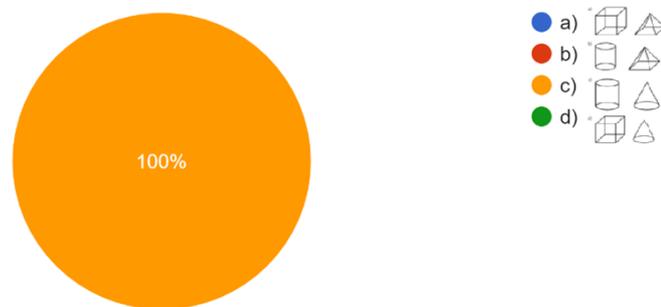
**Quadro 20** – Questão 1 do pós-teste

Questão 1. (SARESP) Qual a alternativa em que os dois sólidos geométricos representados são ambos corpos redondos?
--



Fonte: O autor (2021).

**Figura 35** – Respostas da questão 1 do pós-teste sobre poliedros e corpos redondos

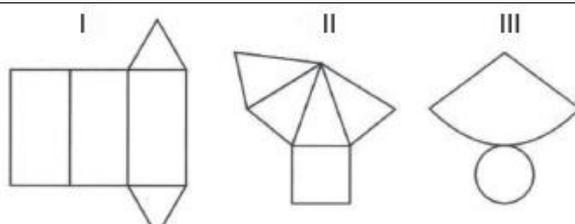


Fonte: O autor (2021).

A questão 1 do pós-teste (Quadro 20) é similar à primeira questão do pré-teste. No pré-teste era para marcar a alternativa que só continham poliedros e 80% acertaram (Figura 30), dessa vez era para marcar o item que tem apenas corpos redondos e 100% dos alunos acertaram (Figura 35). Pressupõe-se que com a visualização dos modelos nos *softwares* também das peças impressas contribuiu para a diferenciação entre corpos redondos e poliedros, fazendo com que todos os alunos que responderam esse teste acertaram a questão.

**Quadro 21** – Questão 2 do pós-teste

Questão 2.

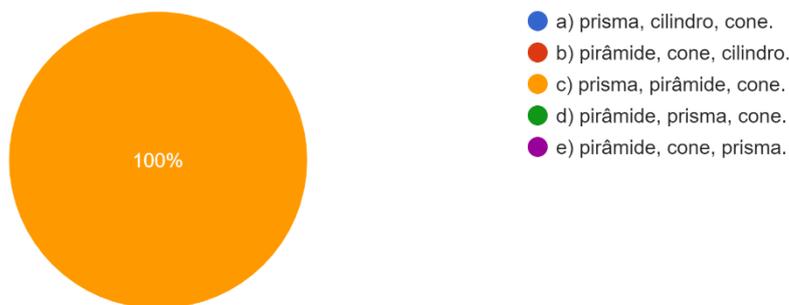


Planificar um sólido geométrico é “abri-lo”, tornando-o uma figura plana. Sendo assim, as Figuras I, II e III mostradas acima correspondem, respectivamente, às planificações de:

- prisma, cilindro, cone.
- pirâmide, cone, cilindro.
- prisma, pirâmide, cone.
- pirâmide, prisma, cone.
- pirâmide, cone, prisma.

Fonte: O autor (2021).

**Figura 36** – Respostas da questão 2 do pós-teste sobre planificações

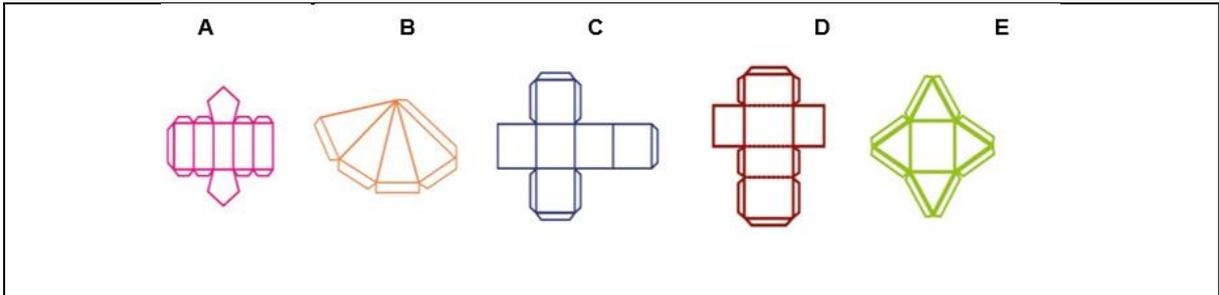


Fonte: O autor (2021).

A questão 2 no Quadro 21 é relativa a planificações, assim como a segunda questão de pré-teste. Enquanto 85% acertaram no pré-teste, no pós-teste 100% dos alunos relacionaram as figuras aos sólidos e responderam corretamente como mostra a Figura 36. Possivelmente eles conseguiram imaginar essas planificações se transformando no sólido assim como foi mostrado no *software GeoGebra* e assim foi possível reconhecer cada um dos sólidos e marcar a alternativa correta. Presume-se que a utilização do *software* e das peças foi vantajoso para essa questão tanto para imaginar a planificação se transformar no sólido, como para identificar de qual sólido se trata o problema e assim responder corretamente o que foi solicitado.

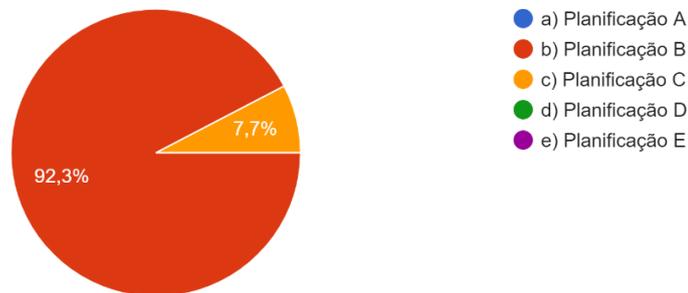
**Quadro 22** – Questão 3 do pós-teste

Questão 3. Ana fez a tarefa de matemática que era sobre planificações de poliedros, das planificações abaixo, qual não permite a construção de um poliedro?



Fonte: O autor (2021).

**Figura 37** – Respostas da questão 3 do pós-teste sobre planificações



Fonte: O autor (2021).

Para este item do Quadro 22, era preciso reconhecer quando uma planificação pode ou não se transformar em um poliedro. 92,3% conseguiram analisar as planificações e imaginar os sólidos que se formaria, para conseguir a resposta da questão, 7,7% marcaram de forma equivocada a alternativa c) que é a planificação do cubo, umas das planificações mais conhecidas (Figura 37).

**Quadro 23** – Questão 4 do pós-teste

Questão 4. A imagem abaixo é de um prisma reto heptagonal. Ao analisarmos podemos afirmar que o número de faces laterais, arestas e vértices desse prisma correspondem a:

Fonte: O autor (2021).

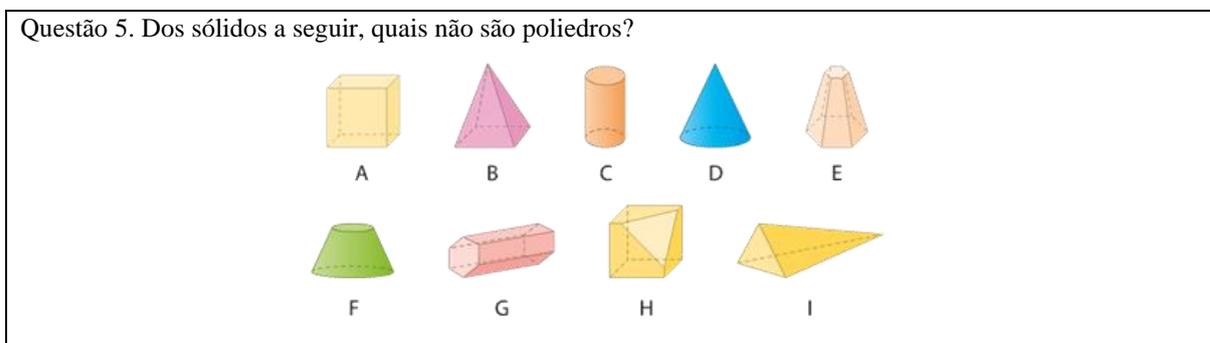
**Figura 38** – Respostas da questão 4 do pós-teste sobre elementos do heptágono



Fonte: O autor (2021).

Na questão 4 (Quadro 23) pode-se perceber pela Figura 38 que 100% dos alunos conseguiram distinguir os elementos de um prisma e analisaram corretamente as quantidades de faces, vértices e arestas e marcaram a alternativa com exatidão. Acredita-se novamente na importância dos *softwares* e materiais concretos utilizados na aprendizagem dos conceitos desses elementos e diferenciá-los para então responder à questão corretamente pela ordem que foi pedida na questão.

**Quadro 24** – Questão 5 do pós-teste



Fonte: O autor (2021).

Esta questão do Quadro 24 é igual à questão 5 do pré-teste, a resposta correta era C, D e F. Enquanto no pré-teste 25% dos alunos acertaram a resposta, agora no pós-teste 76,9% responderam corretamente, diferenciando poliedros e corpos redondos. Dos que erraram, o Quadro 25 apresenta algumas das respostas. Novamente, apareceu resposta com as letras representando todos os que são poliedros, acredita-se na falta de observação por parte do aluno ao que pedia a questão. Mas no geral, houve uma melhora considerável nesse caso que necessita

a análise de cada sólido para então explicitar o que pede na questão, eles conseguiram analisá-los e diferenciar os poliedros dos corpos redondos.

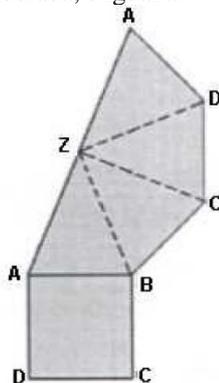
**Quadro 25** – Respostas da questão 5 do pós-teste

Respostas
A, B, E, G, H e I
Letra A
E, G, H, I

Fonte: O autor (2021).

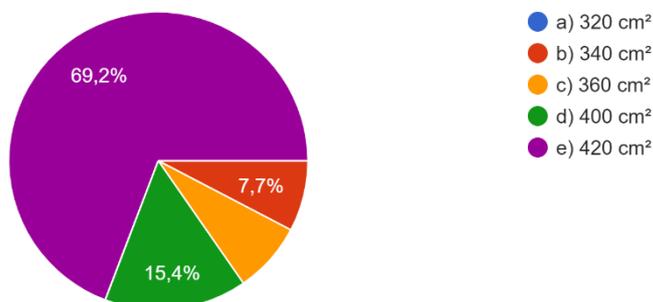
**Quadro 26** – Questão 6 do pós-teste

Questão 6. Para desenvolver a visão espacial dos estudantes, o professor ofereceu-lhes uma planificação de uma pirâmide de base quadrada como a figura: A área da base dessa pirâmide é  $100\text{cm}^2$  e a área de cada face é  $80\text{cm}^2$ . A área total, no caso da pirâmide considerada, é igual a:



Fonte: O autor (2021).

**Figura 39** – Respostas da questão 6 do pós-teste sobre área total

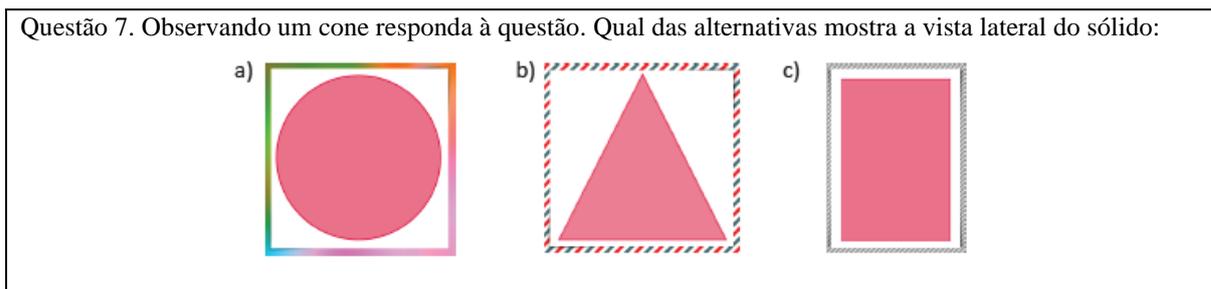


Fonte: O autor (2021).

Esta questão sobre área total no Quadro 26 necessitava que o aluno compreendesse que área total é a soma das áreas de todas as faces, na questão 6 do pré-teste sobre o mesmo conteúdo, 45% dos alunos responderam corretamente. Já no pós-teste 69,2% conseguiram

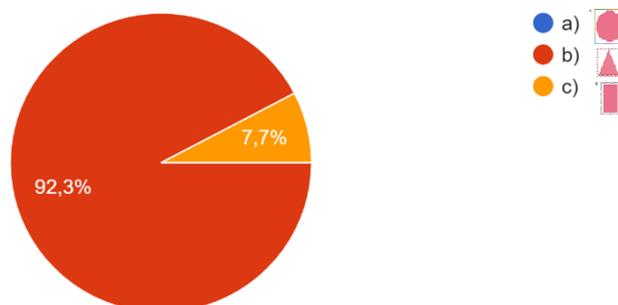
resolver o problema e 30,8% responderam de forma equivocada marcando os outros itens (Figura 39). Houve uma melhora considerável no percentual de alunos que compreenderam como calcular a área total dos sólidos, mas ainda é preciso trabalhar mais vezes tanto a área dos polígonos, como a área total dos sólidos geométricos.

**Quadro 27** – Questão 7 do pós-teste



Fonte: O autor (2021).

**Figura 40** – Respostas da questão 7 do pós-teste sobre vistas

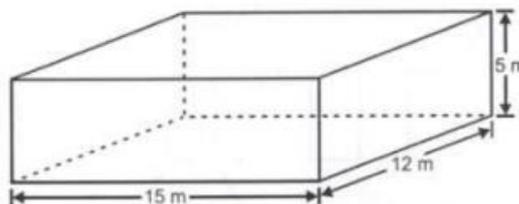


Fonte: O autor (2021).

Para essa questão do Quadro 27 era necessário que os alunos imaginassem um cone e a sua vista lateral. Pôde-se perceber que se tratando de vistas, a porcentagem ficou parecida, acima de 90% tanto no pré-teste como no pós-teste. No pós-teste 92,3% responderam de forma correta e 7,7% não conseguiram responder, marcando o item c) (Figura 40), talvez confundindo a lateral do cone com a lateral do cilindro. Novamente o uso de *software* e a mostra das peças impressas, pode ter influenciado nesse resultado, uma vez que tanto nos *softwares* utilizados era possível analisar precisamente cada uma das vistas dos sólidos construídos.

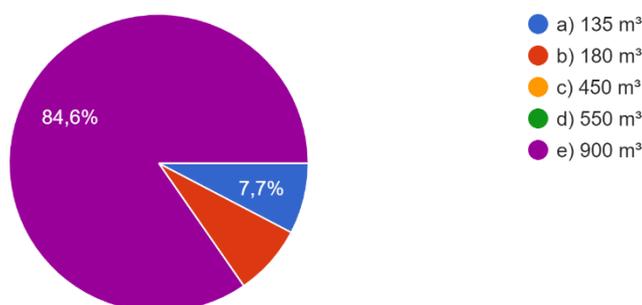
**Quadro 28** – Questão 8 do pós-teste sobre volume

Questão 8. Para o abastecimento de água tratada de uma pequena cidade, foi construído um reservatório com a forma de um paralelepípedo retângulo, conforme a representação abaixo. A capacidade máxima de água desse reservatório é de:



Fonte: O autor (2021).

**Figura 41** – Respostas da questão 8 do pós-teste



Fonte: O autor (2021).

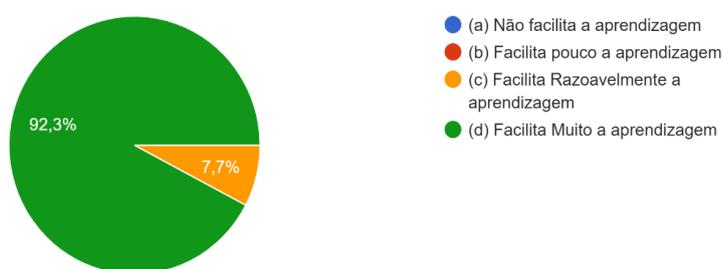
Este problema do Quadro 28 envolve o cálculo do volume de um paralelepípedo, assim como a questão 8 do pré-teste onde 45% dos alunos resolveram o problema corretamente. Já no pós-teste, de acordo com a Figura 41, 84,6% dos alunos conseguiram raciocinar e calcular corretamente a questão. Para os que marcaram o item a) presume-se que foram somadas as medidas da base e depois multiplicado pela altura. E para os que marcaram o item b) pressupõe-se que eles multiplicaram as medidas das bases e não multiplicaram pela altura para encontrar o volume. Apesar dos erros, a melhora foi considerável, grande maioria dos alunos respondeu à questão com êxito demonstrando ter aprendido a calcular o volume de um paralelepípedo.

#### 4.5 ENTREVISTA DE OPINIÃO COM OS ALUNOS

Após o pós-teste, também foi aplicado um último questionário para coletar informações sobre a opinião dos alunos com relação a todo o processo de aplicação da oficina e suas contribuições.

Primeiramente foi questionado como eles avaliam, após a oficina, o processo de impressão 3D como recurso didático, 92,3% afirmaram que facilita muito a aprendizagem e 7,7% afirmam que facilita razoavelmente a aprendizagem, como mostra a Figura 42. Nenhum dos participantes acreditam que facilita pouco a aprendizagem ou ainda que não facilita a aprendizagem. Como foi possível perceber nos resultados do pós-teste, o processo de impressão 3D foi uma ferramenta que fez diferença na aprendizagem dos alunos.

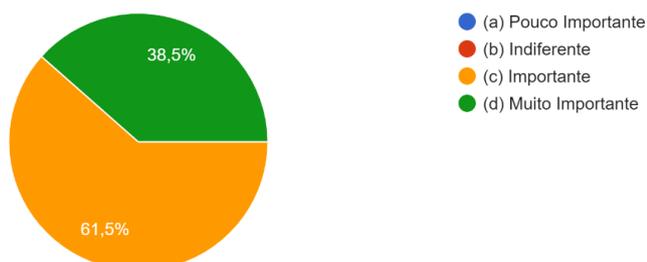
**Figura 42** – Avaliação dos alunos sobre o processo de impressão 3D como recurso didático



Fonte: O autor (2021).

Outra pergunta foi “como você avalia o processo de impressão 3D como ferramenta para o ensino de Geometria Espacial?”. A Figura 43 representa as respostas obtidas, onde 61,5% avaliaram como importante e 38,5% como muito importante. Ninguém avaliou como indiferente ou pouco importante. Apesar de uma certa porcentagem de alunos avaliar que facilita razoavelmente a aprendizagem (Figura 42), eles acreditam que a utilização dessa ferramenta é importante. Isso significa de alguma forma que o processo de impressão 3D proporcionou algum conhecimento para eles.

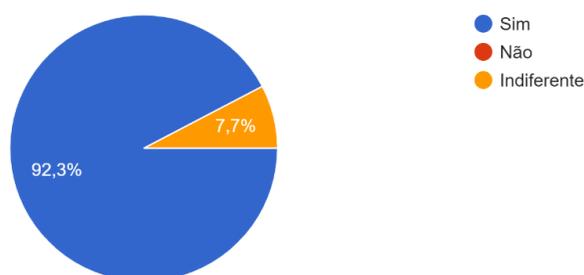
**Figura 43** – Avaliação dos alunos sobre o uso da impressão 3D na geometria espacial



Fonte: O autor (2021).

Ao serem questionados se a visualização do conteúdo pelo *software GeoGebra* e pelas peças impressas facilitou a aprendizagem mais do que a aula apenas no quadro, 92,3% afirmam que sim e 7,7% afirmam que é indiferente (Figura 44). Em resumo, quase totalidade dos participantes conseguiram melhorar a visualização de formas em 3D através do que foi realizado, o que talvez não ocorreria em uma aula que se utilize apenas livro, quadro e pincel.

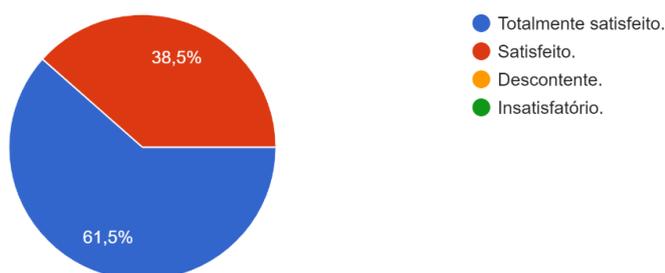
**Figura 44** – Resposta dos alunos que acreditam que a visualização do conteúdo pelo *software* e peças facilita a aprendizagem



Fonte: O autor (2021).

Sobre o seu nível de satisfação da oficina sobre a maneira como foi abordada a Geometria Espacial, na Figura 45 pode-se perceber que 61,5% declaram estarem totalmente satisfeitos e 38,5% declaram estarem satisfeitos. Nenhum declara estar descontente ou ter sido insatisfatório. Logo, conclui-se pelas respostas dos alunos que a metodologia utilizada culminou em conhecimento e que, os resultados positivos e os avanços dos alunos têm influência da realização da oficina, uma vez que todos demonstram satisfação com o que foi realizado.

**Figura 45** – Respostas dos alunos sobre o nível de satisfação de como foi abordada a geometria espacial na oficina

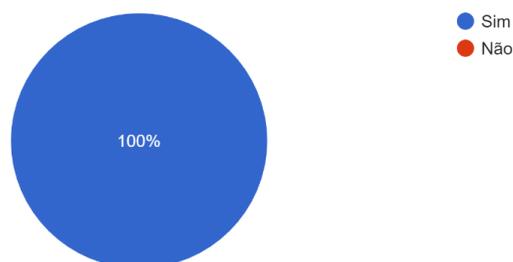


Fonte: O autor (2021).

Ao serem questionados se a oficina atingiu seus objetivos, se oficina gerou conhecimento e se eles se sentiram mais motivado a aprender com a metodologia utilizada, 100% dos discentes declararam que sim. A Figura 46 representa as respostas dos alunos para as três perguntas.

Pelas respostas dos alunos, a oficina atingiu seus objetivos que foram apresentados no início da aplicação para os alunos, onde os objetivos eram justamente conhecer as dificuldades dos alunos e apresentar uma nova ferramenta que auxilie no ensino de geometria espacial, assim como trabalhar essa ferramenta juntamente com eles. Ao afirmarem que a ferramenta utilizada facilita a aprendizagem e que é importante utilizá-la era possível presumir que eles conseguiram aprender e foi uma forma diferenciada de ensinar. Isso se confirma quando 100% dos alunos afirmam que aprenderam e que se sentiram mais motivados da forma que foi trabalhada.

**Figura 46** – Respostas dos alunos sobre ficarem motivados a aprender com a metodologia utilizada



Fonte: O autor (2021).

Foram também questionados sobre o que eles mais gostaram nessa oficina e o Quadro 29 sintetiza basicamente as respostas recebidas. Alguns elogiaram a forma como a professora pesquisadora explica e mostra as coisas com facilidade, outros gostaram bastante da impressão dos sólidos na impressora e outros gostaram de trabalhar utilizando os *softwares*. É possível concluir que todo o processo foi considerado importante: a explicação da professora pesquisadora sobre os conteúdos e utilização dos *softwares*, a modelagem realizada por eles mesmos, a impressão e mostra das peças que eles produziram e a aprendizagem resultante no processo.

**Quadro 29** – Resposta dos alunos sobre o que mais gostaram na oficina

<b>Respostas</b>
“O modo que a professora explica e o a facilidade de mostrar como as coisas são.”
“Gostei muito de aprender, vai facilitar mais para mim no futuro, pois eu não sabia de muita coisa, foi uma experiência agradável.”
“Gostei bastante do processo da impressora 3D”
“De trabalhar com as formas no <i>software GeoGebra</i> .”

Fonte: O autor (2021).

E por fim, foi pedido que eles dessem a sua opinião sobre a oficina, colocando os pontos positivos e os pontos negativos. Em síntese, muitos elogiaram a organização e a metodologia utilizada pela professora pesquisadora, declararam que aprenderam coisas que nunca tinham visto, solucionaram dúvidas e aprenderam a utilizar *softwares* para aprender mais sobre geometria. No geral, declararam que só tem pontos positivos para falar e que desejavam que durasse mais tempo para aprenderem mais e queriam também que fosse presencial para ver pessoalmente a impressora imprimindo e seria ainda mais proveitoso. O Quadro 30 mostra algumas das opiniões.

**Quadro 30** – Opinião dos alunos sobre a oficina

<b>Respostas</b>
“Essa oficina me ensinou bastante sobre geometria espacial, tirou várias dúvidas que eu tinha e me fez gostar ainda mais de geometria espacial e no meu ponto de vista não tenho nenhum ponto negativo a declarar.”
“Gostei muito, aprendi muito. A professora às vezes falava demais, mas aprendi bastante coisa, coisas que eu nunca tinha visto e q agora eu sei que vai me ajudar muito.”
“Achei superlegal, consegui aprender várias coisas, foi ótima a forma de ensino, uma explicação super fácil de ser compreendida. Mas seria melhor se os assuntos da oficina fossem mais adiantes, seria melhor também se fosse presencial.”
“Achei muito interessante a oficina aprendi como usar alguns aplicativos para aprender mais sobre geometria adorei as tarefas aprendi muito com tudo isso e achei muito interessante.”

Fonte: O autor (2021).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 CONCLUSÃO

O Ensino de Matemática tem enfrentado obstáculos e uma das maiores dificuldades dos alunos da Educação Básica é a visualização de conceitos e formas da Matemática, principalmente quando se trata de formas que contém 3 dimensões. A partir daí, torna-se necessária a utilização de ferramentas e metodologias diversificadas a fim de mudar essa realidade.

O presente estudo objetivou analisar as contribuições que a modelagem, construção e manipulação dos modelos feitos na impressora 3D apresentam como uma possível variante na forma de ensinar conceitos de Geometria Espacial, auxiliando na relação entre a teoria e o conteúdo na prática, para então complementar no desenvolvimento de habilidades de visualização e busca de soluções para situações-problema.

A impressão 3D pode ser utilizada para uma infinidade de coisas, inclusive na educação. Na presente dissertação ela foi utilizada como ferramenta auxiliadora no processo de ensino-aprendizagem. Foi possível observar que em praticamente todos os conteúdos trabalhados houve um avanço por parte dos alunos e em alguns casos chegando a 100% de aproveitamento. No geral, os resultados obtidos da oficina foi que o uso da impressora 3D foi bastante motivador para os alunos.

Logo, pode-se dizer que este estudo cumpre com seus objetivos específicos uma vez que foram identificadas as dificuldades dos alunos no conteúdo de Geometria Espacial e as metodologias utilizadas pelos professores, também foram apresentadas possibilidades do uso da impressora 3D no ensino de Geometria Espacial desde a modelagem no *software*, fatiamento e impressão do sólido e foram analisadas as contribuições da impressora 3D no ensino e aprendizagem de Geometria através da construção e observação dos modelos em 3D e peças impressas.

Assim, pode-se dizer também que cumpre seu objetivo geral de analisar quais os efeitos no ensino e aprendizagem de geometria espacial em decorrência da utilização do processo de impressão 3D nas práticas educativas na Educação Básica, obtendo resultados positivos com a utilização dessa ferramenta.

Concluimos, com este trabalho, de acordo com as falas dos próprios alunos participantes que eles desenvolvem uma nova visão da Matemática, como também, da Geometria Espacial, quando se utiliza formas de ensino diferenciadas, atrativas. E, de certa

forma, motiva os alunos a ter gosto pela disciplina e com isso, conseqüentemente provoca uma melhoria na qualidade de ensino da geometria espacial.

Apesar de algumas dificuldades na realização da pesquisa devido ao fato de ser inteiramente online e o pouco acesso à internet de alguns alunos participantes, fazia-se necessário realizar um mesmo encontro mais de uma vez, acredita-se que esta dissertação trouxe contribuições para a tecnologia educacional, buscando contribuir com a educação matemática no ensino básico estimulando à curiosidade, à criatividade, à participação ativa e ao interesse pelo conhecimento pelos alunos, mas também incentivar professores na busca pelo novo, novas metodologias, novas ferramentas e nova forma de ensino-aprendizagem.

## 5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho teve seu foco no uso da impressora 3D como ferramenta auxiliadora na ensino-aprendizagem de geometria espacial na Educação Básica. Há ainda que estudar o uso dela em outras áreas da Matemática, como Aritmética ou até mesmo outras produções dentro da Geometria. Para trabalhos futuros, recomenda-se o estudo do uso da impressora 3D nos seguintes temas: Geometria Espacial, no Ensino Fundamental como também no Ensino Médio; Geometria Plana; Aritmética; Uso na resolução de problemas independente da área, produzindo as figuras do problema.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Edith D. M. Apresentação do trabalho matemático pelo sistema montessoriano. In: Revista de Educação e Matemática, n. 3, 1979 (p. 26-27).

BARBOSA, P. M. O estudo da Geometria. Benjamin Constant, n. 25, 2003. Disponível em: [http://www.ibr.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin\\_constant/2003/edicao-25-agosto/Nossos\\_Meios\\_RBC\\_RevAgo2003\\_Artigo\\_3.pdf](http://www.ibr.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin_constant/2003/edicao-25-agosto/Nossos_Meios_RBC_RevAgo2003_Artigo_3.pdf)

BASNIAK, M. I.; LIZIERO, A. R. A Impressora 3D e Novas Perspectivas para o Ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos. Revista Observatório , Palmas, v. 3, n. 4, p. 445-466, 2017.

BESSA, Karina Petri. Dificuldades de aprendizagem em matemática na percepção de professores e alunos do ensino fundamental. Universidade Católica de Brasília, 2007. Disponível em: <http://docplayer.com.br/12671732-Dificuldades-de-aprendizagem-em-matematica-na-percepcao-de-professores-e-alunos-do-ensino-fundamental.html>

BLEY, Dagmar Pocrifka; CARVALHO, Ana Beatriz Gomes. Cultura Maker e o uso das tecnologias digitais na educação: construindo pontes entre as teorias e práticas no Brasil e na Alemanha. Revista Tecnologias na Educação, v. 10, n. 26, p. 21-40, 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art2-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf>

BORBA, M. C. “Informática trará mudanças na educação brasileira?” in Zetetiké, n. 6, p. 123-134, 1996.

BRASIL. Ministério da educação e cultura. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino médio Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e cultura. Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática. Brasília: MEC, 1997. 142p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e cultura. Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática. Brasília: MEC, 1998. 148p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>

\_\_\_\_\_. Ministério da educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base. Brasília, DF, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)

CHIMENTÃO, Lilian Kemmer. O significado da Formação Continuada Docente. 4º CONPEF. Congresso Norte Paranaense de Educação Física Escolar. - Londrina, Paraná, 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/conpef/conpef4/trabalhos/comunicacaooralartigo/artigocomoral2.pdf>

CUNHA, Luiz Gustavo. Cálculo de volumes usando o Princípio de Cavalieri mediado por materiais concretos. 94 p. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2019. Disponível em: [https://sca.proformat-sbm.org.br/sca\\_v2/get\\_tcc3.php?cpf=04801916970&d=20200114193407&h=bda397f9de886231385738f6940cad0b199146ba](https://sca.proformat-sbm.org.br/sca_v2/get_tcc3.php?cpf=04801916970&d=20200114193407&h=bda397f9de886231385738f6940cad0b199146ba)

D'AMBROSIO, Ubiratan. Educação Matemática: da teoria à prática. Campinas, SP: Papirus, 1996.

GIRALDO, Victor; CAETANO, Paulo; MATTOS, Francisco. Recursos Computacionais no Ensino de Matemática. Rio de Janeiro: SBM, 2012.

LEMKE, R.; ZUCHI, Ivanete.; FIGUEIREDO, Elisandra. OAs PARA O ENSINO DE CÁLCULO: POTENCIALIDADES DE TECNOLOGIAS 3D. RENOTE. 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/320789376\\_OAs\\_PARA\\_O\\_ENSINO\\_DE\\_CALCULO\\_POTENCIALIDADES\\_DE\\_TECNOLOGIAS\\_3D](https://www.researchgate.net/publication/320789376_OAs_PARA_O_ENSINO_DE_CALCULO_POTENCIALIDADES_DE_TECNOLOGIAS_3D)

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? A Educação em Revista – Sociedade Brasileira Matemática – SBM, ano 3, n. 4, p. 3-13, 1995.

LOVIS, K. A., FRANCO, V. S. AS CONCEPÇÕES DE UM GRUPO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA SOBRE A IMPORTÂNCIA DA GEOMETRIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA. Revista Paranaense de Educação Matemática, América do Norte, 4, dez. 2015. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/rpem/article/view/1039>

MONZON, L.; BASSO, Marcus. GeoGebra e Impressão 3D: desenvolvendo o Pensamento Geométrico Espacial. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 25. , 2019, Brasília. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019 . p. 276-285. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/13175/13028>

PAVANELLO, Regina Maria. O abandono do ensino da Geometria no Brasil: causas e consequências. Revista Zetetiké. Campinas: UNICAMP, Ano 1, n. 1, 1993.

PORTANOVA, R. (org.) Um currículo de matemática em movimento. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2005.

PRODANOV, C. C., ERNANI, C. F. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. In. BEUREN, Ilse Maria. (Org). Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

ROCHA, Leonaldo Viegas. Uma aplicação da tecnologia de impressão 3D no ensino da matemática: construindo instrumentos didáticos para a sala de aula. 103 p. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional , Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, 2018.

SANTOS, K.M.L, VASCONCELOS, C.A. O Ensino da Matemática na Educação Básica e as Novas Tecnologias: uma Abordagem na Formação do Professor. EBR – Educação Básica Revista, 2015.

VAZ, C. L. D.; NERI JÚNIOR, E. P. O lugar da aprendizagem criativa: Uma experiência com a matemática mão na massa. REMATEC, S. 1, v. 15, p. 137-155, 2020. Disponível em: <http://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/243>.

## APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO

Prezado Sr(a),

Eu, Raylane Soares Santos, CPF N° 058.589.643-70, sou professora de Matemática da Escola Municipal Professora Maria do Socorro Pereira da Silva e, atualmente, curso o Mestrado Profissional em Matemática (PROFMAT) no âmbito do Instituto Federal do Piauí (IFPI/Campus Floriano) sob a orientação do Prof. Dr. Roberto Arruda Lima Soares. Como critério para obtenção do título de mestre é necessário o desenvolvimento e defesa de uma pesquisa. Estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada como **A UTILIZAÇÃO DE IMPRESSÃO 3D COMO FERRAMENTA MEDIADORA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA**, na qual tem os seguintes objetivos:

Objetivos Geral

- Analisar quais os efeitos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial em decorrência da utilização de impressões 3D nas práticas educativas na educação básica.

Objetivos Específicos

- Identificar as dificuldades dos alunos no conteúdo de Geometria Espacial
- Apresentar possibilidades do uso da impressora 3D no ensino de Geometria Espacial, desde a modelagem no *software*, fatiamento e impressão do sólido.
- Analisar as contribuições da impressora 3D no ensino e aprendizagem de Geometria através da construção e observação dos modelos em 3D.

Em razão do exposto, solicito autorização para que seu filho ou sua filha, estudante do 8º ano ou do 9º ano do Ensino Fundamental, participe voluntariamente da pesquisa.

Serão tomadas todas as providências durante a coleta de dados de forma a garantir a privacidade e anonimato do seu filho(a). Os dados coletados durante o estudo destinam-se estritamente a atividades de pesquisa, não sendo utilizados em qualquer forma de avaliação profissional ou pessoal. Toda informação coletada neste estudo é confidencial ninguém será identificado de modo algum.

A participação do seu filho(a) é muito importante.

INFORMAÇÕES:

Raylane Soares Santos

Escola Municipal Professora Maria do Socorro Pereira da Silva

E-mail: raysoaress1996@gmail.com

Telefone para contato: (89) 99417-1160

1. Nome da(o) aluno(a):

Eu, pai, mãe ou responsável da aluna ou aluno indicado (a) acima, AUTORIZO a participação na pesquisa **“A UTILIZAÇÃO DE IMPRESSÃO 3D COMO FERRAMENTA MEDIADORA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA”** coordenada pela professora Raylane Soares Santos. Para isso, informo meus dados pessoais logo a seguir.

2. NOME COMPLETO da mãe, do pai ou do responsável (SEM ABREVIATURAS):

3. TELEFONE PARA CONTATO:

4. ENDEREÇO:

( ) Li as informações e estou de acordo.

( ) Declaro que as informações acima prestadas são verdadeiras e assumo a inteira responsabilidade pelas mesmas.

## APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES

- a) Idade \_\_\_\_\_
- b) Sexo \_\_\_\_\_ ( ) Feminino ( ) Masculino
- 1) Qual a sua formação?  
( ) Matemática ( ) Outra área, mas atuo como professor de matemática
- 2) Entre as modalidades de cursos de pós-graduação listadas abaixo, assinale a opção que corresponde ao curso de mais alta titulação que você completou.  
(a) Não fiz ou ainda não completei nenhum curso de pós-graduação.  
(b) Especialização  
(c) Mestrado  
(d) Doutorado
- 3) Há quanto tempo atua em sala de aula como professor?  
(a) 5 anos ou menos  
(b) Entre 5 e 10 anos  
(c) Entre 10 e 15 anos  
(d) Mais de 15 anos
- 4) Qual a maior dificuldade que os alunos encontram na aula de matemática?  
( ) Falta de interesse  
( ) Falta de recursos para se utilizar de metodologias diferenciadas  
( ) Conhecimento insuficiente  
( ) Falta de motivação
- 5) Você utiliza Recursos computacionais para o Ensino de Matemática?  
(a) Sim (b) Não
- 6) Quais os softwares que mais utiliza?
- 7) Como você avalia a utilização de Softwares como Recurso Didático?  
(a) Não tenho condições de avaliar  
(b) Nunca utilizei, mas acredito que não favorece a aprendizagem  
(c) Nunca utilizei, mas acredito que favorece a aprendizagem  
(d) Já utilizei, mas não favorece a aprendizagem  
(e) Já utilizei e favorece a aprendizagem
- 8) Como você considera sua habilidade no manuseio de softwares?  
(a) Excelente (b) Bom (c) Regular (d) Insuficiente
- 9) Qual o seu Nível de satisfação na sua formação acadêmica sobre a Utilização de recursos computacionais?  
(a) Totalmente Satisfeito  
(b) Satisfeito  
(c) Descontente  
(d) Insatisfeito
- 10) Quais os conteúdos de Geometria espacial você ensina nos Anos Finais do Ensino Fundamental?

- 11) Você trabalha com recursos computacionais no ensino de Geometria Espacial?  
(a) Sim (b) Não
- 12) Você acredita que a visualização do conteúdo de Geometria Espacial através de software facilita o aprendizado desses conteúdos mais do que somente a aula no quadro?  
(a) Sim (b) Não
- 13) Quais as dificuldades que você percebe que os alunos enfrentam nos conteúdos de Geometria Espacial?
- 14) Quais dificuldades você sente para ensinar Geometria espacial?
- 15) Quais materiais didáticos você utiliza para trabalhar geometria espacial com seus alunos?
- 16) Como você costuma trabalhar o conteúdo de Geometria espacial no 8º e 9º ano?

### APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO COM ALUNOS

- a) Série que estuda      ( ) 8º ano      ( ) 9º ano
- b) Idade \_\_\_\_\_
- c) Sexo                      ( ) Feminino      ( ) Masculino
- 1) Para você a Matemática é:
- (a) Pouco Importante
  - (b) Indiferente
  - (c) Importante
  - (d) Muito Importante
- 2) Você tem dificuldade para aprender Matemática?
- (a) Sim                      (b) Não
- 3) Você concorda com a forma que os professores ministram as aulas de matemática?
- (a) Sim                      (b) Não
- 4) Você já estudou algum conteúdo de Geometria Espacial? (Prismas, Cilindros, Planificação de sólidos)
- (a) Sim                      (b) Não
- 5) Qual a maior dificuldade que você encontra na aula de matemática mais especificamente a geometria espacial?
- (a) Conteúdos difíceis de entender
  - (b) O professor não explica com clareza
  - (c) Falta de formas diferenciadas de ensinar
  - (d) Falta de motivação
- 6) Você acha importante o ensino de Geometria?
- (a) Sim                      (b) Não
- 7) Os professores utilizam recursos tecnológicos no ensino de Geometria Espacial?
- (a) Sim                      (b) Não
- 8) Quais recursos didáticos os professores mais utilizam para ensinar esses conteúdos?
- \_\_\_\_\_
- 9) Como você avalia a utilização de tecnologia para ensinar conteúdos de matemática?
- (a) Não tenho condições de avaliar.
  - (b) Acredito que não favorece a aprendizagem.
  - (c) Acredito que favorece a aprendizagem.

10) Você acredita que a visualização do conteúdo de Geometria Espacial através de software facilita o aprendizado desses conteúdos mais do que somente a aula no quadro?

(a) Sim

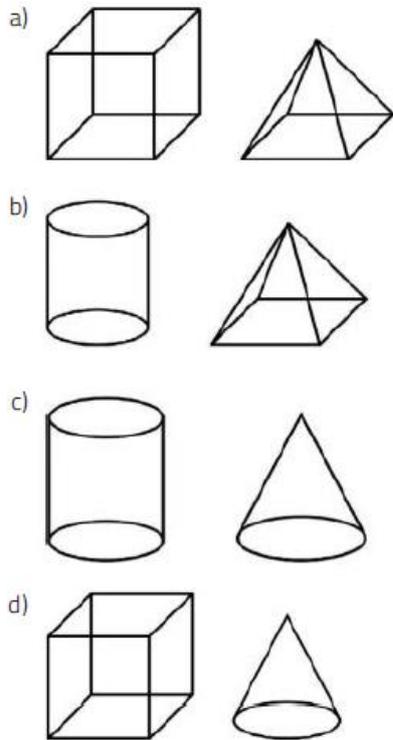
(b) Não

11) Você acha importante o uso de metodologias diversificadas para o ensino, softwares, aplicativos, mídias digitais etc.?

---

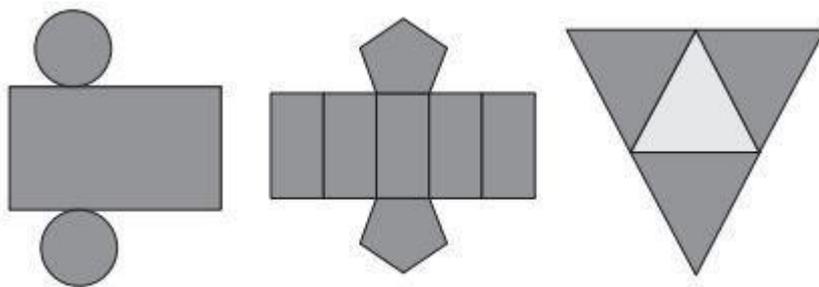
## APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

Questão 1. (SARESP) Qual a alternativa em que os dois sólidos geométricos representados só têm superfície planas?



Questão 2. Maria quer inovar em sua loja de embalagens e decidiu vender caixas com diferentes formatos. Nas imagens apresentadas estão as planificações dessas caixas.

Quais serão os sólidos geométricos que Maria obterá a partir dessas planificações?



- a) Cilindro, prisma de base pentagonal e pirâmide.
- b) Cone, prisma de base pentagonal e pirâmide.
- c) Cone, tronco de pirâmide e pirâmide.
- d) Cilindro, tronco de pirâmide e prisma.

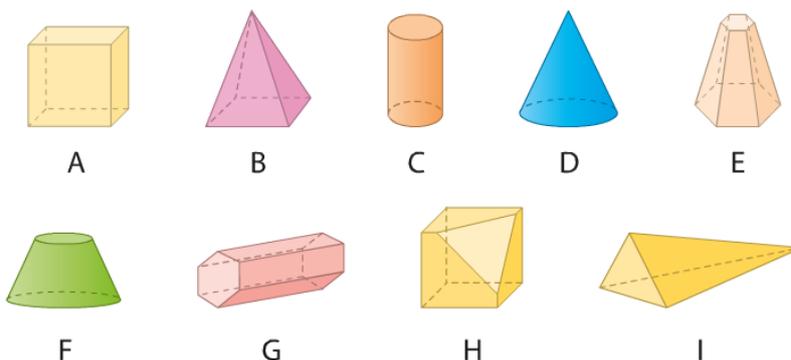
Questão 3. Se uma pirâmide tem 7 vértices, quantos lados tem o polígono da base? Justifique sua resposta.

---

Questão 4. Se um prisma de base hexagonal possui 18 arestas, quantas arestas possui uma pirâmide de mesma base?

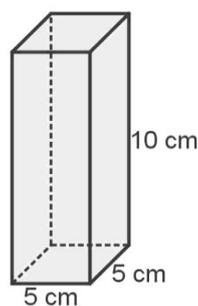
---

Questão 5. Dos sólidos a seguir



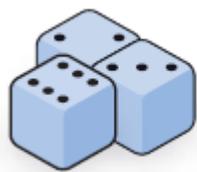
Quais não são poliedros?

Questão 6. Mariana quer cobrir um jarro de vidro com um papel adesivo. O jarro tem um formato de um prisma reto de base quadrada. Qual é a área total do prisma reto de base quadrada, sabendo que a altura desse sólido é de 10 cm e que a aresta de sua base mede 5 cm, como na figura a seguir?

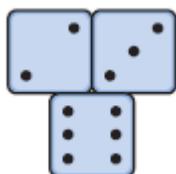


- a)  $250 \text{ cm}^2$
- b)  $50 \text{ cm}^2$
- c)  $25 \text{ cm}^2$
- d)  $20 \text{ cm}^2$

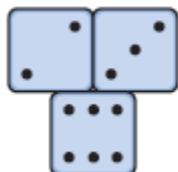
Questão 7. Rodrigo e Marina estão criando uma atividade que ajuda muito no desenvolvimento da visão espacial e da representação no plano. Um deles faz uma arrumação com 3 dados e o outro desenha a vista superior (vista de cima) do objeto montado.



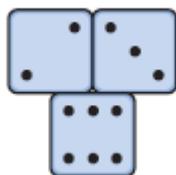
Observe o desenho da arrumação e diga qual será a vista superior.



b)



c)



d)

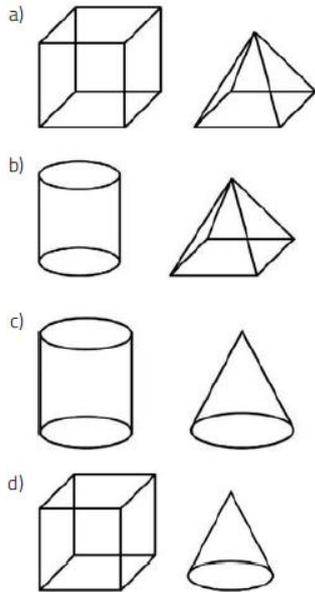
Questão 8. Qual a medida do volume do aquário apresentado abaixo, sabendo que sua altura é 60cm?



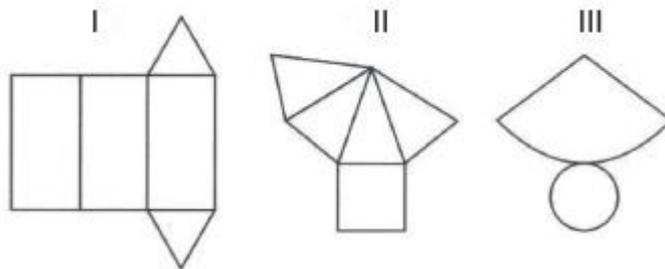
- a) 180 000 cm<sup>3</sup>
- b) 175 cm<sup>3</sup>
- c) 175 000 cm<sup>3</sup>
- d) 6 900 cm<sup>3</sup>

## APÊNDICE 5 – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

Questão 1. Qual a alternativa em que os dois sólidos geométricos representados só têm corpos redondos?



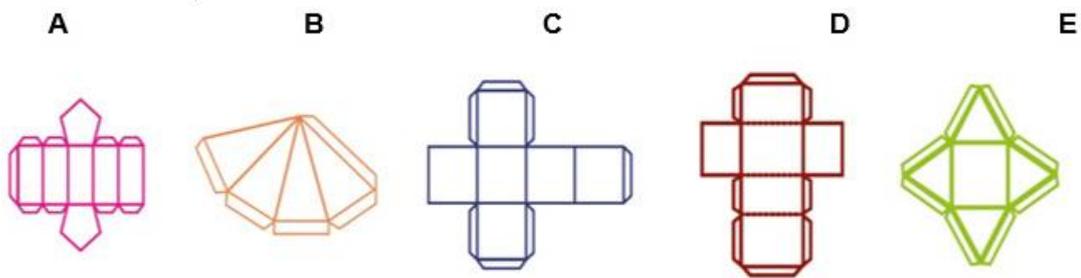
Questão 2.



Planificar um sólido geométrico é “abri-lo”, tornando-o uma figura plana. Sendo assim, as Figuras I, II e III mostradas acima correspondem, respectivamente, às planificações de:

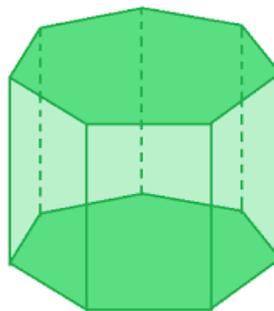
- a) prisma, cilindro, cone.
- b) pirâmide, cone, cilindro.
- c) prisma, pirâmide, cone.
- d) pirâmide, prisma, cone.
- e) pirâmide, cone, prisma.

Questão 3. Ana fez a tarefa de matemática que era sobre planificações de poliedros, das planificações abaixo, qual não permite a construção de um poliedro?



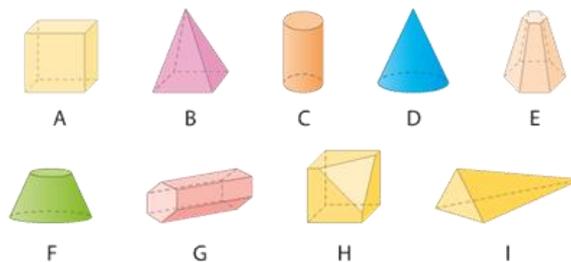
- a) Planificação A
- b) Planificação B
- c) Planificação C
- d) Planificação D
- e) Planificação E

Questão 4. A imagem abaixo é de um prisma reto heptagonal. Ao analisarmos podemos afirmar que o número de faces laterais, arestas e vértices desse prisma correspondem a:



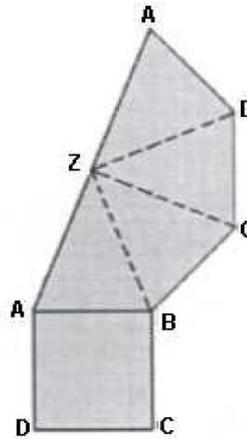
- a) 7; 21; 14
- b) 7; 12; 14
- c) 14; 21; 7
- d) 14; 7; 12
- e) 12; 14; 21

Questão 5. Dos sólidos a seguir, quais não são poliedros?



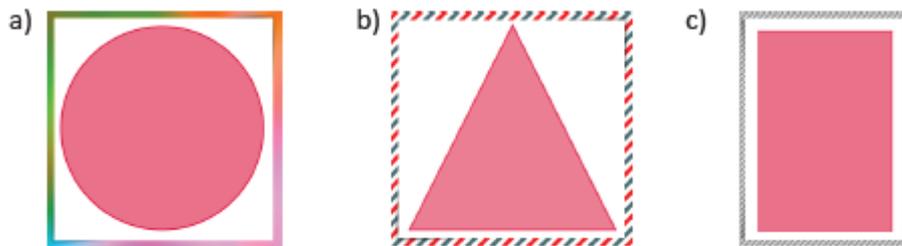
Questão 6. Para desenvolver a visão espacial dos estudantes, o professor ofereceu-lhes uma planificação de uma pirâmide de base quadrada como a figura: A área da base dessa pirâmide

é  $100 \text{ cm}^2$  e a área de cada face é  $80 \text{ cm}^2$ . A área total, no caso da pirâmide considerada, é igual a:

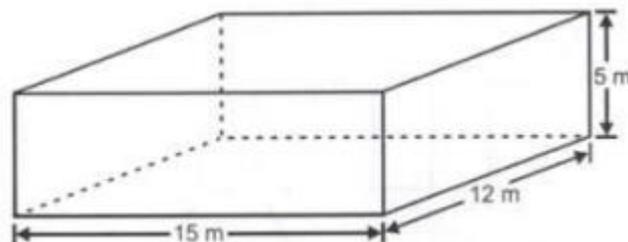


- a)  $320 \text{ cm}^2$
- b)  $340 \text{ cm}^2$
- c)  $360 \text{ cm}^2$
- d)  $400 \text{ cm}^2$
- e)  $420 \text{ cm}^2$

Questão 7. Observando um cone responda à questão. Qual das alternativas mostra a vista lateral do sólido:



Questão 8. Para o abastecimento de água tratada de uma pequena cidade, foi construído um reservatório com a forma de um paralelepípedo retângulo, conforme a representação abaixo. A capacidade máxima de água desse reservatório é de:



- a)  $135 \text{ m}^3$
- b)  $180 \text{ m}^3$
- c)  $450 \text{ m}^3$
- d)  $550 \text{ m}^3$
- e)  $900 \text{ m}^3$

## APÊNDICE 6 – QUESTIONÁRIO FINAL COM ALUNOS

- 1) Como você avalia, após essa oficina o processo de impressão 3D como recurso didático?
  - (a) Não facilita a aprendizagem
  - (b) Facilita pouco a aprendizagem
  - (c) Facilita Razoavelmente a aprendizagem
  - (d) Facilita Muito a aprendizagem
  
- 2) Como você avalia o processo de impressão 3D como ferramenta para o ensino de Geometria Espacial?
  - (a) Pouco Importante
  - (b) Indiferente
  - (c) Importante
  - (d) Muito Importante
  
- 3) Você acredita que a visualização do conteúdo pelo software *Geogebra* e pelas peças impressas facilitou a aprendizagem mais do que a aula apenas no quadro?
  - (b) Sim
  - (b) Não
  - (c) Indiferente
  
- 4) Qual o seu Nível de satisfação da oficina sobre a maneira como foi abordada a Geometria Espacial?
  - (a) Totalmente Satisfeito
  - (b) Satisfeito
  - (c) Descontente
  - (d) Insatisfeito
  
- 5) Você acha que a oficina atingiu seus objetivos?
  - (a) Sim
  - (b) Parcialmente
  - (c) Não
  
- 6) Este projeto gerou conhecimento?
  - (a) Sim
  - (b) Não
  
- 7) Você se sentiu mais motivado a aprender com a metodologia utilizada?
  - (a) Sim
  - (b) Não
  
- 8) O que você mais gostou nessa oficina?
  
- 9) Qual a sua opinião sobre a oficina? (Coloque os pontos positivos e os pontos negativos)