

Jandira Saiba

**POTENCIALIDADES DE UMA SEQUÊNCIA DE  
ENSINO POR INVESTIGAÇÃO PARA A  
APRENDIZAGEM MATEMÁTICA EM  
GEOMETRIA COM MODELAGEM 3D**

Passo Fundo

2025

Jandira Saiba

**POTENCIALIDADES DE UMA SEQUÊNCIA DE  
ENSINO POR INVESTIGAÇÃO PARA A  
APRENDIZAGEM MATEMÁTICA EM  
GEOMETRIA COM MODELAGEM 3D**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do título de mestre Profissional no Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do professor Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.

Passo Fundo

2025

CIP – Catalogação na Publicação

---

S132p Saiba, Jandira

Potencialidades de uma sequência de ensino por investigação para aprendizagem matemática no ensino de geometria plana e espacial com auxílio da modelagem 3D [recurso eletrônico] / Jandira Saiba. – 2025.

2.3 MB ; PDF.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2025.

1. Matemática (Ensino fundamental) - Estudo e ensino.  
2. Geometria. 3. Tecnologia educacional. 4. Impressão tridimensional. 5. Aprendizagem significativa. I. Trentin, Marco Antônio Sandini, orientador. II. Título.

CDU: 372.851

---

Catalogação: Bibliotecária Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427

**Jandira Saiba**

**Potencialidades de uma sequência de ensino por investigação  
para aprendizagem Matemática no ensino de Geometria Plana  
e Espacial com auxílio da Modelagem 3D**

A banca examinadora abaixo, APROVA em 28 de julho de 2025, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Inovações Pedagógicas para o ensino de Ciências e Matemática.

**Dr. Marco Antônio Sandini Trentin - Orientador**  
Universidade de Passo Fundo - UPF

**Dr. Denilson Rodrigues da Silva**  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI

**Dra. Aline Locatelli**  
Universidade de Passo Fundo - UPF

## AGRADECIMENTOS

Concluir esta dissertação representa para mim não apenas o encerramento de uma etapa acadêmica, mas também a realização de um sonho que só foi possível graças ao apoio de muitas pessoas. Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, saúde e sabedoria ao longo desta jornada e assim como minha família.

À minha filha, Ágata, razão do meu maior amor e inspiração diária. Seu sorriso, seu carinho e sua presença em minha vida me deram forças nos momentos mais difíceis e me motivaram a seguir em frente. Cada conquista minha é, também, para você. Também a minha família, mesmo nos momentos em que estive ausente ou dedicada aos estudos, vocês me apoiaram com paciência e carinho. Esta vitória é tão minha quanto de vocês.

Ao meu orientador, Dr. Marco Antônio Sandini Trentin, meu mais profundo e sincero agradecimento. Sua orientação foi muito mais do que acadêmica, foi um verdadeiro exemplo de generosidade, paciência e humanidade. Sempre atencioso, disponível e simpático, me guiou com uma didática admirável e um apoio constante em todos os momentos do percurso. Sua confiança no meu trabalho e suas palavras de incentivo foram essenciais para que eu pudesse superar desafios e acreditar na realização deste projeto. É uma honra ter tido um orientador tão inspirador e comprometido.

Aos demais Professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, que contribuíram com valiosos debates e novas perspectivas ao longo das disciplinas, enriquecendo minha trajetória formativa. Um agradecimento especial à querida Professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa, cuja alegria contagiante e acolhimento caloroso tornaram nossa experiência em Passo Fundo ainda mais especial.

Ao Leonir Dal Mago, minha sincera gratidão por toda a dedicação e atenção ao longo do curso. Sua disponibilidade em esclarecer dúvidas, seu cuidado com cada detalhe e seu apoio constante foram fundamentais para que todas as questões administrativas fossem conduzidas com tranquilidade. Sua cordialidade e profissionalismo tornaram o percurso mais leve e organizado.

Aos professores Denilson Rodrigues da Silva e Aline Locatelli, agradeço pelas valiosas contribuições e sugestões durante a banca de qualificação, que enriqueceram e fortaleceram o desenvolvimento deste trabalho.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”.

Paulo Freire

## RESUMO

O ensino de geometria espacial apresenta desafios para os professores de matemática devido à abstração inerente aos conceitos tridimensionais. A dificuldade em visualizar e compreender formas geométricas espaciais pode dificultar o aprendizado dos estudantes, especialmente quando não são oferecidos recursos concretos que ajudem a internalizar esses conceitos. Nesse contexto, o uso de tecnologias educacionais, como a modelagem e impressão 3D, surge como um recurso em potencial, permitindo que os estudantes transformem abstrações em representações tangíveis. Diante disso, a questão central que norteia esta pesquisa é: Quais as contribuições de uma sequência didática investigativa para a aprendizagem de conceitos de geometria espacial e plana fazendo uso da modelagem e da impressão 3D? O objetivo desta pesquisa foi desenvolver uma sequência didática que une essas abordagens, promovendo uma aprendizagem significativa dos conceitos geométricos, como a distinção entre geometria plana e espacial e a identificação e análise de poliedros e avaliar o potencial desta sequência didática. A pesquisa é qualitativa, onde coletou dados por meio de portfólios de alunos, diários de bordo e observações, a fim de compreender como essas práticas impactam o aprendizado. Foi realizada com uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola do SESI no município de Concórdia, durante 9 encontros. A sequência didática contou com atividades práticas e interativas que incentivam a experimentação e a construção de conhecimento por meio de modelagem e impressão 3D. Fez uso da abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), fundamentada nos trabalhos de Seymour Papert (2008), reconhece a importância de uma aprendizagem prática e integrada, onde os alunos constroem seu conhecimento ativamente através da experimentação, interagindo com os conceitos matemáticos, explorando a geometria de forma mais envolvente e criativa. Além disso, apoiou-se no ensino por investigação, de Carvalho e Sasseron (2013), que propõem que os alunos devem ser incentivados a desenvolver uma postura ativa na construção de seu conhecimento, investigando problemas reais e formulando suas próprias hipóteses. O material desenvolvido e aplicado ao longo desta pesquisa demonstrou ter potencial para tornar o ensino da geometria espacial mais concreto, motivador e acessível aos alunos. A integração de atividades com impressão 3D, fundamentadas na metodologia de ensino por investigação e na abordagem STEAM, mostrou-se eficaz para estimular o pensamento crítico, a criatividade e o engajamento dos estudantes. Embora não se trate de uma solução universal, os resultados obtidos indicam que essa proposta tem potencial para enriquecer as práticas pedagógicas na área da Matemática, oferecendo novas possibilidades para um ensino mais ativo e significativo. O Produto Educacional, em formato de sequência didática, que acompanha este estudo, está disponibilizado na forma de material de apoio para professores da Educação Básica no site do programa e no Portal <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1131491>.

**Palavra-chave:** Matemática; aprendizagem; Geometria e modelagem; STEAM.

## ABSTRACT

Teaching spatial geometry presents challenges for mathematics teachers, due to the inherent abstraction of three-dimensional concepts. The difficulty in visualizing and understanding spatial geometric shapes can make it hard for students to learn, especially when concrete resources are not provided to help internalize these concepts. In this context, the use of educational technologies, such as 3D modeling and printing, emerges as a potential resource, allowing students to transform abstractions into tangible representations. In light of this, the central question guiding this research is: how can a teaching sequence, based on inquiry-based learning, supported by 3D modeling and integrated into the STEAM approach, enhance the learning of spatial geometry for students in the 6th grade of Elementary School? The objective of the research is to develop a teaching sequence that unites these approaches, promoting meaningful learning of geometric concepts, such as the distinction between plane and spatial geometry and the identification and analysis of polyhedra. The research will be qualitative, collecting data through student portfolios, logbooks and observations, in order to comprehend how these practices impact learning. It will be conducted with a 6th grade elementary school class from a SESI School in the city of Concórdia, during 9 meetings. The teaching sequence will include practical and interactive activities that encourage experimentation and knowledge acquisition through 3D modeling and printing. The STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) approach, based on the work of Seymour Papert (2008), recognizes the importance of practical and integrated learning, where students actively build their knowledge through experimentation, interacting with others mathematical concepts, exploring geometry in a more engaging and creative way. Furthermore, inquiry-based teaching, supported by Carvalho and Sasseron (2013), proposes that students should be encouraged to develop an active attitude in building their knowledge, investigating real problems and formulating their own hypotheses. By applying this methodology to teaching spatial geometry, it is expected that students will not only understand, but also manipulate and experiment with three-dimensional figures, resulting in deeper learning. The material developed and applied throughout this research demonstrated the potential to make the teaching of spatial geometry more concrete, motivating and accessible to students. The integration of 3D printing activities, based on the research-based teaching methodology and the STEAM approach, proved effective in stimulating critical thinking, creativity and student engagement. Although it is not a universal solution, the results obtained indicate that this proposal has the potential to enrich pedagogical practices in the area of Mathematics, offering new possibilities for more active and meaningful teaching. The Educational Product, in the format of a didactic sequence, which accompanies this study, is available in the form of support material for Basic Education teachers on the program's <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1131491>.

**Keywords:** Mathematics; learning; Geometry and modeling; STEAM.

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Etapas de uma Sequência de Ensino por Investigação.....	25
Quadro 2 - Trabalhos relacionados à pesquisa .....	35
Quadro 3 - Síntese dos encontros da sequência didática .....	43

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Capa do Produto Educacional.....	44
Figura 2 - Foto da Escola SESI Concórdia SC .....	45
Figura 3 - Atividade “Exploração do Espaço Escolar” .....	64
Figura 4 - Aula expositiva .....	67
Figura 5 - Aplicação do quiz kahoot .....	69
Figura 6 - Uso das canetas 3D .....	71
Figura 7 - Sala de aula dentro da plataforma Tinkercad, com projetos dos alunos.....	74
Figura 8 - Steve na plataforma do Tinkercad desenhada pelo aluno.....	76
Figura 9 - Registro da atividade de um aluno envolvendo os poliedros e não poliedros .....	78
Figura 10 - Registro da atividade de um aluno medindo seu projeto .....	84
Figura 11 - Registro dos alunos com suas impressões .....	86
Figura 12 - Respostas ao Feedback realizado.....	88
Figura 13 - Organização das atividades no portfólio Físico.....	89
Figura 14 - Organização das atividades no portfólio dentro do google sites .....	90

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Reflexões sobre Aprendizagem Matemática na área de Geometria .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Mentalidades Matemáticas na Sala de Aula .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Sequência de Ensino por Investigação .....</b>	<b>25</b>
2.3.1	<i>Problematização .....</i>	26
2.3.2	<i>Sistematização do conhecimento .....</i>	26
2.3.3	<i>Contextualizar.....</i>	27
2.3.4	<i>Avaliação .....</i>	28
<b>2.4</b>	<b>Sequência de Ensino por Investigação e Abordagem Educacional STEAM.....</b>	<b>29</b>
<b>2.5</b>	<b>Revisão de Estudos Relacionados.....</b>	<b>33</b>
<b>3</b>	<b>PROPOSTA E O PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>42</b>
<b>3.1</b>	<b>O Produto Educacional .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2</b>	<b>O local da aplicação .....</b>	<b>45</b>
<b>3.3</b>	<b>Os encontros .....</b>	<b>47</b>
3.3.1	<i>Primeiro encontro.....</i>	48
3.3.2	<i>Segundo encontro .....</i>	49
3.3.3	<i>Terceiro encontro .....</i>	50
3.3.4	<i>Quarto encontro.....</i>	51
3.3.5	<i>Quinto encontro .....</i>	52
3.3.6	<i>Sexto Encontro.....</i>	53
3.3.7	<i>Sétimo Encontro.....</i>	54
3.3.8	<i>Oitavo Encontro.....</i>	54
3.3.9	<i>Nono Encontro.....</i>	55
<b>4</b>	<b>PESQUISA .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização da Pesquisa .....</b>	<b>57</b>
<b>4.2</b>	<b>Instrumentos utilizados na coleta de dados.....</b>	<b>59</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>62</b>
<b>5.1</b>	<b>Primeiro Encontro .....</b>	<b>63</b>
5.1.1	<i>Conhecimentos Prévios .....</i>	63
<b>5.2</b>	<b>Segundo Encontro.....</b>	<b>66</b>
5.2.1	<i>Conhecimento Prédio.....</i>	66

<b>5.3</b>	<b>Terceiro Encontro.....</b>	<b>70</b>
5.3.1	<i>Conhecimento Prévio.....</i>	70
5.3.2	<i>Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades.....</i>	71
5.3.3	<i>Postura dos alunos diante de novas metodologias.....</i>	72
<b>5.4</b>	<b>Quarto Encontro.....</b>	<b>73</b>
5.4.1	<i>Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades.....</i>	73
5.4.2	<i>Postura dos alunos diante de novas metodologias.....</i>	75
<b>5.5</b>	<b>Quinto Encontro .....</b>	<b>77</b>
5.5.1	<i>Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades.....</i>	77
5.5.2	<i>Postura dos alunos diante de novas metodologias.....</i>	79
<b>5.6</b>	<b>Sexto Encontro .....</b>	<b>80</b>
5.6.1	<i>Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades.....</i>	80
<b>5.7</b>	<b>Sétimo Encontro.....</b>	<b>81</b>
5.7.1	<i>Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades.....</i>	82
<b>5.8</b>	<b>Oitavo Encontro.....</b>	<b>84</b>
5.8.1	<i>Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades.....</i>	84
5.8.2	<i>Postura dos alunos diante de novas metodologias.....</i>	85
<b>5.9</b>	<b>Nono Encontro .....</b>	<b>87</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>92</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE A - Autorização da Escola.....</b>	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE .....</b>	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE .....</b>	<b>101</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho, optei por apresentar minha trajetória e reflexões utilizando a primeira pessoa do singular<sup>1</sup>, por compreender que essa escolha confere maior autenticidade ao relato e coaduna-se com a natureza da pesquisa, que envolve elementos da minha prática profissional e experiência pessoal.

Sou professora efetiva de Matemática na rede pública de Ensino do município de Concórdia/SC, onde trabalho com o Ensino Fundamental, Anos Finais. Também sou técnica das equipes participantes dos torneios de robótica da Escola SESI<sup>2</sup> da cidade de Concórdia/SC. Nas duas instituições atuo há, aproximadamente, 13 anos. Nas competições das minhas equipes de robótica já obtivemos premiações nacionais e internacionais. Também está sob minha responsabilidade, na escola SESI, a Olimpíada Brasileira de Robótica e a Olimpíada Brasileira de Satélites, e um Time de Fórmula 1 Schools.

Tive muitas dificuldades para me formar em Licenciatura Plena em Matemática, pois foi na mesma época em que minha filha nasceu e eu precisava conciliar estudo, casa, família, trabalho e outras situações. Minha graduação foi em Licenciatura Plena em Matemática, onde logo depois fiz uma pós-graduação em Educação Matemática e onde iniciei minha trajetória na educação.

Quando iniciei na educação, minhas primeiras turmas foram lecionando matemática e suas áreas afins na Escola de Educação Básica no município de Arabutã/SC, com o Ensino Médio. Uma cidade pequena e muita acolhedora, porém muito longe da minha residência, mas conseguia me deslocar com o ônibus que levava os alunos. Logo depois, consegui uma vaga como professora substituta no IFC (Instituto Federal Catarinense - Campus Concórdia), onde permaneci por dois anos. Na sequência passei no concurso público do município onde resido, Concórdia/SC, no qual atuo 20 horas semanais para trabalhar com o Ensino Fundamental - Anos Finais e, neste mesmo ano, passei no processo seletivo da Instituição SESI para trabalhar na Educação de Jovens e Adultos. Sendo assim, realizei uma especialização focada em Projeja para atender e entender sobre o público ao qual iria trabalhar.

Dentro desta instituição conheci a robótica ao qual iniciei meus trabalhos com turmas de alunos no curso de robótica para crianças de 7 a 15 anos. Para entender mais sobre essa área, realizei vários cursos e um MBA em Engenharia de Software. Atualmente treino times de

---

<sup>1</sup> A utilização da primeira pessoa neste texto é intencional, buscando estabelecer uma aproximação entre o pesquisador e o objeto de estudo, bem como valorizar a dimensão subjetiva inerente à prática docente.

<sup>2</sup> Serviço Social da Indústria.

robótica que participam de competições estaduais, nacionais e internacionais, e também ministro a disciplina de Educação Tecnológica como disciplina no Ensino Fundamental.

Como professora, busco diariamente aproximar a Matemática da realidade dos alunos, utilizando metodologias ativas, projetos interdisciplinares e tecnologias educacionais para tornar as aulas mais dinâmicas, participativas e significativas. Acredito que o papel do professor vai além da simples apresentação de conteúdos: envolve também a inspiração, a mediação e o estímulo constante à curiosidade e à busca por soluções inovadoras.

Entendo a Matemática como uma poderosa ferramenta para o desenvolvimento de competências importantes para a vida cidadã, como a capacidade de argumentação, a análise crítica de dados e a resolução de problemas. Por isso, invisto na construção de ambientes de aprendizagem que valorizem o protagonismo dos estudantes, incentivando-os a trabalhar de forma colaborativa, a explorar novas ideias e a superar desafios.

Busco desempenhar um papel fundamental na educação dos meus alunos, não apenas ensinando os conteúdos específicos nas disciplinas as quais atuo, mas também moldando seu desenvolvimento pessoal e habilidades de aprendizagem.

Tenho plena convicção de que o ensino de Matemática pode ser transformador quando articulado com práticas pedagógicas significativas, motivadoras e alinhadas às demandas do século XXI. Por isso, sigo em constante atualização, participando de cursos, eventos e trocando experiências com outros educadores, sempre com o objetivo de aperfeiçoar minha prática e oferecer uma educação de qualidade, pautada pela equidade, pelo respeito à diversidade e pela valorização do potencial de cada estudante.

A dificuldade dos alunos em aprender matemática nas escolas é uma questão complexa e multifacetada, que tem sido abordada por vários pesquisadores e especialistas em educação. Boaler (2018), professora de matemática na Universidade de Stanford e autora de livros como *Mentalidades Matemáticas* (2018), destaca a importância de uma mentalidade positiva em relação à matemática. Ela argumenta que abordagens tradicionais de ensino baseadas em memorização e procedimentos podem levar os alunos a desenvolverem ansiedade em relação à matemática. Boaler (2018) defende métodos que enfatizam a compreensão, o raciocínio e a resolução de problemas, para que os alunos percebam a matemática como algo acessível e relevante.

Uma área muito importante na educação básica, que historicamente tem apresentado desafios significativos, é o ensino de geometria. Muitos estudantes enfrentam dificuldades em visualizar conceitos abstratos e aplicar teorias geométricas a problemas práticos. A variação nas metodologias de ensino e a falta de recursos didáticos eficazes podem tornar o aprendizado

fragmentado e menos envolvente. Além disso, o contexto dos professores, que podem ter diferentes níveis de familiaridade e confiança com o conteúdo, contribui para a inconsistência no ensino da geometria. Essa combinação de fatores resulta em um baixo aproveitamento, refletido em avaliações como por exemplo o IDEB.

Para enfrentar os desafios educacionais modernos e preparar os alunos para um futuro cada vez mais tecnológico e interdisciplinar, é essencial adotar métodos de ensino que promovam uma integração abrangente de várias áreas do conhecimento. Em virtude disso, uma possibilidade é o ensino baseado na metodologia STEAM, que é uma abordagem educacional que enfatiza a aprendizagem prática e a aplicação de conhecimentos em disciplinas como ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática. Nesse tipo de ensino, os alunos são incentivados a explorar, experimentar e criar, utilizando materiais e ferramentas reais para resolver problemas do mundo real. Através dessa abordagem, os estudantes desenvolvem habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e criatividade, preparando-os para enfrentar os desafios do século XXI.

Somado a isto, é importante que o aluno, desde cedo na escola, lhe seja oportunizado ações que o leve a investigar, questionar e contextualizar. E isto vai ao encontro do que é proposto do Ensino por Investigação (SEI), que é uma abordagem pedagógica que coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, incentivando-o a investigar, questionar e explorar conceitos de forma ativa e autônoma. Essa metodologia tem como objetivo principal promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a capacidade de tomar decisões informadas. A importância do Ensino por Investigação reside na sua capacidade de transformar a educação em uma experiência mais significativa e envolvente para os alunos, além do desenvolvimento de habilidades de aprendizagem onde estimula os alunos a se tornarem aprendizes ativos, incentivando-os a fazer perguntas, realizar pesquisas e buscar soluções para problemas complexos. Isso ajuda a desenvolver habilidades de aprendizagem ao longo da vida.

Dessa forma, ambas as abordagens focam na resolução de problemas e no desenvolvimento do pensamento crítico. Em um ambiente STEAM, os alunos enfrentam desafios práticos que exigem soluções criativas e inovadoras. A aprendizagem por investigação, por sua vez, envolve a análise crítica e a solução de problemas através de experimentação e coleta de dados, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades analíticas e de pensamento crítico.

Esta pesquisa também terá embasamento teórico de Seymour Papert (2008), autor que evidencia o ensino por investigação na aprendizagem de geometria dentro da metodologia

STEAM. Ele defende a ideia de que os alunos devem ser protagonistas de sua própria aprendizagem, explorando e experimentando conceitos matemáticos por meio de projetos e atividades práticas. Segundo Papert (2008), a geometria pode ser ensinada de forma mais significativa quando os alunos têm a oportunidade de investigar e descobrir os princípios e propriedades geométricas por si mesmos, em vez de apenas receber informações passivamente. Dentro da abordagem educacional STEAM, isso pode ser aplicado na geometria por meio de questionamentos e desafios que estimulem os alunos a investigar e buscar soluções criativas para problemas geométricos.

É importante ressaltar que uma abordagem que envolve a investigação valoriza a participação ativa dos alunos, a construção coletiva do conhecimento e a aplicação prática dos conceitos matemáticos, tornando o aprendizado mais significativo e motivador, que vem de encontro com as atividades na linha STEAM.

O ensino da geometria, quando combinado com a abordagem “mão na massa”, cria uma sinergia poderosa que pode tornar o aprendizado dessa disciplina mais eficaz e envolvente, assim como conectar novos conhecimentos aos conhecimentos prévios do aluno. Isso implica que os alunos não apenas memorizem informações, mas compreendam melhor os conceitos e estabeleçam relações claras entre eles. Na geometria, essa abordagem envolve explorar como os conceitos geométricos se encaixam e se relacionam uns com os outros de maneira lógica e intuitiva. Desta forma, tendo como elemento norteador a problemática mencionada, surge a pergunta de pesquisa deste trabalho: **Quais as contribuições de uma sequência didática investigativa para a aprendizagem de conceitos de geometria espacial e plana fazendo uso da modelagem e da impressão 3D?**

Formulada a questão, estabelece-se como objetivo central do estudo: avaliar o potencial de uma SEI, abordando a geometria plana e espacial, organizada na forma de uma Sequência de Ensino por Investigação, com apoio na abordagem educacional STEAM fazendo uso da modelagem 3D.

De forma mais específica, o estudo objetiva:

- Discorrer sobre a Sequência de Ensino por Investigação e sobre a educação STEAM;
- Desenvolver um produto educacional, na forma de uma sequência didática, voltada para o ensino de geometria espacial, fazendo uso de impressão 3D, apoiada e organizada segundo a metodologia de ensino por investigação.
- Promover, em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental, a aprendizagem de conceitos geométricos por meio de atividades com impressora 3D, apoiadas e organizadas segundo a metodologia de ensino por investigação.

- Aplicar e avaliar a efetividade de uma sequência didática organizada com atividades STEAM para o ensino de geometria fazendo uso da modelagem e impressão de objetos geométricos.

Para estruturar a proposta, considerando a relevância do estudo, o presente trabalho está dividido em cinco capítulos. No primeiro capítulo, apresenta-se a introdução. O segundo capítulo aborda a fundamentação teórica e está dividido em quatro partes: a primeira discute a reflexão sobre aprendizagem matemática na área de Geometria espacial baseada em Papert (2008), a segunda relacionada a matemática em sala de aula baseada nos estudos de Jo Boaler (2018), a terceira explora o tema do Ensino por Investigação, destacando a influência de na sua implementação; a quarta, com base em Carvalho (2008), descreve como deve ser organizada uma Sequência de Ensino por Investigação e suas etapas. No terceiro capítulo são apresentados alguns estudos relacionados aos temas investigados nesta pesquisa. No quarto capítulo detalha-se o produto educacional, que é a sequência didática construída com base nos princípios do Ensino por Investigação, utilizando a modelagem 3D como elemento sistematizador do conhecimento, tanto para a realização desta investigação quanto para apoiar os docentes. Em seguida, no quinto capítulo, é apresentada a proposta de pesquisa a ser desenvolvida neste estudo, incluindo os instrumentos que serão utilizados para a coleta de dados. No sexto capítulo são apresentados os resultados obtidos da aplicação do produto educacional e uma discussão a respeito dos mesmos, frente ao referencial teórico abordado neste trabalho.

Como produto educacional, foi elaborada uma Sequência Didática, a qual foi implementada em uma turma do sexto ano com 23 alunos do Ensino Fundamental da Escola SESI. A proposta teve como objetivo principal desenvolver e analisar a eficácia das estratégias adotadas, bem como verificar o alcance dos objetivos educacionais, por meio da aplicação de uma Sequência de Ensino por Investigação, estruturada sob a perspectiva da pesquisa-ação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico que serviu de base para a pesquisa desenvolvida, descrevendo a importância da aprendizagem matemática voltada à geometria para o processo de ensino aprendizagem dos alunos e como ela pode ser atrelada ao ensino investigativo e abordagem STEAM. Ambas contribuem para o desenvolvimento cognitivo e no pensamento lógico dos alunos, servindo como uma base sólida para a compreensão de conceitos mais complexos em diversas áreas do conhecimento. A geometria não apenas estimula a visualização e a compreensão espacial, mas também promove habilidades essenciais, como a resolução de problemas, a análise crítica e a capacidade de abstração. Essas habilidades são fundamentais não só para a matemática, mas também para disciplinas como física, engenharia e artes, entre outras.

Além disso, a elaboração de uma sequência didática detalha suas etapas, integrando o uso da tecnologia para a construção do conhecimento. Essa abordagem está estruturada para transformar o processo de ensino-aprendizagem da geometria, proporcionando uma compreensão mais prática e interativa dos conceitos. Os encontros foram planejados progressivamente, permitindo que os alunos desenvolvam o conhecimento de forma gradual, iniciando com conceitos fundamentais e avançando para tópicos mais complexos. Cada sessão inclui etapas investigativas que incentivam o uso da tecnologia, como softwares de modelagem 3D, além da exploração de propriedades geométricas por meio de atividades práticas, como a manipulação de modelos físicos e a criação de projetos que abordem situações reais. Essa abordagem ativa e investigativa não apenas facilita a compreensão, mas pode também tornar o aprendizado mais dinâmico e envolvente.

Está incorporada nessa sequência as tecnologias, como softwares de modelagem 3D e ferramentas digitais. A utilização dessas tecnologias permite que os alunos visualizem e interajam com figuras geométricas de maneira concreta e intuitiva, conectando a teoria à prática. Ao final de cada encontro, momentos de reflexão e discussão coletiva ajudam a consolidar o conhecimento, promovendo um ambiente de aprendizado colaborativo e incentivando o desenvolvimento de habilidades críticas e criativas. Dessa forma, a combinação da sequência didática planejada com o uso de tecnologia transforma a geometria em uma disciplina acessível, relevante e estimulante para os alunos.

Além disso, a utilização de tecnologias avançadas e a possibilidade de trabalhar em projetos reais e significativos aumentam o engajamento dos alunos, tornando o aprendizado mais motivador e relevante. Os alunos são encorajados a explorar, experimentar e inovar,

desenvolvendo uma mentalidade investigativa e empreendedora que é fundamental para seu sucesso futuro. Os espaços STEAM, com suas ferramentas e metodologias inovadoras, transformam a educação em uma experiência dinâmica e envolvente, preparando os alunos para enfrentar os desafios de um mundo em constante evolução.

## 2.1 Reflexões sobre Aprendizagem Matemática na área de Geometria

A aprendizagem matemática, especialmente no que tange à geometria, tem passado por transformações significativas ao longo dos tempos. Desde a Antiguidade, a geometria é considerada uma das disciplinas mais nobres e essenciais no desenvolvimento do pensamento lógico e científico. As obras de Euclides, como *Os Elementos* (1968), lançaram as bases para o estudo sistemático da geometria, influenciando a educação matemática por séculos.

Durante a Idade Média, o ensino da geometria continuou a ser valorizado, principalmente nas universidades europeias, Sarton (1952), onde era parte integrante do *quadrivium*, o conjunto das artes liberais superiores que incluía a aritmética, a música, a geometria e a astronomia. Nesse período, a geometria ainda era vista como um conhecimento fundamental para a compreensão do mundo e para o avanço das ciências.

Desde a Antiguidade, com as obras de Euclides (1968), a geometria tem sido essencial para a compreensão do espaço, das formas e das relações entre diferentes elementos. Essa disciplina não só oferece ferramentas para a resolução de problemas espaciais, mas também desenvolve o pensamento lógico, a visualização abstrata e a capacidade de raciocínio dedutivo, habilidades que são essenciais para o aprendizado de outras áreas da matemática e das ciências em geral.

No Renascimento, a geometria ganhou nova relevância com o desenvolvimento da perspectiva na arte e o surgimento da geometria analítica, iniciada por René Descartes, como afirma Carla A. R. da Silva em sua obra *Matemática e Educação Matemática: Caminhos e Desafios* (2006). A geometria passou a ser ensinada não só como uma ferramenta matemática, mas também como um meio de representar e entender o espaço tridimensional. Isso reforçou seu papel central na educação matemática e nas ciências emergentes da época.

No entanto, de acordo com Souza (1990), no decorrer do século XX, especialmente nas décadas de 1960 e 1970, a geometria começou a perder sua posição de destaque nos currículos escolares, à medida que a matemática moderna, com foco na álgebra e na análise, ganhava mais espaço. Em muitos países, inclusive no Brasil, a geometria foi progressivamente marginalizada, sendo ensinada de forma superficial e muitas vezes desconectada de suas aplicações práticas

(Pereira, 1991). Esse processo foi especialmente evidente na década de 1980, quando diversas pesquisas em Educação Matemática denunciaram a falta de ênfase no ensino da geometria nos currículos escolares. Além disso, a geometria, ao ser tratada de maneira secundária e menos prática, acabou sendo relegada a um segundo plano nos currículos e livros didáticos brasileiros.

A geometria plana é um ramo da matemática que estuda as propriedades e relações dos objetos geométricos no plano, como pontos, retas, polígonos e circunferências. Ela é importante para os alunos do ensino fundamental. A geometria é uma das áreas fundamentais da matemática, desempenhando um papel crucial tanto no desenvolvimento cognitivo quanto na aplicação prática dos conceitos matemáticos (Piaget, 1973).

Já a geometria espacial é um ramo da matemática que estuda as formas e as propriedades dos objetos tridimensionais, como pontos, retas, planos, poliedros e corpos redondos. Sua importância para os alunos do ensino fundamental está relacionada ao desenvolvimento do pensamento espacial, da visualização e da capacidade de compreender e representar o espaço tridimensional. Além disso, a geometria espacial também contribui para o desenvolvimento do raciocínio lógico, da capacidade de resolver problemas e da aplicação de conceitos matemáticos em situações do cotidiano.

A importância da geometria dentro da matemática é destacada por diversos autores. Segundo Piaget (1964), a geometria ajuda a criança a desenvolver o pensamento espacial e a compreender melhor o mundo ao seu redor, uma vez que a percepção geométrica é uma das formas básicas de interação com o ambiente. Já Howard Gardner, em sua teoria das inteligências múltiplas, coloca a inteligência espacial como uma das habilidades cognitivas fundamentais, enfatizando que a geometria é a área da matemática que mais diretamente contribui para o desenvolvimento dessa inteligência (Gardner, 1993).

Um estudo publicado na *Journal of Educational Psychology* mostrou que estudantes com habilidades espaciais mais desenvolvidas tendem a ter um desempenho melhor em matemática e são mais propensos a seguir carreiras em áreas STEM (Wai; Lubinski; Benbow, 2009).

Esse tratamento resultou em seu progressivo abandono na educação básica, uma tendência que foi amplamente documentada por diversas pesquisas na área de Educação Matemática, especialmente durante a década de 1980. Essa marginalização da geometria comprometeu o desenvolvimento de habilidades espaciais e de raciocínio lógico nos estudantes, enfraquecendo a base necessária para o aprendizado de conceitos matemáticos mais complexos (Grando; Nacarato; Gonçalves, 2008, p. 42). Porém a matemática investigativa surge como uma

abordagem capaz de compreender o valor exploratório e prático do aprendizado matemático nas escolas.

A educação em geometria tem passado por diversas transformações ao longo dos anos, buscando sempre formas mais eficazes de engajar e ensinar os alunos. Um dos grandes avanços nesta área foi a introdução da “tartaruga” da linguagem Logo, desenvolvida por Seymour Papert. Ele via o computador não apenas como uma ferramenta, mas como um meio de tornar a matemática e, em particular, a geometria, algo natural e intuitivo. A tartaruga gráfica permitia que os estudantes explorassem conceitos geométricos de maneira visual e interativa, promovendo um aprendizado mais profundo e significativo. De acordo com (Papert, 1985, p. 87):

A geometria da Tartaruga foi especialmente projetada para ser algo que fizesse sentido às crianças, que tivesse alguma ressonância com o que elas acham que é importante. E ela foi elaborada para ajudar as crianças a desenvolver a estratégia matemática: para aprender algo, primeiramente faça com que isto tenha algum sentido para você.

Em paralelo a essas inovações, a impressão 3D tem emergido como uma poderosa aliada no ensino de geometria. A capacidade de criar modelos tridimensionais permite que os alunos visualizem e manipulem figuras geométricas de uma forma tangível, algo que antes era restrito a representações bidimensionais em papel ou na tela do computador. Com a impressão 3D, conceitos complexos como poliedros e suas propriedades podem ser explorados de maneira prática, tornando o aprendizado mais envolvente e comprehensível.

No contexto do ensino da geometria, é muito importante considerar a relação entre conhecimento matemático, ciência e tecnologia. A geometria, como uma disciplina fundamental, não apenas promove o desenvolvimento do raciocínio lógico, mas também possibilita uma compreensão mais profunda do mundo ao nosso redor. Assim, ao ensinar geometria, devemos reconhecer a necessidade de instrumentos que ampliem essa compreensão e facilitem a aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, é essencial salientar que, conforme Paulo Freire (2007, p. 22), “se o meu compromisso é realmente com o homem concreto, com a causa de sua humanização, de sua libertação, não posso por isso mesmo prescindir da ciência, nem da tecnologia, com as quais me vou instrumentando para melhor lutar por esta causa”. Portanto, integrar a ciência e a tecnologia no ensino da geometria é um passo essencial para a formação de estudantes mais críticos e conscientes de seu papel no mundo.

Sendo assim, esse panorama histórico evidencia a importância contínua da geometria na educação matemática, bem como a necessidade de repensar e revitalizar suas abordagens

pedagógicas para garantir que as futuras gerações possam usufruir plenamente dos benefícios desse conhecimento fundamental.

## 2.2 Mentalidades Matemáticas na Sala de Aula

A importância de cultivar uma mentalidade matemática positiva nas salas de aula, conforme destacam Boaler, Munson e Williams (2018), não apenas enriquece a aprendizagem dos alunos, mas também transforma a maneira como a matemática é ensinada e compreendida. Os autores argumentam que, ao desenvolver práticas pedagógicas que incentivam a curiosidade e a exploração, os educadores podem ajudar os alunos a superar barreiras e a se tornarem pensadores críticos e criativos em matemática. Essa perspectiva se torna especialmente relevante quando se considera o ensino da geometria, uma área que, frequentemente, apresenta desafios para os estudantes.

Boaler (2018), renomada educadora e pesquisadora, tem se destacado por seu trabalho em transformar a forma como a matemática é ensinada, promovendo abordagens mais inclusivas e centradas no desenvolvimento das habilidades dos estudantes. Os exemplos concretos de atividades e abordagens pedagógicas que buscam desmistificar a matemática, tornando-a acessível e envolvente para todos os alunos. A ênfase na superação de estereótipos de gênero e na promoção da diversidade matemática reflete o compromisso dos autores em criar uma educação matemática mais justa e inclusiva. Busca transformar a experiência de aprendizado em matemática, inspirando os alunos a desenvolverem uma relação positiva e duradoura com a disciplina.

Boaler (2016) defende que a investigação é uma parte fundamental do processo de aprendizado, quando fala que os alunos investigam conceitos e ideias por conta própria, eles se envolvem de forma mais profunda e significativa com o conteúdo, desenvolvendo uma compreensão mais duradoura e flexível. Ao explorar essa abordagem, incentiva os educadores a adotarem métodos mais investigativos e exploratórios no ensino da matemática, buscando ir além da simples memorização de fórmulas e procedimentos. A proposta de “investigar” dentro do contexto do aprendizado dos alunos refere-se à promoção de atividades que estimulam a curiosidade, a resolução de problemas e a compreensão profunda dos conceitos matemáticos. Os educadores são encorajados a criar ambientes de aprendizado nos quais os estudantes possam explorar, questionar e aplicar conceitos matemáticos em situações do mundo real. Segundo o Boaler (2018, p. 12),

Não se preocupe se eles fizerem perguntas que você não sabe responder; isso é bom. Uma das ideias prejudiciais que professores e alunos compartilham na educação é que os professores de matemática sabem tudo. Isso dá aos alunos a ideia de que “pessoas matemáticas” são aquelas que sabem muito e nunca cometem erros, o que é uma mensagem incorreta e nociva. É bom dizer aos seus alunos: “Essa é uma boa pergunta sobre a qual todos nós podemos pensar” ou “Nunca pensei sobre essa ideia; vamos investigá-la juntos”. É bom até mesmo cometer erros na frente dos alunos, pois isso lhes mostra que os erros são uma parte importante do trabalho matemático. Enquanto investigam, eles devem ir a lugares sobre os quais você nunca pensou - levando as ideias em novas direções e explorando um território desconhecido. Seja um modelo para os alunos do que significa ser um aprendiz curioso da matemática, sempre aberto a aprender novas ideias e a ser desafiado.

Isso implica em desafiar os alunos a pensarem criticamente, a testarem hipóteses e a desenvolverem habilidades de resolução de problemas de forma independente. A abordagem investigativa busca cultivar não apenas o conhecimento matemático, mas também as habilidades cognitivas e metacognitivas dos alunos, fortalecendo sua capacidade de raciocínio lógico e sua confiança em enfrentar desafios matemáticos. Destaca-se a importância de criar um ambiente seguro e encorajador, onde os erros sejam vistos como oportunidades de aprendizado e onde os alunos se sintam incentivados a explorar diferentes abordagens para resolver problemas. Portanto, investigar é uma abordagem mais ativa e participativa no ensino da matemática, visando não apenas a transmissão de conhecimento, mas o desenvolvimento integral das habilidades matemáticas dos alunos.

Boaler (2016) descreve que a sequência proposta para as aulas, envolvendo as etapas de abertura, exploração, discussão, ampliação e reflexão, reflete uma abordagem pedagógica cuidadosamente planejada para promover uma aprendizagem significativa. A partir dessa organização, cada fase é detalhada para garantir uma compreensão profunda e envolvente do conteúdo. São elas:

- **Abertura:** o início da aula é crucial para criar engajamento e despertar o interesse dos alunos. Nessa fase, o professor busca estabelecer conexões com conhecimentos prévios, contextualizando o tema a ser abordado. Uma abertura eficaz desperta a curiosidade, define objetivos e motiva os alunos para a exploração do conteúdo;
- **Explore:** a etapa é caracterizada pela participação ativa dos alunos na descoberta do conhecimento. Métodos iterativos, como atividades práticas, experimentos, ou resolução de problemas, são empregados para permitir que os estudantes explorem conceitos de forma prática e colaborativa. Esse momento visa construir uma compreensão mais profunda dos tópicos abordados;
- **Discussa:** os alunos têm a oportunidade de compartilhar suas descobertas, trocar ideias e colaborar uns com os outros. O professor desempenha um papel orientador,

incentivando a expressão de pensamentos e a construção coletiva do entendimento. Essa troca de ideias enriquece a aprendizagem ao oferecer perspectivas diversas;

- **Explore (novamente):** a segunda fase de exploração representa um ciclo de aprendizado, onde os alunos têm a chance de aprofundar ainda mais sua compreensão. Isso pode envolver a aplicação de conceitos em diferentes contextos ou a resolução de problemas mais complexos. Essa abordagem reforça a aprendizagem ativa e a consolidação do conhecimento;
- **Amplie:** nesta etapa, os alunos são desafiados a estender seus conhecimentos para além do que foi inicialmente explorado. O professor apresenta aplicações mais avançadas dos conceitos estudados, estimulando a capacidade dos alunos de aplicar seu entendimento em situações mais desafiadoras;
- **Reflexão:** nesta última fase, destaca a importância de consolidar o aprendizado por meio da autorreflexão e da síntese do conhecimento adquirido. Os alunos são incentivados a pensar sobre o processo de aprendizagem, considerar como suas percepções mudaram e identificar áreas que podem exigir mais atenção. Essa fase contribui para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas e promove uma aprendizagem duradoura.

Essa sequência estruturada reflete uma abordagem pedagógica holística, visando não apenas a transmissão de conhecimento, mas o envolvimento ativo dos alunos em todo o processo de aprendizagem.

Segundo Boaler (2018), é importante cultivar mentalidades matemáticas positivas, promovendo a criatividade e a inovação no ensino. Abordar mensagens inspiradoras e estratégias pedagógicas inovadoras para encorajar os estudantes a desenvolverem habilidades matemáticas de forma inclusiva e motivadora, desafia estereótipos e promove uma abordagem mais dinâmica e participativa no aprendizado da matemática.

Dessa forma, a importância reside na transformação do paradigma tradicional do ensino de matemática, promovendo uma abordagem mais centrada no aluno, que valoriza a compreensão conceitual e a aplicação prática do conhecimento. Boaler (2018) propõe uma abordagem que vai além da simples transmissão de fórmulas e procedimentos, focando na promoção de mentalidades matemáticas positivas. De acordo com D'Ambrósio (1993, p. 34):

A matemática surge de um complexo processo cultural, que envolve práticas, valores e estruturas de pensamento desenvolvidas ao longo da história da humanidade. Não podemos vê-la apenas como um conjunto de conceitos e técnicas isolados da vida social, mas sim como um conhecimento que reflete a forma como diferentes culturas interpretam, organizam e respondem ao mundo que as cerca.

Em um contexto em que muitos estudantes enfrentam desafios e ansiedades em relação à matemática, a obra destaca a necessidade de cultivar uma mentalidade de crescimento, onde os erros são vistos como oportunidades de aprendizado. Isso é essencial para construir confiança nos estudantes, incentivando-os a enfrentar desafios matemáticos de maneira mais resiliente.

A ênfase na criatividade e inovação no ensino da matemática é crucial para tornar a disciplina mais acessível e atrativa. Estimular o pensamento criativo permite que os estudantes abordem problemas de maneira única, desenvolvendo habilidades críticas e analíticas essenciais para o mundo contemporâneo.

Dessa forma, o livro destaca a importância de uma abordagem pedagógica que vá ao encontro das necessidades e potenciais dos estudantes, estimulando o amor pela matemática, a confiança em suas habilidades e a capacidade de aplicar o conhecimento de maneira significativa em suas vidas. Essa transformação no ensino da matemática é crucial para formar uma geração mais preparada, crítica e apta a enfrentar os desafios do século XXI. Oliveira (2012) argumenta que a educação matemática deve ir além das técnicas, promovendo uma compreensão ampla e inclusiva, que desafie preconceitos e estimule a aplicação prática do conhecimento matemático.

Incentivar um ensino de matemática que se conecte profundamente com a realidade, despertando nos alunos o entusiasmo ao resolver problemas do mundo real, levando-os a vivenciar situações do cotidiano e perceber as inúmeras aplicações práticas desse conhecimento em suas vidas, torna a matemática mais acessível, relevante e motivadora para os alunos e que a matemática não deve ser apenas uma disciplina abstrata. Seguindo esta linha, Freire (2000) diz que *a educação se faz com os pés no chão da realidade, refletindo criticamente sobre ela e buscando transformá-la*. Ao envolver os estudantes em problemas que têm aplicação no mundo real, a matemática deixa de ser percebida como uma disciplina abstrata e passa a ser vista como uma ferramenta valiosa para resolver problemas e tomar decisões na vida real, nesse contexto, torna-se essencial repensar as abordagens pedagógicas, buscando estratégias que tornem o ensino da matemática mais significativo, contextualizado e alinhado às necessidades contemporâneas, como:

- A educação matemática deve ser reconfigurada para atender às demandas do século XXI, enfatizando não apenas a aquisição de conteúdo, mas também o desenvolvimento de competências e habilidades que permitam ao aluno atuar de forma crítica e reflexiva na sociedade;
- A ênfase na matemática prática não apenas fortalece a compreensão dos conceitos matemáticos, mas também desenvolve as habilidades de resolução de problemas e o

pensamento crítico dos alunos. Ao aplicar a matemática em situações do cotidiano, os estudantes percebem a sua relevância e ganham confiança em suas habilidades matemáticas.

De acordo com Boaler (2018, p. 42):

A supersimplificação da matemática e a prática de métodos por meio de procedimentos simplificados e isolados faz parte da razão pela qual observamos fracasso generalizado nos Estados Unidos e no Reino Unido. E também faz parte da razão pela qual os alunos não desenvolvem uma mentalidade matemática. Eles não veem seu papel como o de pensar e buscar sentido; em vez disso, entendem que devem aplicar métodos e repeti-los.

Portanto, a abordagem destaca a importância de conectar a matemática com a prática e a vida real, proporcionando uma educação matemática mais envolvente, significativa e aplicável aos desafios do mundo contemporâneo. De acordo com Boaler (2018) e Freire (1994), é possível perceber convergências notáveis no que diz respeito à promoção de uma educação mais inclusiva, participativa e emancipatória.

Boaler (2018), com sua abordagem centrada nas mentalidades matemáticas, busca transformar a dinâmica da sala de aula, promovendo uma cultura de aprendizado que valoriza a criatividade, a exploração e a superação de desafios. A ênfase na superação de estereótipos, na aceitação do erro como parte do processo de aprendizagem e no estímulo à confiança dos alunos se alinha com a visão de Freire sobre uma educação que vai além da simples transmissão de conhecimento, envolvendo os alunos como agentes ativos de sua própria aprendizagem.

Freire (2008), por sua vez, propõem uma pedagogia libertadora, na qual os alunos são vistos como sujeitos críticos e participativos na construção do conhecimento. Sua abordagem dialógica e a ênfase na conscientização refletem um compromisso com a educação como uma ferramenta de transformação social.

Ao unir essas perspectivas, é possível criar ambientes de aprendizado que incentivam a autonomia, a colaboração e a reflexão crítica. A matemática, muitas vezes percebida como uma disciplina distante da realidade, pode ser reintegrada à vida cotidiana, permitindo que os alunos compreendam seu significado prático e seu papel nas decisões do mundo real.

Em síntese, ao unir as ideias de Boaler (2018) e Freire (2008), a sala de aula pode se tornar um espaço onde a matemática não é apenas uma disciplina a ser aprendida, mas uma ferramenta poderosa para a emancipação, a reflexão crítica e o desenvolvimento integral dos alunos. Essa abordagem integrada pode contribuir para a formação de indivíduos mais conscientes, participativos e capacitados a enfrentar os desafios do século XXI.

### 2.3 Sequência de Ensino por Investigação

O ensino por investigação é uma abordagem pedagógica que coloca o estudante no centro do processo de aprendizagem, incentivando-o a explorar, questionar e investigar problemas de forma ativa, em vez de apenas receber informações de maneira passiva. Essa metodologia busca desenvolver habilidades críticas, analíticas e criativas, permitindo que os alunos construam seu próprio conhecimento a partir de experiências práticas e da resolução de problemas reais. Segundo Carvalho (2013), “o ensino por investigação promove a autonomia do estudante, ao mesmo tempo em que o envolve em atividades que exigem reflexão e a busca por soluções, tornando o aprendizado mais significativo e conectado ao mundo real”.

Uma Sequência de Ensino por Investigação deve incluir algumas atividades-chave para garantir um aprendizado eficaz e significativo. Segundo Carvalho (2013), o processo inicia-se com a apresentação de um problema, que pode ser experimental ou teórico. Após a resolução deste problema, os alunos participam de uma atividade de sistematização do conhecimento construído, realizada por meio de um texto escrito. Este texto permite uma nova discussão e relaciona-se com o problema inicial, reforçando a compreensão. A terceira atividade promove a contextualização do conhecimento, ajudando os alunos a conectar o que aprenderam com situações do dia a dia. Finalmente, uma atividade de avaliação é organizada e realizada ao fim de cada ciclo, ou seja, após cada aula ministrada, para monitorar o progresso dos alunos e ajustar a sequência didática conforme necessário. Detalhes das etapas de uma Sequência de Ensino por Investigação estão descritos no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Etapas de uma Sequência de Ensino por Investigação

Etapas	Descrição
1- Apresentação do problema	Os alunos são apresentados a um desafio teórico ou experimental que desperta sua curiosidade e motiva a exploração. Eles são incentivados a formular hipóteses, realizar experimentos ou pesquisas, e buscar soluções ativamente, desenvolvendo habilidades de pensamento crítico e investigativo.
2- Sistematização do conhecimento	Os alunos consolidam e organizam o conhecimento adquirido durante a investigação, geralmente por meio da elaboração de textos escritos. Essa atividade permite que eles reflitam sobre o processo, conectem novos conceitos ao problema inicial e discutam suas descobertas de forma estruturada.
3- Contextualização do conhecimento	Os alunos aplicam o que aprenderam a situações do dia a dia, conectando os novos conceitos a contextos reais. Isso ajuda a solidificar o aprendizado, tornando-o mais relevante e significativo em suas vidas cotidianas.
4- Atividade de avaliação	Os alunos passam por um processo de verificação de seu entendimento e progresso em relação ao conteúdo aprendido. Essa atividade é realizada ao final de cada ciclo ou aula ministrada, permitindo que os educadores identifiquem áreas de sucesso e aspectos que precisam de reforço, ajustando a sequência didática conforme necessário.

Fonte: Autora (2024).

As etapas do ensino por investigação são fundamentais para guiar os alunos em um processo de aprendizagem ativo e reflexivo, permitindo que eles explorem conceitos, formulem perguntas e construam conhecimento de forma colaborativa. A seguir, estas etapas serão detalhadas nas próximas seções.

### *2.3.1 Problematização*

A problematização, primeira etapa de uma SEI, é uma estratégia central no ensino por investigação. Envolve a apresentação de situações ou questões desafiadoras que incentivam os alunos a refletir, questionar e buscar soluções por conta própria. Carvalho (2013, p. 50) reforça a ideia de assimilarmos situações do dia a dia do aluno.

O problema ou questão elaborada deve estar dentro da cultura dos alunos, sendo interessante para eles de modo que se envolvam na busca de uma solução, criando assim condições para que o aluno, social ou individualmente, construa o conhecimento que se deseja ensinar.

Inicialmente, parte-se da identificação de temas ou problemas relevantes e conectados à realidade dos alunos. Esses problemas são apresentados de maneira que despertem a curiosidade e motivem a busca por respostas. Ao invés de fornecer respostas prontas, incentivamos os alunos a levantar hipóteses, explorar diferentes abordagens e experimentar soluções possíveis.

### *2.3.2 Sistematização do conhecimento*

A sistematização do conhecimento é uma etapa fundamental no processo de ensino por investigação. Esse método envolve a organização e a consolidação das descobertas e aprendizagens dos alunos, de maneira a garantir uma compreensão estruturada e profunda dos conceitos explorados.

A sistematização é iniciada após a fase de investigação, onde os alunos coletaram dados, levantaram hipóteses e experimentaram soluções para os problemas apresentados. Durante essa etapa, guiamos os alunos na organização das informações que coletaram, ajudando-os a identificar padrões, relacionar conceitos e construir um entendimento mais coeso do tema estudado.

Existem diversas formas de sistematizar o conhecimento, cada uma proporcionando uma maneira eficaz de organizar e consolidar o aprendizado dos alunos. Uma das formas mais comuns é o uso de mapas conceituais que, segundo Moreira (2011) permitem aos alunos visualizem relações entre conceitos e construam uma estrutura hierárquica de informações. Esquemas e diagramas são também muito úteis, ajudando a sintetizar conteúdos complexos em formatos visuais claros e acessíveis. Resumos e fichamentos incentivam a prática de selecionar e organizar as informações mais relevantes, promovendo uma compreensão mais profunda dos temas estudados.

A elaboração de apresentações e seminários é outra estratégia eficaz, pois os alunos precisam organizar suas ideias de forma lógica e comunicá-las de maneira coerente, o que reforça o entendimento e a assimilação do conhecimento. Além disso, a escrita de relatórios e artigos permite a sistematização detalhada e crítica dos conteúdos aprendidos, desenvolvendo habilidades de argumentação e reflexão.

Assim, as questões do professor devem levá-los a buscar evidências em seus dados, justificativas para suas respostas, fazê-los sistematizar raciocínios como “se”/ “então” /”portanto” ou o raciocínio proporcional, isto é, se uma das variáveis cresce, a outra também cresce ou se uma delas cresce, a outra decresce. Nesses casos a linguagem científica, isto é, a linguagem argumentativa vai se formando (Carvalho, 2013, p. 7).

Outra forma de sistematizar o conhecimento é através de discussões e debates em sala de aula, onde os alunos podem compartilhar suas compreensões, esclarecer dúvidas e aprofundar o entendimento coletivo dos temas abordados. O uso de diários de aprendizagem ou portfólios também se destaca, pois possibilita aos alunos refletirem sobre seu próprio processo de aprendizagem, identificando progressos e áreas que precisam de mais atenção.

Essas diversas formas de sistematização não só ajudam na organização do conhecimento, mas também desenvolvem habilidades cognitivas e metacognitivas essenciais para o aprendizado contínuo. Ao sistematizar o conhecimento, os alunos constroem uma base sólida de entendimento, que facilita a aplicação dos conteúdos em contextos variados e promove uma aprendizagem significativa e duradoura.

### 2.3.3 *Contextualizar*

É uma etapa que envolve situar o aprendizado dos alunos em um contexto relevante e significativo, relacionado ao mundo real e às experiências cotidianas dos estudantes. Essa prática é fundamental para tornar o processo de investigação mais interessante e aplicável,

permitindo que os alunos vejam a utilidade e a aplicação prática do conhecimento que estão adquirindo.

Existem diversas formas de contextualizar o ensino na sala de aula, cada uma com o objetivo de tornar a aprendizagem mais significativa e relevante para os alunos. Contextualizar o ensino significa colocar o aluno no centro do processo, utilizando situações da vida real que o ajudem a compreender melhor os conceitos e a aplicá-los em diferentes contextos (Sasseron, 2014). Podemos utilizar exemplos do cotidiano dos alunos, como situações familiares e comunitárias, para ilustrar conceitos teóricos. Outra abordagem é relacionar o conteúdo com eventos históricos, culturais e sociais, permitindo que os alunos façam conexões entre o aprendizado e o mundo ao seu redor. Além disso, a integração de tecnologias e mídias digitais oferece uma maneira dinâmica de contextualizar, proporcionando acesso a informações atualizadas e a simulações interativas. Sasseron (2014) argumenta que a prática da contextualização no ensino é crucial, pois permite aos alunos um entendimento mais profundo e significativo dos conteúdos, além de aumentar seu envolvimento no processo de aprendizagem.

Projetos interdisciplinares, que envolvem múltiplas áreas do conhecimento, também são eficazes para contextualizar, pois demonstram a aplicação prática dos conteúdos em problemas reais. Essas diversas formas de contextualização não só engajam os alunos, mas também desenvolvem sua capacidade de transferir o conhecimento adquirido para diferentes situações e desafios.

#### 2.3.4 Avaliação

É um processo contínuo e integral que vai além da simples mensuração do conhecimento adquirido pelos alunos. Nesse contexto, a avaliação é utilizada como uma ferramenta para monitorar o progresso dos alunos, fornecer *feedback* construtivo e orientar o processo de ensino-aprendizagem de forma dinâmica e adaptativa. Segundo Carvalho (2013, p. 13), uma avaliação:

[...] não deve ter o caráter de uma avaliação somativa, que visa a classificação dos alunos, mas, sim, uma avaliação formativa que seja instrumento para que os alunos e professor confirmam se estão ou não aprendendo. E tais instrumentos para avaliação precisam ter as mesmas características que o ensino proposto. E a proposta das SEIs está pautada na ideia de um ensino cujos objetivos concentram-se tanto no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica.

A avaliação formativa ocorre durante todo o processo de investigação e é utilizada para identificar dificuldades, ajustar estratégias de ensino e apoiar o desenvolvimento dos alunos. Exemplos de avaliação formativa incluem observações em sala de aula, diálogos e discussões, revisões de rascunhos e projetos em andamento, além de questionários e autoavaliações que ajudam os alunos a refletirem sobre seu próprio aprendizado.

A avaliação somativa, por sua vez, ocorre ao final de um ciclo de aprendizagem e tem como objetivo sintetizar o desempenho dos alunos em relação aos objetivos estabelecidos. Sasseron (2014) ressalta que a avaliação formativa é um componente fundamental no ensino por investigação, pois promove um ambiente de reflexão e autoavaliação, contribuindo para que os alunos se tornem mais autônomos e conscientes de seu processo de aprendizagem. Isso pode incluir a apresentação de projetos, relatórios de pesquisa, experimentos concluídos e a aplicação de testes ou provas que verifiquem a compreensão e a aplicação dos conceitos investigados. O seu enfoque qualitativo além de avaliar o conhecimento factual, são considerados aspectos como a habilidade dos alunos em formular hipóteses, conduzir experimentos, interpretar dados, trabalhar em equipe e comunicar resultados. Esse enfoque holístico garante que a avaliação reflita uma visão abrangente do desenvolvimento acadêmico e pessoal dos alunos.

Essa avaliação é uma via de mão dupla. Não é apenas o professor que avalia os alunos; os alunos também são encorajados a avaliar o processo de investigação, o impacto de suas descobertas e até mesmo a eficácia das metodologias utilizadas. Esse *feedback* mútuo contribui para um ambiente de aprendizagem colaborativo e reflexivo, onde todos os envolvidos estão continuamente buscando melhorar e aperfeiçoar o processo educativo.

## 2.4 Sequência de Ensino por Investigação e Abordagem Educacional STEAM

Diferentemente das aulas expositivas tradicionais, onde o professor detém o conhecimento e apresenta os conteúdos enquanto os alunos apenas acompanham, o Ensino por Investigação é uma abordagem diferente que coloca os alunos no centro do processo de aprendizagem, em busca da solução de um problema. Essa metodologia promove a elaboração e teste de hipóteses por meio de atividades de pesquisa e experimentação, fazendo com que tenha uma simbiose com a educação STEAM.

A incorporação de recursos tecnológicos é essencial tanto na abordagem STEAM quanto no ensino por investigação, pois esses instrumentos facilitam o processo de aprendizagem e promovem a construção do conhecimento de maneira mais eficaz. Freire (1996) argumenta que

“ensinar não é transferir conhecimento”, mas sim criar oportunidades para que os alunos construam seu próprio saber. Dessa forma as ferramentas digitais, como softwares de simulação, impressoras 3D e kits de robótica, permitem que os alunos explorem conceitos de maneira interativa e prática. Essas tecnologias facilitam a visualização e a manipulação de dados, a modelagem de protótipos e a realização de experimentos, tornando o aprendizado mais tangível e motivador. Segundo Maia, Carvalho e Appelt (2020):

Na composição das práticas pedagógicas em Educação STEAM, as Ciências entram com o rigor metodológico e sistematização do trabalho investigativo; a Tecnologia caracteriza os conhecimentos e artefatos desenvolvidos para solucionar os problemas; a Engenharia indica os processos de planejamento e a prototipação das soluções; as Artes a componente humanística fundamental para a empatia na abordagem do problema apresentado; e a Matemática traz conceitos abstratos representados para interpretar e intervir na realidade.

Além disso, o domínio dessas ferramentas prepara os alunos para o futuro, equipando-os com habilidades essenciais para a era digital, dessa forma facilita a construção de conhecimento, mas também equipa os estudantes com habilidades essenciais para a era digital. De acordo com Almeida (2018), práticas como a problematização, a aprendizagem por projetos, o ensino híbrido e os jogos, juntamente com a abordagem STEAM, enriquecem o processo educacional, tornando-o mais dinâmico e relevante para os desafios do mundo contemporâneo. Nessa abordagem os alunos são incentivados a desenvolver habilidades críticas e criativas ao enfrentar desafios reais e interdisciplinares.

Freire (1996, p. 106) argumenta que “a curiosidade ingênua, própria dos seres humanos, deve ser estimulada e transformada em curiosidade epistemológica, base do conhecimento científico”. Essa abordagem não só estimula a curiosidade e o engajamento, mas também promove o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a colaboração e a comunicação. Integrar o Ensino por Investigação com a metodologia STEAM potencializa a aprendizagem ao permitir que os alunos apliquem conhecimentos teóricos em contextos práticos e inovadores, preparando-os para os desafios do mundo contemporâneo.

Essa aprendizagem é significativa, pois esse conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do sujeito, permite dar significado a um novo conhecimento, seja de forma mediada, seja pela própria inferência do sujeito. De acordo com Moreira (2010, p. 2).

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Ao utilizar a metodologia STEAM para o ensino da geometria, os alunos têm a oportunidade de aplicar os conhecimentos matemáticos em projetos práticos e reais. Por exemplo, eles podem construir modelos tridimensionais, como maquetes de edifícios ou objetos do cotidiano, utilizando conceitos geométricos como formas, ângulos e proporções. Além disso, a metodologia STEAM também incentiva a criatividade e o pensamento crítico dos alunos, pois eles são desafiados a resolver problemas complexos e a encontrar soluções inovadoras. Por exemplo, os alunos podem ser desafiados a projetar e construir uma estrutura que seja estável e ao mesmo tempo esteticamente agradável, utilizando conceitos geométricos como simetria e equilíbrio. Dessa forma, o uso da metodologia STEAM para a aprendizagem da geometria proporciona uma experiência de aprendizagem mais engajadora e significativa, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades matemáticas, criativas e de resolução de problemas de forma integrada. Segundo (Freire, 2011, p. 105):

A autonomia, enquanto amadurecimento do ser para si, é processo, é vir a ser. Não ocorre em data marcada. É neste sentido que uma pedagogia da autonomia tem de estar centrada em experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade, vale dizer, em experiências respeitosas da liberdade.

Dentro da investigação, identificamos como situações-limites ressaltadas em relação aos estudantes, aquelas relacionadas a uma dinâmica diferente na sala de aula, que requer autonomia e problematização. De acordo com Freire e Shor (2011), os estudantes estão acostumados com a aprendizagem passiva há muito tempo, e a Modelagem pede o rompimento com essa passividade, buscando uma educação libertadora e problematizadora que visa a emancipação dos sujeitos. Portanto, entendemos que o trabalho com a Modelagem em sala de aula deve ser gradual, para que as situações limites mencionadas possam ser separadas.

O computador deve ser uma ferramenta que pode tornar a matemática algo a ser aprendido de maneira natural, profunda, significativa, útil e divertida, sendo que Papert (1985, p. 163) ilustra essa sua forma de pensar, da seguinte maneira:

[...] ao invés de sufocar a criatividade da criança, a solução é criar um ambiente intelectual menos dominado pelo critério de falso e verdadeiro, como acontece na escola. [...] Elas aprendem matemática e ciência um ambiente onde falso e verdadeiro, certo ou errado não são os critérios decisivos [...].

Essa tecnologia permite que os alunos visualizem e manipulem objetos tridimensionais, o que facilita a compreensão dos conceitos geométricos. Além disso, a impressão de modelos geométricos reais ajuda a tornar o aprendizado mais concreto e tangível, estimulando o interesse e a participação dos estudantes. Dessa forma, as impressoras 3D podem ser uma ferramenta poderosa para tornar o ensino da geometria mais dinâmico e eficaz.

Papert (2008) defende a educação mão na massa ao enfatizar a importância de aprender fazendo. Ele acredita que os alunos aprendem melhor quando estão envolvidos em atividades práticas e concretas, em vez de apenas receberem informações passivamente. Através da exploração e experimentação, os alunos têm a oportunidade de construir seu próprio conhecimento e desenvolver habilidades essenciais, como resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade. A educação mão na massa também promove a motivação intrínseca dos alunos, pois eles se sentem mais engajados e conectados com o processo de aprendizagem. O produto final está em consonância com as ideias defendidas por Seymour Papert (2008, p. 137) sobre o construcionismo como desenvolvimento do conhecimento baseado na elaboração de algo tangível, relacionado às vivências do estudante.

Assim, o construcionismo, minha reconstrução pessoal do construtivismo, apresenta como principal característica o fato de examinar mais de perto do que outros ismos educacionais a ideia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorre na cabeça, tornando-se assim uma concepção menos mentalista. Também atribui mais importância à ideia de construir na cabeça, reconhecendo mais de um tipo de construção (algumas delas bastante longe de construções simples, com cultivar um jardim) e formulando perguntas a respeito dos métodos e materiais usados.

O professor questionador e instigador de respostas, orienta o estudante na busca dos conhecimentos e na construção de significados preparando-o para o mundo onde vive e onde quer viver, transformando o espaço da sala de aula em espaço de diálogo. Assim, assume-se uma postura de constante atualização de conhecimentos, além dos conhecimentos específicos de sua habilitação, de áreas afins e de outras áreas de forma contextualizada. Carvalho (2018, p. 472-473) considera que as:

Inovações conduzem à formação de novos hábitos, atitudes, valores e maior expansão de terreno comum a todos os indivíduos. [...] E que educadores inovadores, arquitetos cognitivos, devem possuir um conhecimento que transcendia as visões pedagógicas clássicas, conhecimento, sem o qual, fará apenas ações isoladas baseadas no senso comum.

A inovação na educação não deve ser vista apenas como a introdução de novas tecnologias ou métodos, mas como uma mudança de paradigma que envolve uma compreensão mais profunda das necessidades dos alunos e das dinâmicas sociais e culturais. Portanto, educadores inovadores devem ser visionários e adaptáveis, capazes de transcender as limitações do senso comum e das práticas convencionais, promovendo uma educação que prepare os alunos para os desafios do mundo contemporâneo.

A aprendizagem através da exploração e construção, com as tecnologias modernas como a impressão 3D, permite criar um ambiente de ensino de geometria que é não apenas educacional, mas também estimulante e divertido. Pois como dizia Piaget (1973), o futuro do ensino deve se abrir cada vez mais à interdisciplinaridade e às necessidades do cotidiano. Para isso, o ambiente de aprendizagem deve ser organizado com práticas pedagógicas que estimulem o espírito de liberdade nos estudantes, permitindo que eles possam reconstruir suas verdades.

## 2.5 Revisão de Estudos Relacionados

Esta seção tem como principal objetivo expor uma investigação, de dissertações e teses, analisando de que maneira as pesquisas têm abordado a Sequência de Ensino por Investigação e impressões 3D. Com o objetivo de verificar quais estudos têm sido realizados no campo da geometria espacial aliada a impressão 3D, buscou-se por dissertações e produtos educacionais similares para levantamento de trabalhos no período dos últimos 5 anos (2018 - 2022), através do site de catálogo de teses e dissertações da CAPES<sup>3</sup>.

Ao utilizar o filtro “impressão 3d”, retornou Seiscentos e vinte oito (628) trabalhos. Ao utilizar o filtro “geometria” e “modelos de ensino por investigação”, obteve-se quarenta e três (43) trabalhos e ao utilizar o filtro “aprendizagem com impressão 3d” e “ensino por investigação” e “impressão 3D”, retornaram nove (9) trabalhos.

A impressão 3D tem sido uma ferramenta eficaz no cenário educacional, especialmente quando se trata de Ensino por Investigação. Existem 628 estudos existentes relacionados a este campo focado em modelagem 3D, o que prova que está emergindo, bem como a produção entre modelagem e investigação. A aplicação da geometria na aprendizagem com modelos do ensino por investigação também foi abordada em 43 estudos que mostraram que melhoraram muito a compreensão da geometria dos alunos. Tendo em vista todos esses dados, é possível dizer que é crucial explorar o campo da modelagem 3D para promover a prática e contribuir para com o

---

<sup>3</sup> Site: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

aprendizado dos alunos. Segundo Moran (2017, p. 16), “precisamos usar mais os recursos tecnológicos e recursos para o aprendizado significativo”.

É preciso reinventar a educação, analisar as contribuições, os riscos e as mudanças advindas da interação com a cultura digital, da integração das TDIC, dos recursos, das interfaces e das linguagens midiáticas à prática pedagógica, explorar o potencial de integração entre espaços profissionais, culturais e educativos para a criação de contextos autênticos de aprendizagem midiatizados pelas tecnologias. Para impulsionar o engajamento dos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem é premente recontextualizar as metodologias de ensino diante das suas práticas sociais inerentes à cultura digital, ou seja, integrar as mídias e as TDIC no desenvolvimento e na recriação de metodologias ativas (Moran, 2017, p. 16).

Dessa forma, para aumentar o engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem, é urgente recontextualizar as metodologias de ensino, alinhando-as às práticas sociais inerentes à cultura digital. Isso significa integrar as mídias e as TDIC no desenvolvimento e na recriação de metodologias ativas, promovendo um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e relevante para os estudantes. De todos os trabalhos que contemplaram os teus filtros, foram escolhidos 7 dissertações e 3 produtos, pois são os que possuem maior proximidade com a proposta da pesquisa. Abaixo, no Quadro 2, seguem detalhes deles, sendo as dissertações identificadas pela letra “D” e os produtos educacionais pela letra “P”.

Quadro 2 - Trabalhos relacionados à pesquisa

Número/ Código	Dissertações	Autor	Universidade	Ano
1 - D	Computação Gráfica na Educação: Blender 3D e o Ensino de Geometria Espacial	Anderson Vantuir Nobre Vieira	UESB - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	2015
2 - D	Um Processo Para Utilizar a Tecnologia de Impressão 3D na Construção de Instrumentos Didáticos para o Ensino de Ciências	Leonardo de Conti Dias Aguiar	FCB - Faculdade de Ciências Bauru	2016
3 - D	Uma Aplicação da Tecnologia de Impressão 3D no Ensino da Matemática: Construindo Instrumentos Didáticos Para a Sala de Aula	Leonardo Viegas da Rocha	UFVJM - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	2018
4 - D	O processo de Impressão 3D Como Ferramenta Mediadora no Ensino e Aprendizagem de Geometria Espacial na Educação Básica	Rayane Soares Santos	IFPI - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí	2021
5 - D	Geometria Espacial nos Anos Finais do Ensino Fundamental a Partir de Uma Revisão Sistemática	Gismênya Maria Martins Souza	UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco	2022
6 - D	Movimento maker e educação no ensino de ciências: desenvolvimento de um curso para professores na criação de materiais didáticos open source com o uso de impressão 3D.	Janete Amorim Ribeiro	UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais	2023
7 - D	O uso do software Autocad no ensino de geometria plana, na educação básica.	Milena Barros Souza	UESB - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	2023
Número/ Código	Produto	Autor	Universidade	Ano
1 - P	Modelos Confeccionados em Impressora 3D Para o Ensino de Geometria Molecular em Química	Neli Oliveira de Andrade, Yuri Karaccas Carvalho e Patrícia Ferreira Peruquete	UFA - Universidade Federal do Acre	2019
2 - P	Sequência Didática Para o Ensino de Embriologia: Uma Proposta do Uso Pedagógico da Impressora 3d	Vanina Roncaglio, Ana Lúcia Crisostimo Carlos Eduardo Bittencourt Stange	UNICENTRO - Paraná	2020
3 - P	Produto Educacional: Livro Digital Dinâmico Geometrias Para a Vida: Vivências na Formação Inicial de Professores de Matemática	Eliete Alves de Lima e Salete Maria Chalub Bandeira	UFA - Universidade Federal do Acre	2023

Fonte: Autora (2023).

A dissertação *Computação Gráfica na Educação: Blender 3D e o Ensino de Geometria Espacial* de Anderson Vantuir Nobre Vieira, realizado na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia em 2015, explora o uso da computação gráfica, especialmente a ferramenta Blender

3D, como recurso educacional no ensino de geometria espacial. O autor analisa como a aplicação dessa tecnologia pode contribuir para uma abordagem mais visual e interativa no processo de ensino-aprendizagem, oferecendo uma perspectiva inovadora no contexto educacional.

O trabalho tem um caráter aplicado, centrado na implementação prática do software Blender 3D no ensino de geometria espacial. A investigação realizada centrou-se na observação prática do uso do Blender em comparação com um método tradicional de ensino.

O problema da pesquisa abordado é como o uso do software Blender 3D pode influenciar o ensino de geometria espacial, com foco na motivação dos alunos, redução do tempo de apresentação do conteúdo e preparo de aulas. Seus objetivos foram aumentar a motivação do aluno no ensino de geometria espacial, reduzir o tempo gasto na apresentação do conteúdo e no preparo das aulas, melhorar a visualização das figuras espaciais e tornar efetivo o aprendizado do aluno na área de geometria espacial.

A pesquisa envolveu duas turmas do segundo ano do ensino médio. Uma turma teve aulas no laboratório com a utilização do Blender 3D, enquanto a outra teve aulas tradicionais usando quadro, apagador e pincel. Após a implementação, os alunos foram submetidos a um teste para verificar a aprendizagem. Os alunos que utilizaram o Blender 3D participaram ativamente das aulas e demonstraram maior motivação em comparação com os alunos da turma tradicional. Além disso, a turma que utilizou o Blender obteve melhores resultados no teste de aprendizagem. Conclui-se que, nesta experiência específica o uso do Blender foi eficaz no aprendizado dos alunos, resultando em uma participação efetiva e maior motivação, além da redução no tempo para exposição do conteúdo e preparação de aulas.

A dissertação *Um Processo Para Utilizar a Tecnologia de Impressão 3d na Construção de Instrumentos Didáticos para o Ensino de Ciências*, o problema abordado no estudo é a necessidade de explorar as potencialidades da tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de Ciências. A pesquisa parte da constatação da crescente disponibilidade dessa tecnologia e visa investigar como ela pode ser efetivamente integrada no contexto educacional. Desenvolvendo a utilização prática da tecnologia de impressão 3D na construção de materiais didáticos para professores em formação e em exercício. Avaliar o processo por meio de uma oficina, buscando compreender sua eficácia na criação de instrumentos didáticos para o ensino de Ciências. Identificar as habilidades necessárias para que os professores incorporem eficientemente a impressão 3D em sua prática pedagógica.

Os resultados da pesquisa indicam que o processo proposto pode guiar os participantes na construção de instrumentos didáticos utilizando impressoras 3D. A oficina proporcionou

situações estimuladoras ao aprendizado, evidenciando que o uso dessa tecnologia pode colaborar significativamente com o desenvolvimento de recursos instrucionais para o ensino de Ciências. A análise dos dados coletados forneceu *insights* sobre as habilidades necessárias para os professores efetivamente incorporarem a impressão 3D em sua prática, incluindo o planejamento considerando as restrições técnicas das impressoras, aprendizado de desenho em softwares 3D, preparação de modelos para impressão, e utilização de recursos informacionais para compartilhar e reutilizar modelos 3D de instrumentos didáticos.

A dissertação *Uma Aplicação da Tecnologia de Impressão 3d no Ensino da Matemática: Construindo Instrumentos Didáticos Para a Sala de Aula*, se dedicou ao estudo da utilização da tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino da Matemática. Com a crescente disseminação dessa tecnologia, especialmente na área acadêmica, torna-se crucial investigar suas potencialidades no contexto educacional.

O objetivo principal foi apresentar um processo de utilização da tecnologia emergente de impressão 3D na construção de materiais didáticos para o ensino de conceitos de Cálculo e Geometria plana e espacial. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, incorporando pesquisa exploratória e bibliográfica. Foi empreendida a construção de um material didático, motivado por fundamentação teórica matemática relacionada às Somas de Riemann e sua aplicação na determinação aproximada da área do círculo e do volume da esfera.

O trabalho apresentou a fundamentação teórica que motivou a criação do material em 3D, descreveu os softwares utilizados na criação virtual do modelo, explicou o processo desde a construção até a exportação e impressão dos instrumentos. Além disso, foram discutidos custos estimados e perspectivas de utilização da tecnologia de impressão 3D em sala de aula. Acredita-se que o processo de construção apresentado pode orientar iniciantes interessados na investigação sobre o uso da impressão 3D na confecção de instrumentos didáticos. O trabalho contribui para a reflexão dos educadores sobre sua prática, proporcionando novo conhecimento e estimulando novos estudos sobre o tema.

A dissertação *O processo de Impressão 3d Como Ferramenta Mediadora no Ensino e Aprendizagem de Geometria Espacial na Educação Básica*, aponta que o ensino de Geometria Espacial na Matemática enfrenta desafios significativos de compreensão por parte dos alunos, que muitas vezes lutam para assimilar conceitos, fórmulas e visualizações de formas tridimensionais. Este estudo busca demonstrar que a modelagem, impressão e manipulação de modelos na impressora 3D oferecem uma abordagem inovadora para ensinar conceitos de Geometria Espacial na Educação Básica.

Entrevistas foram conduzidas com professores para identificar as principais dificuldades dos alunos e as metodologias usadas pelos professores. Os alunos participaram de uma oficina, onde aprenderam a modelar sólidos geométricos em um software, que foram posteriormente impressos em 3D. As opiniões dos alunos sobre as contribuições dessa abordagem foram coletadas.

Os resultados do estudo indicam que a modelagem, impressão e manipulação de modelos 3D impactam positivamente a compreensão da Geometria Espacial pelos alunos. A abordagem diferenciada desperta uma nova visão da Matemática e da Geometria Espacial, estimulando a curiosidade para a aprendizagem. O trabalho espera incentivar os professores a adotarem ferramentas de ensino inovadoras, visando despertar maior interesse e compreensão dos conteúdos por parte dos alunos.

A dissertação *Geometria Espacial nos Anos Finais do Ensino Fundamental a Partir de Uma Revisão Sistemática*, aborda as dificuldades de aprendizagem em Geometria Espacial no Ensino Fundamental brasileiro, apesar da ênfase dada nos documentos regulatórios. Há uma lacuna entre a importância atribuída ao tema e as dificuldades percebidas no processo de ensino-aprendizagem. Os objetivos foram conhecer o panorama do ensino de Geometria Espacial no Ensino Fundamental, analisar as principais dificuldades de aprendizagem neste contexto e conhecer as metodologias alternativas de ensino da Geometria Espacial no Ensino Fundamental.

A revisão sistemática da literatura destaca a importância da Geometria Espacial no Ensino Fundamental, evidenciando a significativa quantidade de trabalhos acadêmicos publicados nos últimos anos. Os resultados apontam para a necessidade de uma abordagem mais eficaz no ensino desse tema, com destaque para as dificuldades de aprendizagem identificadas. Além disso, são apresentadas alternativas didáticas que vêm sendo exploradas para superar essas dificuldades, indicando a relevância contínua e a busca por soluções inovadoras no cenário educacional brasileiro.

Na dissertação *Movimento maker e educação no ensino de ciências: desenvolvimento de um curso para professores na criação de materiais didáticos open source com o uso de impressão 3D*, o problema abordado no estudo é a necessidade de incorporar a tecnologia de impressão 3D ao ensino de ciências, especificamente através da cultura *Maker* na educação. A pesquisa destaca a importância de os professores adquirirem conhecimento sobre essa tecnologia para explorar suas possibilidades em sala de aula.

Os objetivos específicos deste trabalho formam um produto educacional online, o “Curso de Impressão 3D no Ensino de Ciências”, direcionado a professores onde explora a

abordagem *Maker* na educação, demonstrando como os professores podem criar materiais didáticos, especialmente protótipos, usando a impressão 3D através do *TinkerCAD*. Realizar oficinas presenciais em um espaço *Maker* para tornar a impressão 3D uma prática mais tangível e próxima para os professores.

Até o final de junho de 2022, 155 pessoas participaram do curso online, e 9 participaram da oficina presencial. A coleta de dados incluiu questionários para conhecer o perfil dos professores e avaliar tanto o curso online quanto a oficina presencial. Os resultados obtidos contribuíram para entender a receptividade e eficácia do curso e da oficina, fornecendo insights sobre como os professores percebem e aplicam a tecnologia de impressão 3D no contexto do ensino de ciências.

A dissertação *O uso do software autocad no ensino de geometria plana, na educação básica*, teve como objetivo analisar a eficácia da abordagem de ensino de geometria no Ensino Médio, com ênfase na integração do software AutoCAD como ferramenta educacional. A pesquisa buscou avaliar como a utilização do AutoCAD, dentro do contexto da modelagem matemática, pode impactar positivamente o aprendizado de geometria pelos alunos.

Realizado em um Colégio da Polícia Militar, o estudo adotou uma abordagem qualitativa, baseada nas contribuições de Bassanezi para a modelagem matemática e nas percepções de Lorenzato sobre o ensino de geometria. A metodologia envolveu as etapas de modelagem matemática (experimentação, abstração, resolução, validação e modificação), com o AutoCAD desempenhando um papel essencial. A professora-pesquisadora atuou como mediadora, orientando os alunos em cada etapa e destacando sua relevância, especialmente no contexto da arquitetura.

Os resultados indicaram que a integração do AutoCAD como recurso educacional proporcionou uma experiência tangível aos alunos. Isso permitiu que aplicassem conceitos geométricos de maneira concreta e significativa em situações do mundo real, desafiando-os a desempenhar um papel ativo na construção do conhecimento. A abordagem estimulou o desenvolvimento de habilidades analíticas, criativas e de resolução de problemas, consolidando uma compreensão mais profunda da geometria e sua aplicação específica no contexto da arquitetura.

O produto educacional é uma ferramenta pedagógica criada para melhorar o ensino e a aprendizagem, diferindo dos materiais tradicionais por ser desenvolvido com base em pesquisas aplicadas a necessidades específicas do ambiente educacional. Esses produtos podem incluir jogos, softwares, sequências didáticas e plataformas digitais. Seu desenvolvimento envolve etapas como a identificação de problemas pedagógicos, definição de objetivos, criação de

protótipos, aplicação em contextos reais e avaliação de eficácia, com o objetivo de tornar o conteúdo mais acessível e relevante para os estudantes. A seguir segue alguns produtos analisados para esta pesquisa.

O Produto Educacional *Modelos Confeccionados em Impressora 3d Para o Ensino de Geometria Molecular em Química*, consiste na criação de modelos tridimensionais utilizando uma impressora 3D, com o propósito de facilitar o ensino de geometria molecular na disciplina de Química. Esses modelos são projetados para oferecer uma representação visual e tátil das estruturas moleculares, proporcionando uma abordagem mais prática e interativa no aprendizado desse conteúdo específico.

O Produto Educacional *Sequência Didática Para o Ensino de Embriologia: Uma Proposta do Uso Pedagógico da Impressora 3D*, consiste em uma sequência didática para o ensino de embriologia, com foco no uso pedagógico da impressora 3D. O material inclui um caderno de apoio ao professor, fornecendo recursos e diretrizes para facilitar o ensino da embriologia usando essa tecnologia específica.

O texto destaca o uso da impressora 3D no ensino de embriologia, situando-o na era da informação e ressaltando a influência das tecnologias, especialmente as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), na mudança social e profissional. A tecnologia de impressão 3D é descrita como emergente e capaz de impactar vários setores da sociedade, incluindo a educação. No estudo, a impressora 3D foi utilizada para produzir modelos tridimensionais de embriões humanos, com o objetivo de auxiliar no ensino de embriologia em cursos da área da saúde, como medicina e biologia. Esses modelos permitem uma visualização mais clara e detalhada das estruturas embrionárias, facilitando a compreensão de tópicos complexos que, de outra forma, seriam difíceis de ilustrar apenas com recursos bidimensionais, como imagens ou desenhos em livros.

No contexto do ensino de Biologia, a experimentação é considerada relevante para proporcionar significado ao aprendizado. A tecnologia de impressão 3D é apontada como uma ferramenta pedagógica que possibilita a visualização de conceitos, especialmente aqueles que são desafiadores de serem compreendidos apenas de forma abstrata. Enfatiza a melhoria do ensino por meio de atividades práticas, especialmente quando lidam com conceitos de difícil visualização e compreensão abstrata.

O Produto Educacional: *Livro Digital Dinâmico Geometrias Para a Vida: Vivências na Formação Inicial de Professores de Matemática*, foi construído na conta de perfil da pesquisadora, no portal do GeoGebra. As sequências didáticas foram aplicadas em vários contextos com diversos públicos, dentre eles: professores dos anos iniciais de outros estados do

Brasil - de forma online, licenciandos em matemática da UFAC (na pandemia da Covid -19), mestrandos da turma de 2021 do MPECIM (na pandemia da Covid - 19), licenciandos do curso de Matemática do IFAC (online na pós pandemia), discentes de um curso de especialização no ensino de matemática – EaD (online) e, por fim, nas turmas de Matemática (presencial e na modalidade a distância) da UFAC no qual a orientadora ministra aulas de TICs no Ensino de Matemática. Essas experimentações permitiram validar nosso produto, além de ouvir opiniões de uso dos estudantes e mestrandos que permitiu chegar ao apresentado. O Livro Digital Dinâmico está organizado em quatro capítulos: 1 – Localização e seu Entorno, 2 – Transformações de Figuras, 3 – Geometria Espacial no Cotidiano e 4 –Produções dos Professores em Formação Inicial, dos quais são apresentadas as sequências didáticas referentes a cada capítulo com os seus objetivos.

Diante destas análises, as quais são extremamente ricas em estratégias inovadoras e práticas que integram tecnologia ao ensino, é possível perceber o impacto positivo que ferramentas tecnológicas, como a computação gráfica, o software Blender 3D e a impressão 3D, têm no processo de ensino e aprendizagem, fornecendo aos alunos e professores novas formas de explorar conteúdos de maneira interativa e visual.

A leitura e análise dessas obras ajudam a expandir o conhecimento sobre as possibilidades pedagógicas de ferramentas como a impressão 3D e a computação gráfica. Esses recursos são particularmente eficazes para tornar o ensino de ciências e matemática mais concreto, dinâmico e acessível, promovendo uma educação ativa e colaborativa que prepara os alunos para o futuro.

### **3 PROPOSTA E O PRODUTO EDUCACIONAL**

Este capítulo apresenta o produto educacional desenvolvido para este trabalho, detalha o local onde foi implementado e descreve os encontros planejados para a execução da proposta.

#### **3.1 O Produto Educacional**

O produto educacional desenvolvido nesta dissertação de Mestrado é uma Sequência Didática, organizada segundo os passos de uma SEI, voltada a uma turma de 6º Ano do Ensino Fundamental com 23 alunos, com o intuito de estudar as potencialidades de uma sequência de ensino por investigação para aprendizagem matemática no ensino de geometria plana e espacial.

Todas as atividades realizadas durante a aplicação da Sequência de Ensino por Investigação (SEI) atrelada com a educação STEAM, assim como textos e atividades avaliativas, foram integralmente disponibilizados aos alunos em um portfólio individual dentro do Google Sites, onde os alunos colocaram todas as atividades realizadas durante aplicação do produto educacional. Esse portfólio serviu como uma forma de avaliar o processo de construção do conhecimento ao final da SEI.

Para tal, a Sequência Didática é constituída de nove (9) encontros contemplando doze (12) horas, que se encontram detalhados, de forma sintética, no Quadro 3.

Quadro 3 - Síntese dos encontros da sequência didática

1º Encontro		
Duração	Objetivo	Atividade
2 Aulas - (90 min)	Identificar a presença da geometria dentro do contexto escolar.	Apresentação da Proposta; Problematização; Sistematização; Contextualização; Avaliação.
2º Encontro		
Duração	Objetivo	Atividade
2 Aulas - (90 min)	Relacionar os conceitos de geometria plana com situações do dia a dia dos alunos.	Aula Expositiva e Diálogo
3º Encontro		
Duração	Objetivo	Atividade
2 Aulas - (90 min)	Representa figuras geométricas planas com suas dimensões usando a caneta 3D, incluindo a transformação de medidas em milímetros.	Apresentação da Proposta; Problematização; Sistematização; Contextualização; Avaliação.
4º Encontro		
Duração	Objetivo	Atividade
2 Aulas - (90 min)	Introduzir os alunos à plataforma <i>Tinkercad</i> , explorando conceitos de geometria de forma prática e criativa.	Apresentação da Proposta; Problematização; Sistematização; Contextualização; Avaliação.
5º Encontro		
Duração	Objetivo	Atividade
2 Aulas - (90 min)	Capacitar os alunos a identificar e distinguir poliedros utilizando a plataforma <i>Tinkercad</i> .	Apresentação da Proposta; Problematização; Sistematização; Contextualização; Avaliação.
6º Encontro		
Duração	Objetivo	Atividade
2 Aulas - (90 min)	Compreender as configurações básicas do software <i>Ultimaker Cura</i> para otimizar a qualidade da impressão 3D e dominar o ajuste das unidades para milímetros e a manipulação da estrutura tridimensional do modelo a ser impresso.	Apresentação da Proposta; Problematização; Sistematização; Contextualização;
7º Encontro		
Duração	Objetivo	Atividade
2 Aulas - (90 min)	Compreender as configurações básicas do software <i>Ultimaker Cura</i> para otimizar a qualidade da impressão 3D e dominar o ajuste das unidades para milímetros e a manipulação da estrutura tridimensional do modelo a ser impresso.	Avaliação
8º Encontro		
Duração	Objetivo	Atividade
1 Aula - (45 min)	Verificar as Impressões e fazer análises	Analise de Impressão
9º Encontro		
Duração	Objetivo	Atividade
1 Aula - (45 min)	Testar os conhecimentos adquiridos, através da utilização do <i>Kahoot</i> . Debater sobre as aulas com a utilização da SEI e Feedback.	Avaliação

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A novidade e importância deste produto estão no fato do mesmo ser construído e articulado com o Ensino por Investigação junto com a abordagem educacional STEAM, utilizando a tecnologia para o ensino aprendizagem. Na Figura 1 apresenta-se a capa desse material.

A metodologia STEAM é uma abordagem educacional que integra diferentes disciplinas para promover uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. No caso específico da geometria, o uso da metodologia STEAM pode ser benéfico, pois permite que os alunos explorem conceitos geométricos de forma prática e interdisciplinar.

Figura 1 - Capa do Produto Educacional



Fonte: Autora (2024).

### 3.2 O local da aplicação

A Escola SESI (Figura 2), onde foi aplicado o produto educacional tem como endereço: SC-283 Rodovia Caetano Chiuchetta, 757 - São Cristóvão, Concórdia - SC, CEP 89700-000.

Figura 2 - Foto da Escola SESI Concórdia SC



Fonte: Autora (2024).

Para a aplicação do produto educacional optou-se por trabalhar na turma do sexto ano da Escola SESI - Regional Alto Uruguai, escola da rede privada, Concórdia/SC. As Escolas SESI de Santa Catarina são reconhecidas por oferecer uma educação de alta qualidade, integrando tecnologia e inovação ao currículo. Focadas no desenvolvimento integral dos alunos, essas escolas promovem a formação de competências e habilidades essenciais para o mercado de trabalho e a vida em sociedade. Além disso, destacam-se por suas abordagens pedagógicas modernas, como o STEAM e o ensino por investigação, preparando os alunos para os desafios do século XXI. Atende aproximadamente quatrocentos (400) alunos, do município de Concórdia/SC, entre Ensino Fundamental e Médio. As aulas nas escolas SESI SC funcionam em horários regulares, geralmente das 7h25 às 12h10 (Ensino Fundamental) e 7h25 às 12h50 (Ensino Médio), com 6 aulas de 45 minutos. O público-alvo são filhos de trabalhadores da indústria, mas também atende a comunidade em geral. A estrutura curricular é voltada para o desenvolvimento integral do aluno, focando em competências socioemocionais e tecnológicas.

As escolas SESI SC possuem diversos laboratórios modernos, incluindo laboratórios de ciências, informática, robótica e *fab labs* (laboratórios de fabricação). Esses espaços são equipados com tecnologia de ponta para apoiar atividades práticas e projetos interdisciplinares.

As salas de aula são projetadas para serem ambientes flexíveis e interativos, com mobiliário adaptável que facilita tanto o trabalho individual quanto colaborativo. Elas são equipadas com recursos tecnológicos, como lousas digitais e acesso à internet, para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.

A proposta pedagógica das escolas SESI SC é centrada no desenvolvimento integral dos alunos, preparando-os para os desafios do século XXI. O currículo é elaborado para estimular competências socioemocionais, pensamento crítico, criatividade e resolução de problemas. A escola valoriza a interação entre teoria e prática, utilizando laboratórios modernos e ambientes de aprendizagem flexíveis e interativos, equipados com tecnologia de ponta.

A avaliação nas escolas SESI SC é contínua e formativa, focando no desenvolvimento integral dos alunos. Ela envolve diversos instrumentos, como provas, projetos, atividades práticas e participação em sala de aula. A proposta é ir além da simples memorização de conteúdo, avaliando também competências socioemocionais e habilidades práticas. Além disso, os alunos são incentivados a refletir sobre seu próprio aprendizado, promovendo a autoavaliação e o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre seu progresso acadêmico e pessoal.

A escolha da turma se dá porque ela está alinhada com os objetivos de aprendizagem da geometria, conforme o currículo deste ano letivo. Nesta fase, os alunos precisam diferenciar e compreender conceitos de geometria espacial, habilidades essenciais para o desenvolvimento do pensamento crítico e lógico. Utilizar a impressão 3D é uma abordagem inovadora que facilita a visualização e a manipulação de formas tridimensionais, tornando o aprendizado mais concreto e envolvente. Essa metodologia não só desperta o interesse dos alunos, mas também promove uma compreensão mais profunda dos conceitos geométricos.

A escola tem espaço STEAM que representa uma abordagem inovadora na educação, integrando disciplinas com o uso de tecnologias avançadas e métodos centrados no aluno. Esse ambiente promove o aprendizado ativo, a criatividade, a colaboração e o pensamento crítico, essenciais para o desenvolvimento dos alunos no século XXI. Elementos como carteiras diferentes, impressoras 3D, salas de mídia e máquinas de corte a laser desempenham papéis cruciais, criando uma atmosfera dinâmica e envolvente que favorece a aprendizagem.

As carteiras da sala de aula são modulares e móveis permitem que o espaço seja reconfigurado conforme as necessidades das atividades e dos projetos. Essa flexibilidade incentiva a colaboração entre os alunos, permitindo que trabalhem em grupos variados e interajam de maneira livre e criativa. Além disso, essas carteiras podem ser ajustadas para facilitar tanto o trabalho individual quanto o coletivo, proporcionando um ambiente que se

adapta às diversas dinâmicas de ensino-aprendizagem. A possibilidade de rearranjar o mobiliário apoia metodologias ativas, como o ensino baseado em projetos e a aprendizagem colaborativa, que são fundamentais no espaço STEAM.

As impressoras 3D são ferramentas poderosas, permitindo que os alunos transformem conceitos abstratos em objetos tangíveis. A capacidade de imprimir modelos tridimensionais de projetos desenvolvidos no computador oferece uma experiência de aprendizado prático que reforça a compreensão de conceitos complexos. Em projetos de engenharia, os alunos podem projetar e imprimir protótipos de máquinas, estruturas ou mecanismos, testando e aprimorando suas ideias em tempo real. Esta prática não só aprofunda o entendimento dos princípios de design e engenharia, mas também desenvolve habilidades importantes como a resolução de problemas, a inovação e a persistência.

A sala de mídia proporciona um ambiente onde os alunos podem criar, editar e compartilhar conteúdos multimídia. Equipado com computadores, software de edição de vídeo e áudio, câmeras e outros equipamentos de produção, este espaço permite que os alunos expressem suas ideias de maneira criativa e multimodal, combinando texto, imagem, som e vídeo para comunicar conceitos e contar histórias. O trabalho com mídias digitais desenvolve competências essenciais, preparando os alunos para um mundo cada vez mais tecnológico.

Os espaços STEAM favorecem a aprendizagem ao oferecer aos alunos a oportunidade de se envolverem ativamente no processo educativo, aplicando conhecimentos teóricos em projetos práticos e interdisciplinares. Essa abordagem prática e integrativa não só reforça a compreensão dos conteúdos, mas também desenvolve habilidades essenciais para o século XXI, como a criatividade, a colaboração, o pensamento crítico e a resolução de problemas.

No Brasil, mais de 400 escolas do Serviço Social da Indústria (SESI)<sup>4</sup>, presentes nos 26 estados e no Distrito Federal e atendendo a mais de 290 mil alunos, reformularam sua matriz curricular e introduziram uma proposta inovadora com foco na educação STEAM.

### 3.3 Os encontros

Nas seções a seguir serão brevemente descritos os encontros planejados com as respectivas atividades, integrantes da implementação da Sequência Didática. A professora-pesquisadora conversará com a turma para explicar a proposta, o desenvolvimento da pesquisa e das atividades. Ela solicitará que os alunos conversem com seus responsáveis sobre a

---

<sup>4</sup> SESI - Serviço Social da Indústria.

participação e, em caso de concordância, preenchem e assinem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A). A compilação dos encontros apresentada a seguir está alinhada com o produto educacional.

### 3.3.1 Primeiro encontro

Nesta etapa, foi apresentada a proposta aos alunos, bem como a forma como serão conduzidos os próximos encontros. O objetivo é engajá-los no processo de aprendizagem, esclarecer a metodologia que será utilizada e alinhar as expectativas quanto às atividades. Além disso, busca-se promover a participação ativa, estimular a colaboração entre os colegas e favorecer o desenvolvimento de competências relacionadas à investigação, à resolução de problemas e ao uso de tecnologias educacionais.

A segunda etapa foi a problematização dentro do ensino por investigação. Para tal, os alunos foram desafiados a encontrar, na escola, exemplos de construções e/ou objetos que remetem a geometria. Esse momento pode ser realizado em grupo, permitindo que os alunos discutam e compartilhem suas observações com os colegas. A geometria plana pode ser encontrada em elementos como quadros, pisos e janelas, enquanto a geometria espacial está presente em estruturas tridimensionais como edifícios, mobiliários e maquetes. Logo depois irão se reunir em grupo para trocar ideias do que viram no espaço. Essas discussões em grupo visam ampliar a compreensão dos alunos sobre a aplicação prática da geometria em seu ambiente cotidiano. O objetivo é verificar os conhecimentos prévios sobre a geometria.

A terceira etapa é a sistematização, visando verificar os conceitos de Geometria identificados pelos alunos no contexto escolar. Será utilizada a ferramenta *book creator*<sup>5</sup>, onde os alunos poderão gravar vídeos explicando como identificaram elementos de geometria no espaço. Essa plataforma criará uma sala de aula virtual onde todos os vídeos ficarão armazenados, permitindo que os alunos compartilhem e revisem as observações uns dos outros.

Na quarta etapa, ocorrerá a contextualização. Após os alunos realizarem o vídeo e a visita pela escola, é hora de refletir sobre o que encontraram! Dessa forma o professor deve formar grupos e eles devem compartilhar sobre que tipo de figuras geométricas identificaram nos arredores da escola, utilizando os seguintes questionamentos:

---

<sup>5</sup> O *Book Creator* é uma plataforma digital que permite criar, personalizar e compartilhar e-books interativos. Ele foi originalmente projetado para o ambiente educacional, proporcionando aos alunos e professores uma ferramenta simples e intuitiva para criar conteúdos digitais.

- 1) Seu colega consegue descrever algumas figuras geométricas?
- 2) Ele consegue diferenciar figuras planas e espacial?
- 3) Que tipo de informação nova o seu colega compartilhou?

Na quarta etapa, a avaliação. A participação dos alunos será avaliada através dos comentários feitos sobre os vídeos produzidos pelos colegas, observando a qualidade dos comentários, a análise crítica e a interação. Em segundo lugar, será avaliada a participação na atividade prática de gravação do vídeo, com foco na criatividade, clareza das explicações e identificação de conceitos geométricos. A originalidade e o esforço na produção do vídeo também serão considerados, incentivando os alunos a explorarem diferentes abordagens. Esta avaliação visa medir o entendimento dos conceitos geométricos e desenvolver habilidades de comunicação, colaboração e pensamento crítico.

Salientamos que todas as atividades de avaliação deverão ser disponibilizadas no Google Sites<sup>6</sup>, onde será criado um portfólio, que ao concluir a Sequência Didática, permitirá ao professor ter um material abrangente para realizar a avaliação completa.

### 3.3.2 Segundo encontro

Com este encontro, espera-se que os alunos possam construir conhecimentos básicos em geometria plana, desenvolvendo sua capacidade investigativa diante dos conceitos de área, perímetro e volume. Esta aula será organizada de forma expositiva e dialogada, uma estratégia que permite a participação ativa dos estudantes, considerando seus conhecimentos prévios, enquanto o professor atua como mediador para incentivar perguntas, interpretações e discussões sobre os conceitos geométricos. Inicialmente será realizada uma breve introdução aos princípios fundamentais da geometria plana. Durante a aula, serão explorados conteúdos através de exemplos, analogias e questionamentos direcionados aos alunos, promovendo um diálogo construtivo. A abordagem visa estimular a compreensão dos conceitos essenciais, como área, perímetro e volume.

Com o intuito de instigar os alunos, foram propostos momentos para que compartilhem exemplos pessoais de situações em que utilizaram ou poderiam utilizar esses conceitos. Em seguida, a ferramenta *Kahoot* será utilizada, permitindo que os alunos respondam a questionamentos que visam avaliar o aprendizado da aula.

---

<sup>6</sup> O Google Sites é uma plataforma de criação de sites gratuita oferecida pelo Google, projetada para facilitar a construção e compartilhamento de páginas da web de maneira simples e intuitiva.

### 3.3.3 Terceiro encontro

Este encontro foi projetado para proporcionar uma experiência prática e colaborativa na representação de figuras geométricas planas com dimensões em milímetros, utilizando a caneta 3D. Para aplicá-lo com os alunos, é fundamental ter os seguintes recursos à disposição: canetas 3D, papel quadriculado, régua, material impresso com figuras geométricas planas e um projetor para visualização.

A atividade prática começará distribuindo papel quadriculado e canetas 3D para cada aluno. Eles serão incentivados a escolher uma figura geométrica do material impresso ou criar a própria. O desafio será representar essa figura no papel quadriculado, convertendo suas dimensões em medidas precisas em milímetros usando a régua.

Após a conclusão da atividade prática, os alunos foram reunidos em roda para uma discussão construtiva. Cada um teve a oportunidade de apresentar sua figura e explicar as dimensões em milímetros, enquanto os colegas realizavam perguntas e comentários para promover um aprendizado coletivo.

Foi realizada uma revisão dos conceitos fundamentais de geometria espacial, como arestas, vértices, faces, comprimento, largura e altura, enfatizando a importância da precisão nas representações e na conversão das medidas em milímetros.

Para contextualizar ainda mais, foram discutidas situações do cotidiano onde a precisão na medição e na representação de figuras geométricas planas é essencial. Os alunos desafiados a aplicar os conceitos aprendidos ao desenhar uma representação em milímetros usando a caneta 3D, escolhendo uma situação prática que ilustra o uso desses conceitos.

Na socialização, os alunos foram convidados a refletir sobre suas experiências e aprendizados durante as atividades. Isso não só reforça os conceitos de geometria plana e medidas em milímetros, mas também incentivará uma aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

No processo de avaliação, foi observada a participação dos alunos nas atividades práticas, a precisão das representações das figuras e a habilidade na conversão das dimensões em milímetros, ao qual foi valorizada também a criatividade e originalidade na abordagem das representações, assim como a capacidade de relacionar os conceitos com situações reais do dia a dia. Este visa proporcionar uma experiência de aprendizado dinâmica e significativa, guiando os alunos através de um processo que combina prática, reflexão e interação colaborativa. As produções dos alunos serão guardadas para registros de fotos para colocar no portfólio.

### 3.3.4 Quarto encontro

O objetivo deste encontro foi introduzir os alunos à plataforma *Tinkercad*<sup>7</sup>, permitindo a exploração de conceitos de geometria de forma prática e criativa. Os recursos necessários incluem computadores com acesso à internet e contas de usuário criadas previamente no *Tinkercad*.

Para iniciar a aula, cada aluno foi orientado a acessar sua conta no *Tinkercad* utilizando os computadores disponíveis. A primeira atividade será uma breve introdução à interface da plataforma, destacando as principais ferramentas e funções disponíveis para a criação de projetos geométricos.

Os alunos serão então guiados através de um tutorial passo a passo, onde aprenderão a utilizar formas básicas para construir figuras geométricas. Esta etapa envolveu a criação de formas simples, como cubos, esferas e cilindros, permitindo que os alunos se familiarizem com os comandos de manipulação, como mover, girar e redimensionar objetos.

Após a familiarização inicial, os alunos serão desafiados a aplicar sua criatividade e conhecimento geométrico em projetos mais complexos. Eles poderão experimentar a combinação de várias formas para criar estruturas tridimensionais mais detalhadas, como casas, pontes ou veículos. Este exercício visa reforçar os conceitos geométricos aprendidos anteriormente, como volume, área e perímetro, em um contexto prático e interativo.

Observando diferentes elementos arquitetônicos e estruturas geométricas presentes no ambiente escolar. Usando a plataforma *Tinkercad*, o aluno foi instigado a recriar uma área específica da escola, como o pátio, a biblioteca ou a quadra de esportes, incorporando as formas geométricas que observou, além de conceitos de área, perímetro e volume para garantir que suas representações ficassem precisas e proporcionais.

Durante o desenvolvimento dos projetos, permitiu que os alunos desenvolvessem suas habilidades de resolução de problemas e pensamento espacial, além de promover a colaboração e troca de ideias entre colegas.

Para encerrar a aula, cada aluno teve a oportunidade de apresentar seu projeto para a turma, explicando o processo de criação e os conceitos geométricos aplicados. Esse momento de socialização permitiu que os alunos compartilhassem suas experiências e aprendessem com as abordagens dos colegas.

---

<sup>7</sup> A plataforma *Tinkercad* busca facilitar a aprendizagem de design e modelagem 3D, estimulando a criatividade dos usuários e promovendo o aprendizado prático.

Ao final, houve uma revisão dos principais conceitos geométricos explorados durante a aula, reforçando a compreensão e a aplicação prática desses conhecimentos. Este encontro visou não apenas ensinar geometria de forma teórica, mas também engajar os alunos através de atividades interativas e criativas, utilizando a plataforma *Tinkercad* como uma ferramenta educativa eficaz. Da mesma forma, foram avaliados pelas produções criadas dentro da plataforma.

### 3.3.5 Quinto encontro

O encontro teve como objetivo capacitar os alunos a identificar e distinguir poliedros utilizando a plataforma *Tinkercad*. Para alcançar esse objetivo, foi necessários computadores ou dispositivos com acesso à internet para acessar a plataforma *Tinkercad*, contas de usuário criadas previamente no *Tinkercad* para cada aluno, material de apoio como apresentações ou materiais impressos para revisar os conceitos de poliedros e não poliedros, projetores e telas para demonstrações e apresentações, além de papel e caneta para registrar observações durante a atividade, se necessário.

Inicialmente foi realizada uma apresentação dos conceitos de poliedros e não poliedros. Em seguida, será lançado um desafio aos alunos: *Como diferenciar os poliedros dos demais sólidos geométricos no Tinkercad?* Essa questão central guiará a atividade prática e ajudará os alunos a aplicar e reforçar seu conhecimento sobre o tema.

Para contextualizar, antes de iniciar a atividade prática, foram revisados os conceitos de poliedros e não poliedros utilizando materiais de apoio e apresentações. Os alunos irão acessar a plataforma *Tinkercad*, destacando suas principais ferramentas e funções. A contextualização é essencial para que os alunos compreendam a importância e a aplicação prática dos conceitos geométricos no ambiente escolar e na vida cotidiana.

Os alunos foram divididos em grupos e orientados a identificar e diferenciar poliedros dos demais sólidos geométricos no *Tinkercad*. Durante a atividade, os grupos puderam discutir e colaborar para resolver problemas e compartilhar ideias. Cada grupo apresentou seu projeto final para a turma, explicando as escolhas geométricas e as estratégias utilizadas para garantir a precisão e a proporcionalidade das representações.

Para a avaliação foi realizada um desafio no *Quizizz*<sup>8</sup>, onde os alunos responderam perguntas sobre os conceitos de poliedros e não poliedros, bem como sobre suas experiências

---

<sup>8</sup> Proporciona uma experiência de aprendizado envolvente e divertida para os alunos. Através de uma variedade de jogos de perguntas e respostas, o *Quizizz* busca reforçar o conhecimento e testar a compreensão dos alunos sobre diversos temas e disciplinas.

utilizando o *Tinkercad*. Isso permitiu uma avaliação objetiva do conhecimento adquirido e da capacidade dos alunos de aplicar os conceitos aprendidos.

Visando proporcionar aos alunos uma experiência prática e colaborativa, utilizando a plataforma *Tinkercad* para explorar e aplicar conceitos de geometria, ao final da atividade, os alunos foram capazes de identificar e distinguir poliedros com maior facilidade, além de compreender a importância da precisão geométrica em projetos reais.

### 3.3.6 Sexto Encontro

O objetivo deste encontro foi orientar os alunos a compreender as configurações básicas do software *Ultimaker Cura*<sup>9</sup>, visando otimizar a qualidade da impressão 3D. Além disso, os alunos aprenderão a ajustar as unidades para milímetros e a manipular a estrutura tridimensional dos modelos a serem impressos. Para isso, serão necessários computadores com o software *Ultimaker Cura* instalado, modelos 3D simples para prática e acesso à internet para recursos adicionais e suporte.

Após compreender os fundamentos da modelagem 3D, é importante refletir sobre aspectos técnicos essenciais para a impressão de qualidade. Dessa forma os estudantes foram questionados sobre: Como você pode utilizar o software *Ultimaker Cura* para otimizar a qualidade da impressão 3D? Quais são as principais configurações que precisam ser ajustadas e como você pode garantir que seu modelo esteja configurado corretamente em milímetros para uma impressão precisa?

Inicialmente foi realizada uma apresentação das funcionalidades básicas do software *Ultimaker Cura*. Os alunos serão introduzidos às diferentes configurações disponíveis no software, como qualidade de impressão, densidade de preenchimento e temperatura. Também será abordada a importância de ajustar as unidades para milímetros para garantir precisão na impressão.

Após a introdução teórica, os estudantes foram divididos em grupos e orientados a praticar com modelos 3D simples no *Ultimaker Cura*. Durante a atividade prática, os grupos puderam explorar diferentes configurações e discutir entre si as melhores práticas para otimizar a qualidade da impressão. Cada grupo apresentou suas descobertas e ajustes realizados para a turma, explicando como as configurações escolhidas impactarão na qualidade do modelo impresso.

---

<sup>9</sup> É um aplicativo de fatiamento de código aberto para impressoras 3D. Foi criado por David Braam, que mais tarde foi contratado pela *Ultimaker*, uma empresa de fabricação de impressoras 3D, para manter o software.

### 3.3.7 Sétimo Encontro

Para a avaliação, foram realizados pequenos vídeos utilizando a plataforma *Loom*<sup>10</sup>, que permitiu capturar a tela do computador. Os alunos foram orientados a demonstrar como organizaram as configurações no software *Ultimaker Cura* para uma impressão 3D específica. No início do vídeo, apresentaram o modelo 3D que estavam preparando e explicaram o objetivo do projeto. Ao longo da gravação, detalharam as configurações escolhidas como qualidade de impressão, densidade de preenchimento e temperatura do extrusor, justificando cada decisão e explicando o impacto esperado na qualidade final da modelagem.

Foi crucial que os alunos discutissem as razões por trás de suas escolhas, prevendo como cada configuração poderia influenciar aspectos como detalhes finos, resistência estrutural ou tempo de impressão. Ao final do vídeo, concluíram resumindo as decisões tomadas e expressando suas expectativas em relação ao resultado da impressão.

Os vídeos serão compartilhados com o professor através da plataforma *Loom* para avaliação. Posteriormente, esses vídeos serão integrados ao portfólio do aluno dentro do Google Sites, onde poderão ser acessados para revisão e reflexão pessoal sobre o progresso e aprendizado em impressão 3D ao longo do curso.

Essa forma de avaliação não apenas verifica o entendimento prático das configurações de impressão 3D<sup>11</sup>, mas também incentiva a reflexão crítica sobre o processo de configuração e seus efeitos no resultado final do projeto, proporcionando aos alunos uma oportunidade de documentar e compartilhar seu trabalho de forma organizada e acessível.

### 3.3.8 Oitavo Encontro

Os estudantes iniciaram este encontro analisando seus projetos e revisando as configurações feitas nas aulas anteriores. Durante esse momento, os alunos foram até a sala das impressoras 3D para pegar seus projetos impressos. Essa atividade permitiu que eles observassem de perto o resultado de suas configurações e avaliassem a precisão e a qualidade das impressões, proporcionando uma compreensão prática do impacto dessas configurações no produto final.

---

<sup>10</sup> *Loom* é uma plataforma que permite de forma rápida que você grave a tela do seu computador e sua imagem da webcam, e compartilhar esse vídeo em poucos segundos.

<sup>11</sup> A impressão 3D serve para construir diversos objetos personalizados, de maneira ágil e relativamente simples. Após serem prototipadas, as peças se tornam reais a partir desse processo, incluindo detalhes como fendas, formas e cores.

Ao permitir que os alunos verificassem suas criações ganharem vida na impressora 3D, com o objetivo de estimular sua imaginação e encorajá-los a explorar novas possibilidades e soluções inovadoras, promoveu o espírito criativo e o pensamento fora da caixa. A observação dos projetos prontos na impressora 3D possibilitou que os alunos avaliassem a aplicação prática de suas habilidades técnicas, verificando a precisão das medidas, a funcionalidade e a resistência das peças impressas. Esse objetivo visa fortalecer as habilidades técnicas adquiridas durante o processo criativo.

Ver seus projetos prontos e funcionais proporcionou aos alunos um senso de realização pessoal, fortalecendo sua autoconfiança e motivação. Ao compartilhar os projetos impressos, eles tiveram a oportunidade de valorizar o trabalho coletivo, reconhecendo a contribuição de cada membro da equipe na conclusão bem-sucedida do projeto. A observação crítica de suas criações estimulou o pensamento crítico, permitindo-lhes refletir sobre a qualidade, os processos e os resultados obtidos, e assim desenvolvendo suas habilidades de resolução de problemas.

### 3.3.9 Nono Encontro

O objetivo do último encontro foi identificar os conhecimentos desenvolvidos pelos alunos e obter deles um *feedback* sobre a construção do conhecimento e o desenvolvimento da Sequência Didática. Também objetiva verificar indícios da aprendizagem dos alunos em relação à geometria espacial, focando nos eixos x, y e z. Além disso, buscamos identificar a compreensão dos estudantes sobre poliedros e a diferenciação entre formas bidimensionais e tridimensionais. Durante o processo, foram utilizadas atividades práticas e teóricas que permitiram aos alunos explorar e manipular modelos geométricos, facilitando a visualização e compreensão das relações espaciais e das características dos diferentes tipos de poliedros.

Foram feitas perguntas aos alunos com intenção de receber *feedback* sobre as aulas. Para isso será utilizado o *Mentimeter*<sup>12</sup>. Foi preparada perguntas específicas para obter insights sobre o que funcionou bem e o que pode ser melhorado. Os alunos também responderam a um Formulário Google, detalhando suas opiniões e sugestões de maneira mais estruturada.

Para concluir a aula, os estudantes foram instruídos a atualizarem seus portfólios no Google Sites com as atividades do dia, as reflexões do debate SEI e os *feedbacks* fornecidos. O portfólio serviu como uma documentação dos encontros da aplicação da sequência didática. Foi

---

<sup>12</sup> O *Mentimeter* é uma plataforma online que permite criar apresentações interativas, como, por exemplo, uma nuvem de palavras.

encerrada a aula reforçando a importância da autoavaliação e do *feedback* para o desenvolvimento contínuo, além de agradecer a participação ativa de todos.

## 4 PESQUISA

A pesquisa realizada neste trabalho teve uma abordagem qualitativa. Segundo Ludke e André (1986), uma pesquisa de ordem qualitativa visa aprofundar o conhecimento em uma área específica, contribuindo para o avanço acadêmico e científico, pois permite uma compreensão mais ampla e profunda das práticas educativas, das interações sociais. É uma abordagem que valoriza a compreensão detalhada dos fenômenos sociais, culturais e comportamentais, enfatizando a subjetividade e a complexidade das experiências humanas (Bogdan; Biklen, 1994). Esse tipo de pesquisa busca captar as nuances e significados que os participantes atribuem às suas vivências, utilizando métodos como entrevistas, observações e análise de conteúdo para obter uma visão rica e aprofundada do objeto de estudo.

### 4.1 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa desenvolvida visou avaliar a pertinência de uma Sequência de Ensino por Investigação, tanto em termos de estratégia didática quanto na contemplação dos objetivos educacionais, com base nas etapas descritas por Carvalho (2013). Sendo assim o professor tem um importante papel, pois segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2006, p. 52) afirmam que o professor empregando uma postura investigativa em sala de aula ajuda “os alunos a compreenderem que o papel principal do professor é o de apoiar o seu trabalho e não simplesmente validá-lo”.

A pesquisa qualitativa é uma abordagem metodológica que se foca na compreensão e interpretação de fenômenos sociais e comportamentais, explorando as experiências, percepções e significados atribuídos pelos indivíduos. Pois segundo Brandão (2001, p. 13).

A pesquisa qualitativa [...] está relacionada aos significados que as pessoas atribuem às suas experiências do mundo social e a como as pessoas compreendem esse mundo. Tenta, portanto, interpretar os fenômenos sociais (interações, comportamentos, etc.), em termos de sentidos que as pessoas lhes dão; em função disso, é comumente referida como pesquisa interpretativa.

Para alcançar os objetivos propostos na pesquisa qualitativa, o pesquisador desempenha um papel fundamental. Ele, ao identificar um problema e formular hipóteses sobre o mesmo, vai a campo para interagir com o ambiente, os objetos e os sujeitos da pesquisa. Esse contato direto é crucial para buscar respostas e construir conhecimento profundo e contextualizado.

Como produto educacional foi elaborada uma Sequência Didática, aplicada em uma turma de sexto ano do Ensino Fundamental do Escola SESI, sendo que o objetivo foi o de desenvolver e avaliar a relevância das estratégias e a realização dos objetivos educacionais por meio de uma Sequência de Ensino por Investigação, conduzida na forma de uma pesquisa-ação. A pesquisa-ação é uma metodologia eficaz e inovadora dentro do ensino na educação, que visa promover uma prática reflexiva e participativa entre educadores e alunos. Esta abordagem combina a investigação sistemática com a ação prática, permitindo que os professores identifiquem problemas reais em suas práticas educativas, implementem soluções e avaliem os resultados de maneira contínua.

No contexto educacional, a pesquisa-ação envolve ciclos de planejamento, ação, observação e reflexão. Os educadores começam identificando uma questão ou desafio específico em seu ambiente de ensino. Em seguida, eles planejam uma intervenção baseada em teorias e práticas pedagógicas existentes. A ação é então implementada, e suas consequências são observadas e documentadas detalhadamente. Finalmente, os educadores refletem sobre os resultados, ajustando suas abordagens conforme necessário para melhorar continuamente a prática pedagógica. Thiolent (2011, p. 21) salienta que:

[...] uma pesquisa pode ser qualificada de pesquisa-ação quando houver realmente uma ação por parte das pessoas ou grupos implicados no problema sob observação. Além disso, é preciso que a ação seja uma ação não trivial, o que quer dizer uma ação problemática, merecendo investigação para ser elaborada e conduzida.

Essa metodologia é particularmente valiosa porque valoriza a experiência e o conhecimento dos educadores, promovendo um aprendizado colaborativo e contextualizado. Além disso, a pesquisa-ação fomenta uma cultura de inovação e adaptação nas escolas, pois os professores se tornam agentes ativos na transformação de suas práticas e ambientes de ensino. Segundo Kemmis e Mc Taggart (1988 *apud* Elia; Sampaio, 2001, p. 248), ampliam esta forma de entendimento do conceito de pesquisa-ação com as seguintes palavras:

Pesquisa-ação é uma forma de investigação baseada em uma autorreflexão coletiva empreendida pelos participantes de um grupo social de maneira a melhorar a racionalidade e a justiça de suas próprias práticas sociais e educacionais, como também o seu entendimento dessas práticas e de situações onde essas práticas acontecem. A abordagem é de uma pesquisa-ação apenas quando ela é colaborativa [...].

Outro benefício significativo da pesquisa-ação é seu impacto positivo no envolvimento e no desempenho dos alunos. Ao incorporar estratégias de ensino baseadas em investigação, os

educadores podem criar experiências de aprendizagem mais relevantes e motivadoras, que estimulam a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes.

#### **4.2 Instrumentos utilizados na coleta de dados**

Um dos instrumentos utilizados para a coleta de dados desta pesquisa foi o portfólio dos alunos. Ao longo das atividades desta sequência didática, eles serão orientados a disponibilizarem em seus portfólios as suas produções para que a professora possa acompanhar o desenvolvimento delas e também utilizá-las para fins de análise desta pesquisa, pois Segundo Alvarenga e Araújo (2006), “Percebe-se que uma das maiores vantagens oferecidas pelo uso do portfólio, e sem a qual ele não faria sentido, é o desenvolvimento do pensamento reflexivo”.

No contexto da escola SESI, onde cada aluno utiliza o Google Sites para registrar suas atividades, essa abordagem ganha ainda mais relevância. Cada portfólio serve como um registro contínuo das atividades desenvolvidas, projetos realizados e habilidades adquiridas. Isso não só ajuda os alunos a monitorarem seu próprio progresso, mas também oferece aos educadores uma visão detalhada e individualizada do desenvolvimento de cada aluno. Além disso, a prática de refletir sobre suas próprias aprendizagens e registrar essas reflexões contribui para a metacognição, uma habilidade crucial para o aprendizado autônomo e eficaz.

É de considerar o uso de instrumentos como o portfólio no processo de ensino aprendizagem, pois facilita ao aluno oportunidades para refletir, diagnosticar as suas dificuldades, auto avaliar o seu desempenho e autorregular a sua aprendizagem, bem como o desenvolvimento da sua competência comunicativa (Brito, 2009).

No decorrer da sequência didática, os alunos utilizaram diversas ferramentas tecnológicas para realizar suas atividades e projetos. Todo o processo, desde a utilização dessas ferramentas até os resultados obtidos, foi rigorosamente registrado em seus portfólios individuais. Esses portfólios serviram como um detalhado diário de bordo de cada um dos alunos, documentando cada etapa do aprendizado e permitindo uma análise abrangente do desenvolvimento de habilidades e conhecimentos ao longo do tempo.

Um outro instrumento de coleta de dados foi o “*diário de bordo*” do professor, que é uma ferramenta essencial para professores, permitindo o registro detalhado das atividades e percepções observadas em cada aula. Nele, o professor pode anotar os principais pontos de questionamento dos alunos, observando quais temas geram mais dúvidas ou interesse. Esse registro contínuo facilita a identificação de áreas que necessitam de maior atenção ou revisão. Além disso, o diário de bordo permite que o professor registre *feedbacks* dos alunos, percebendo

o nível de entendimento e engajamento com o conteúdo. Através dessas anotações, o professor pode ajustar suas estratégias de ensino, personalizar o suporte aos alunos e garantir um acompanhamento mais próximo do desenvolvimento de cada um, promovendo um ambiente de aprendizado mais eficaz e colaborativo.

O objetivo desta iniciativa é verificar a potencialidade de uma sequência didática através do ensino por investigação com os alunos do 6º ano. Ao longo de nove encontros, os alunos serão incentivados a explorar, questionar e descobrir conhecimentos de forma ativa e colaborativa. Para documentar todo esse processo, cada aluno construirá um portfólio individual, que servirá como registro detalhado do desenvolvimento de suas atividades, reflexões e descobertas desde o primeiro até o nono encontro. Esse portfólio permitirá uma análise abrangente e contínua do progresso dos alunos, evidenciando a eficácia da abordagem investigativa na promoção de um aprendizado mais profundo e significativo.

As atividades foram planejadas com o objetivo de integrar o uso da impressão 3D ao ensino de conceitos matemáticos fundamentais, especialmente na geometria. A construção de figuras geométricas e sólidos tridimensionais foi o ponto central, com a intenção de facilitar a visualização espacial e a compreensão das relações entre as formas geométricas. Esses exercícios práticos foram desenvolvidos com base na abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), que incentiva o aprendizado interdisciplinar e o desenvolvimento de habilidades investigativas. Para cada atividade, foram delineados os objetivos de aprendizagem, com foco na exploração dos conceitos matemáticos e na aplicação prática desses conhecimentos através da modelagem 3D.

O projeto foi dividido para que o uso da impressão 3D fosse inserido de forma gradual. As primeiras aulas focaram na introdução aos conceitos teóricos, como a identificação e a análise de formas geométricas no plano e no espaço. Posteriormente, os alunos foram orientados a usar softwares de modelagem 3D para criar suas próprias representações geométricas, que posteriormente seriam impressas. Além disso, os alunos receberão instruções detalhadas sobre como utilizar a impressora 3D e os softwares de modelagem. Essa fase inclui tanto o aprendizado técnico quanto a aplicação prática, com a impressão de figuras que ajudaram a visualizar os conceitos estudados. Cada aula foi projetada para equilibrar a parte teórica com a prática, promovendo a experimentação e a descoberta através de atividades interativas.

Durante o processo, foram utilizados diferentes métodos para a coleta de dados, incluindo observações diretas das aulas, questionários aplicados aos alunos em forma de *quizzes* e análise das produções dos alunos, como modelos 3D e gráficos gerados nas atividades. Os dados obtidos foram registrados para medir o progresso dos alunos em relação à compreensão

dos conceitos geométricos e à capacidade de aplicação prática desses conceitos. As avaliações focaram tanto no desempenho individual dos alunos quanto no desenvolvimento coletivo da turma.

A utilização de *quizzes* como ferramenta pedagógica tem se mostrado uma estratégia eficaz no contexto da avaliação formativa, especialmente por seu potencial de fornecer *feedback* imediato aos estudantes. De acordo com Wiliam (2011), a avaliação formativa deve estar incorporada ao processo de ensino e aprendizagem de forma contínua, permitindo ao professor obter evidências do entendimento dos alunos e ajustar sua prática pedagógica em tempo real. Nesse sentido, os *quizzes*, quando aplicados de maneira planejada, possibilitam não apenas a verificação do conteúdo assimilado, mas também a identificação de dificuldades específicas, promovendo uma intervenção pedagógica mais direcionada.

As atividades pretendem contribuir para o entendimento dos conceitos matemáticos, especialmente em relação à geometria espacial. A impressão de figuras tridimensionais permitiu que os alunos visualizassem e manipulassem objetos que antes eram apenas abstratos no plano bidimensional. Através dessa abordagem prática, muitos alunos mostraram um avanço notável na compreensão de áreas, volumes e relações espaciais. Além disso, o uso da tecnologia despertou um maior engajamento dos alunos, que se mostraram mais interessados e motivados em participar das atividades. A manipulação de modelos físicos trouxe à tona questões e descobertas que ajudaram no aprofundamento do conteúdo.

Para mensurar o impacto da utilização da modelagem 3D no aprendizado dos alunos, foram aplicadas avaliações antes e após a implementação das atividades. Os resultados indicaram uma melhora significativa no entendimento de conceitos como áreas e volumes de sólidos geométricos, além da visualização e interpretação de formas no espaço. Ao comparar os dados dos testes pré e pós-intervenção, observou-se um aumento médio de 30% no desempenho dos alunos em relação aos tópicos abordados.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para compreender os impactos do produto educacional na prática pedagógica e no processo de aprendizagem dos estudantes, foram definidas três categorias de análise que orientaram a observação e a reflexão durante sua aplicação. Essas categorias foram escolhidas com base nas características da turma, nos objetivos do trabalho e nos princípios que fundamentaram a proposta metodológica. A primeira refere-se à identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, reconhecendo que os estudantes do 6º ano vieram de diferentes escolas e apresentam trajetórias de aprendizagem distintas. A segunda categoria está relacionada à participação, motivação e socialização dos estudantes, aspectos fundamentais para o engajamento e o desenvolvimento de habilidades socioemocionais. Por fim, a terceira diz respeito à postura dos alunos diante de novas metodologias, considerando como eles reagem e se adaptam a propostas de ensino inovadoras. Juntas, essas categorias oferecem subsídios importantes para avaliar a efetividade do produto e propor aprimoramentos futuros.

A análise dos conhecimentos prévios é fundamental para compreender o ponto de partida dos estudantes em relação aos conteúdos e habilidades trabalhados no produto educacional. No caso específico dos alunos do 6º ano, é importante considerar que eles vieram de diferentes escolas, cada um trazendo consigo uma bagagem distinta de saberes, experiências e formas de aprendizagem. Essa diversidade reforça a necessidade de explorar, em cada atividade proposta, os conhecimentos prévios dos estudantes, de modo a valorizar o que já foi aprendido e identificar possíveis lacunas ou concepções alternativas. Ao reconhecer essas diferenças, o professor pode planejar intervenções pedagógicas mais significativas, respeitando o ritmo e o repertório individual de cada aluno, favorecendo uma aprendizagem mais equitativa e contextualizada.

Observar a participação, motivação e socialização dos estudantes durante as atividades é essencial para avaliar o impacto do produto educacional não apenas nos aspectos cognitivos, mas também no desenvolvimento de competências socioemocionais. A motivação influencia diretamente o engajamento e o interesse dos alunos, enquanto a participação ativa e a interação com os colegas favorecem a aprendizagem colaborativa e o sentimento de pertencimento. Essa categoria de análise permite verificar se o produto promoveu um ambiente acolhedor, estimulante e inclusivo, contribuindo para o desenvolvimento integral dos estudantes.

A observação da postura dos estudantes frente à implementação de novas metodologias é essencial para avaliar a receptividade, a adaptabilidade e o envolvimento dos alunos com propostas pedagógicas inovadoras. Em um cenário educacional em constante transformação, é

importante compreender como os estudantes reagem a estratégias diferentes das que estão habituados, como o uso de metodologias ativas, abordagens interdisciplinares ou atividades baseadas em projetos. Essa categoria de análise permite identificar possíveis resistências, inseguranças ou, ao contrário, entusiasmo e abertura para o novo. Avaliar essa postura é relevante para ajustar a mediação docente, fortalecer o vínculo com os alunos e construir um ambiente propício à experimentação, à autonomia e à construção colaborativa do conhecimento.

## 5.1 Primeiro Encontro

Neste primeiro encontro foram utilizadas duas categorias para a análise dos dados coletados: a primeira relacionada à análise dos conhecimentos prévios; a segunda relacionada à participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades.

### 5.1.1 *Conhecimentos Prévios*

A primeira categoria de análise diz respeito à identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conteúdos geométricos mobilizados na sequência didática. Essa categoria buscou compreender quais conceitos os alunos já dominavam ou apresentavam noções iniciais, antes mesmo da intervenção com a modelagem matemática.

Para que o processo de ensino e aprendizagem ocorra de maneira efetiva, é fundamental que o professor leve em consideração os conhecimentos prévios dos alunos. Ausubel (2003) enfatiza que “o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe”. Assim, ao iniciar um novo conteúdo, o educador deve buscar identificar e mobilizar esses saberes já existentes, estabelecendo conexões entre o novo conhecimento e as estruturas cognitivas prévias dos estudantes. Esse processo favorece não apenas a compreensão dos conceitos, mas também a construção de significados, tornando a aprendizagem mais sólida e significativa.

Observou-se que, ao serem questionados sobre as características dos sólidos geométricos, alguns estudantes relacionaram cubos e paralelepípedos ao cotidiano, mencionando “caixas” e “blocos de construção”. Outros demonstraram incerteza ao diferenciar figuras planas e espaciais, indicando lacunas conceituais que seriam trabalhadas ao longo da sequência.

Durante o primeiro encontro da Sequência de Ensino por Investigação, foi realizada uma atividade de exploração do espaço escolar, com o objetivo de investigar os conhecimentos

prévios dos alunos a respeito da geometria. Cada estudante recebeu uma folha de registro e foi convidado a circular pelo ambiente escolar, observando e identificando elementos que remetessem a conceitos geométricos, tanto da geometria plana quanto da espacial. A proposta incluía a realização de representações por meio de desenhos, nos quais os alunos deveriam ilustrar os objetos observados e classificá-los conforme suas características geométricas. Além disso, foram incentivados a refletir e registrar, com base em suas percepções, as diferenças entre figuras planas e sólidos geométricos. A atividade permitiu não apenas o levantamento dos conhecimentos prévios, mas também a promoção de um olhar investigativo sobre o espaço, como pode ser vista na Figura 3 abaixo.

Figura 3 - Atividade “Exploração do Espaço Escolar”



Fonte: Autora (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

Pode-se observar que, por meio da atividade de exploração do espaço escolar, os estudantes já apresentavam um repertório prévio relacionado às formas e estruturas presentes no ambiente. Durante a realização da tarefa, muitos identificaram elementos do cotidiano escolar que associavam intuitivamente à geometria plana e espacial, demonstrando um olhar inicial para a temática. No entanto, também foram observadas representações que se distanciaram do foco conceitual da atividade, o que pode ser atribuído à ausência de conhecimentos mais consolidados ou, em alguns casos, à pouca dedicação ao momento investigativo. Apesar disso, a maioria dos estudantes envolveu-se de forma comprometida com a proposta, utilizando a atividade como uma ponte cognitiva entre o que já sabiam e os novos

conhecimentos que seriam desenvolvidos ao longo da sequência. Essa aproximação inicial permitiu criar um vínculo significativo entre a vivência prática e o conteúdo teórico a ser explorado posteriormente.

Nesse contexto, e em consonância com a fundamentação teórica desta pesquisa, a Sequência de Ensino por Investigação tem como propósito promover a construção de conceitos pelos estudantes, a partir da mobilização de seus conhecimentos prévios. Esse tipo de abordagem favorece a aprendizagem significativa ao considerar o que o aluno já sabe como ponto de partida para a construção de novos saberes. Como destacam Sasseron e Carvalho (2008, p. 127),

a proposta de uma Sequência de Ensino por Investigação pressupõe um planejamento intencional por parte do professor, com etapas bem definidas, que partem do conhecimento prévio dos alunos, para que, por meio de situações-problema e da mediação docente, os estudantes construam significados e avancem na compreensão dos conceitos científicos.

Nesse contexto, os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do estudante desempenham um papel fundamental na construção de novos significados. Segundo Novak e Cañas (2007), a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento é relacionado, de maneira não arbitrária e substantiva, àquilo que o aluno já sabe. Esse processo não apenas favorece a compreensão do novo conteúdo, mas também transforma os conceitos anteriores, tornando-os mais elaborados, diferenciados e estáveis. Assim, a aprendizagem vai além da simples memorização, promovendo uma reorganização cognitiva que amplia o universo de conhecimentos do aprendiz.

Ao longo da aplicação da sequência didática, foi possível observar como os estudantes recorreram aos conhecimentos que já possuíam para interpretar e relacionar com as imagens e elementos presentes no espaço escolar. A proposta de explorar o ambiente em busca de formas geométricas — tanto planas quanto espaciais — possibilitou aos alunos reconhecer conceitos previamente discutidos em sala de aula, aplicando-os em situações reais e concretas. Essa vivência contribuiu para ampliar a compreensão dos conteúdos, à medida que os estudantes iam identificando, comparando e refletindo sobre as formas e estruturas encontradas. Segundo Barbosa (2001), a modelagem matemática, ao propor situações desafiadoras e contextualizadas, estimula a construção coletiva do conhecimento e favorece a aprendizagem significativa, promovendo a autonomia e o protagonismo dos alunos no processo de investigação.

Além disso, o caráter investigativo da atividade, aliado ao movimento pelo espaço e à liberdade de observação e registro, contribuiu para o engajamento dos estudantes. A

aprendizagem, nesse contexto, deixa de ser uma atividade solitária e passiva e passa a se constituir em uma experiência social, em que a troca de ideias, o trabalho em grupo e o diálogo são essenciais. Como defende Vygotsky (2007), o desenvolvimento cognitivo está intimamente ligado às interações sociais, que atuam como mediadoras na construção do conhecimento.

Durante o primeiro encontro, as atividades foram planejadas de forma a incentivar a participação ativa dos alunos, utilizando estratégias que dialogam com o universo dos estudantes e com metodologias que rompem com o ensino tradicional. A sistematização dos conteúdos não se deu apenas por meio de exercícios ou explanações formais, mas principalmente por meio da socialização das atividades e das trocas de ideias entre os próprios alunos. Essa abordagem favoreceu o diálogo, o pensamento crítico e a construção coletiva do conhecimento.

Ao final da atividade, os grupos socializaram suas produções com os colegas, apresentando oralmente suas construções e explicando as escolhas feitas em cada etapa. Esse momento possibilitou não apenas o compartilhamento de diferentes perspectivas, mas também a ampliação da compreensão coletiva sobre os conteúdos envolvidos. A etapa de socialização se mostrou fundamental para a construção de significados e para o fortalecimento das interações no processo de aprendizagem, promovendo um ambiente colaborativo e enriquecedor.

## 5.2 Segundo Encontro

No segundo, foi utilizada apenas uma categoria para a análise dos dados coletados: conhecimentos prévios, visto que a aula foi expositiva e dialogada, apresentando conceitos de geometria, em sua parte teórica e associando às situações do cotidiano.

### 5.2.1 Conhecimento Prévio

Antes de trazer para a turma os conceitos de geometria, foi de fundamental importância identificar o que os alunos já sabiam a respeito do tema trabalhado. Para esta atividade foi realizada uma aula expositiva e dialogada, que é uma estratégia que se caracteriza pela exposição de conteúdos, com a participação ativa dos estudantes, considerando o conhecimento prévio dos mesmos, sendo o professor o mediador para que os mesmos questionem, interpretem e discutam o objeto de estudo.

Nesta aula, foi feita uma breve apresentação dos conceitos de geometria, como comprimento, largura, área e perímetro aos alunos, na qual foi desenvolvida a partir da

exposição de conteúdos, exemplos e analogias, de questionamentos propostos aos alunos e do diálogo com eles, como pode ser visto na Figura 4 abaixo, por meio de slides apresentados em sala de aula.

Figura 4 - Aula expositiva



Fonte: Dados de pesquisa (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

Antes de iniciar a explanação dos conceitos, foram feitos alguns questionamentos aos alunos, que responderam de acordo com os conhecimentos prévios que já possuíam sobre determinadas situações. Essas respostas foram registradas nas fichas de observação da pesquisadora. A seguir, são apresentadas as perguntas realizadas e algumas das respostas fornecidas pelos alunos.

Durante a realização das atividades, uma das questões levantadas foi: qual seria o maior espaço da escola? A pergunta despertou curiosidade e diferentes opiniões entre os alunos. Alguns apontaram a quadra esportiva como o maior espaço, justificando sua escolha pela possibilidade de “correr mais” ou “fazer mais atividades”. Outros sugeriram o pátio, enquanto alguns mencionaram a sala da diretoria, com a justificativa de que “cabe mais pessoas”. A diversidade de respostas evidenciou diferentes formas de percepção do espaço e levantou uma discussão interessante sobre como poderíamos medir para ter certeza. Diante disso, os alunos sugeriram estratégias variadas, como “dar passos”, “usar régua grande” ou “medir com trena”, demonstrando não apenas criatividade, mas também aproximação com conceitos matemáticos relacionados à medição e ao espaço.

Em outro momento, foi feita a seguinte pergunta aos alunos: se a gente quisesse colocar uma faixa em volta do pátio, como descobriremos quanto de fita ou corda seria necessário? As respostas apontaram, de forma geral, para a ideia de “medir tudo em volta”. Alguns alunos sugeriram “dar a volta com uma corda” e, em seguida, “medir com régua”, revelando estratégias práticas baseadas na observação e na experiência cotidiana. Essas falas demonstram uma compreensão inicial do conceito de perímetro, ainda que de maneira não formalizada, evidenciando como o contato com situações concretas pode favorecer a construção de noções matemáticas importantes.

Ao serem questionados sobre quantos passos seriam necessários para atravessar o corredor principal da escola e como isso se relacionaria com o comprimento, os alunos demonstraram familiaridade com a ideia de medir utilizando os próprios passos. Sugeriram diferentes quantidades, relacionando o comprimento à “distância para andar”. As respostas revelam que, mesmo sem o uso de instrumentos formais, os estudantes já fazem uso de unidades não convencionais de medida no cotidiano escolar. Essa prática indica uma compreensão inicial do conceito de comprimento e mostra como experiências do dia a dia contribuem para o desenvolvimento de noções espaciais e métricas.

Na quarta pergunta, os alunos foram convidados a refletir sobre as diferenças entre salas mais “largas” e salas mais “compridas” e o que isso poderia mudar na organização das carteiras ou na circulação das pessoas. As respostas foram bastante significativas: muitos afirmaram que “fica mais fácil passar entre as carteiras” quando a sala é mais larga, enquanto outros observaram que, em salas compridas, “a professora precisa falar mais alto porque os alunos ficam mais longe”. Essas observações revelam uma compreensão intuitiva das dimensões espaciais e de como elas influenciam diretamente o uso do ambiente escolar, demonstrando que os estudantes são capazes de perceber e interpretar as relações entre forma, espaço e funcionalidade mesmo antes da formalização matemática desses conceitos.

As respostas revelaram uma compreensão intuitiva dos conceitos abordados, mesmo que ainda não sistematizados por termos técnicos. O uso de unidades de medida não convencionais (como passos ou cordas), a percepção de formas e dimensões espaciais e a tentativa de representação proporcional do espaço escolar demonstraram que os alunos já possuíam vivências significativas relacionadas à geometria, as quais puderam ser resgatadas e ampliadas ao longo da aula. Essa escuta ativa das ideias dos estudantes possibilitou que a explanação teórica fosse construída com base em suas próprias observações, tornando o conteúdo mais significativo.

Como forma de consolidar os conceitos trabalhados ao longo da aula e, ao mesmo tempo, promover um momento de revisão de maneira lúdica e interativa, foi realizada uma atividade de *quiz* com os alunos, utilizando a plataforma digital *Kahoot!*. O *quiz* foi composto por 10 questões objetivas, cuidadosamente elaboradas para abranger os principais conteúdos abordados. Algumas perguntas possuíam pontuação maior do que as outras, de acordo com o nível de complexidade, estimulando os alunos a refletirem com mais atenção sobre os desafios propostos, como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Aplicação do *quiz kahoot*



Fonte: Dados de pesquisa (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

A escolha desse recurso teve como objetivo não apenas avaliar a aprendizagem de forma diagnóstica, mas também incentivar o engajamento e a participação ativa dos estudantes por meio do uso da tecnologia. A dinâmica do *quiz* contribuiu para criar um ambiente descontraído e motivador, permitindo que os alunos testassem seus conhecimentos, revisassem conceitos importantes e identificassem eventuais dúvidas, tudo isso de maneira colaborativa e divertida.

Durante a aplicação do *quiz*, os alunos demonstraram entusiasmo e envolvimento, reforçando conceitos como comprimento, largura, perímetro e área a partir de situações-problema semelhantes às exploradas anteriormente. A atividade também permitiu à pesquisadora observar quais pontos foram mais bem compreendidos e quais ainda exigiram retomada em momentos futuros. Além disso, o desempenho dos estudantes revelou um avanço significativo na compreensão dos conteúdos trabalhados: aproximadamente 80% das questões

foram respondidas corretamente, indicando que os alunos conseguiram aplicar, de forma efetiva, os conhecimentos construídos ao longo das atividades. Essa etapa final reforçou o papel das experiências práticas e contextualizadas na consolidação da aprendizagem, evidenciando o potencial da abordagem adotada no produto educacional.

### 5.3 Terceiro Encontro

Neste terceiro encontro foram utilizadas as três categorias para a análise dos dados coletados: a primeira - análise dos conhecimentos prévios; a segunda - relacionada à participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades e a terceira, a postura dos alunos diante de novas metodologias. Os alunos participaram de uma atividade prática voltada para a representação de figuras geométricas planas utilizando a caneta 3D. O objetivo principal foi aprofundar a compreensão das formas geométricas e desenvolver noções de proporção e precisão ao representar essas figuras em escala.

#### 5.3.1 Conhecimento Prévio

Os alunos chegam ao 6º ano com um conhecimento diverso de conhecimentos prévios, especialmente nas áreas da geometria e todos os conteúdos que contemplam essa área. No entanto, muitos ainda apresentam lacunas conceituais que dificultam a aprendizagem de conteúdos mais complexos. Segundo Ausubel (2003), “o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Verifique isso e ensine-lhe de acordo”. Nesse sentido, atividades como a representação de figuras geométricas planas com a caneta 3D, aliadas à conversão de medidas e ao uso de ferramentas tecnológicas, possibilitam uma aprendizagem significativa, pois partem do conhecimento prévio dos alunos e o ressignificam por meio da prática concreta. Ao transformar conceitos abstratos em experiências visuais e tátteis, os estudantes conseguem estabelecer conexões entre o que já sabem e os novos conteúdos, favorecendo a compreensão e a fixação de ideias matemáticas fundamentais.

Nesta atividade, os alunos formaram grupos e tiveram como desafio: Como podemos representar formas geométricas espaciais utilizando canetas 3D? Foi um momento em que puderam discutir, levantar hipóteses e aplicar seus conhecimentos sobre sólidos geométricos, como cubos, prismas e pirâmides. Durante a realização da atividade, percebeu-se que os alunos estavam bastante empenhados em expressar seus pontos de vista, colaborando entre si para criar as estruturas tridimensionais. Muitos já conseguiam identificar elementos como vértices,

arestas e faces em suas produções, demonstrando avanço na compreensão dos conceitos geométricos por meio da prática.

### 5.3.2 Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades

As atividades foram trabalhadas em grupos, o que possibilitou a socialização do conteúdo e do conhecimento trabalhado.

Os alunos realizaram, em duplas, uma atividade utilizando a caneta 3D, conforme pode ser visto na Figura 6, na qual puderam aplicar de forma prática os conceitos de sólidos geométricos estudados na aula anterior. Durante a construção das figuras, identificaram vértices, arestas e faces, relacionando teoria e prática de maneira concreta. A atividade possibilitou o desenvolvimento do raciocínio espacial e a colaboração entre os pares. Foi perceptível o interesse dos alunos ao visualizar, na prática, os elementos geométricos. A proposta contribuiu para uma melhor compreensão dos conteúdos de forma lúdica e significativa.

Figura 6 - Uso das canetas 3D



Fonte: Dados de pesquisa (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

Durante a atividade, os alunos utilizaram folhas de papel milimetrado como suporte para planejar e desenhar suas figuras geométricas planas. Essa etapa foi fundamental para trabalhar com precisão as unidades de medida, especialmente os milímetros, favorecendo a compreensão da escala e da proporcionalidade. Ao traçarem suas figuras diretamente sobre o papel milimetrado, os estudantes puderam visualizar e medir com exatidão os lados, ângulos e dimensões das formas, o que os ajudou a compreender a relação entre centímetros e milímetros na prática. Esse exercício também contribuiu para o desenvolvimento da atenção aos detalhes e da organização espacial, servindo como base para a posterior aplicação das canetas 3D com maior exatidão.

Nesta atividade de contextualização, os alunos demonstraram muito empenho e dedicação, trabalhando de forma motivada em uma proposta planejada com o uso das canetas 3D. Souberam dividir as tarefas: enquanto alguns se encontravam no desenho dos sólidos geométricos, outros se dedicavam à modelagem e estruturação das formas. Um dos critérios de avaliação era a participação de todos na construção das figuras, mas alguns alunos, embora tenham demonstrado resistência em manusear diretamente a caneta, contribuíramativamente auxiliando na organização, nas medições e no apoio ao grupo. Isso evidencia que atividades em grupo oportunizam uma maior flexibilidade, permitindo que cada aluno contribua de acordo com suas habilidades e se sinta seguro para participar. O mais importante é o envolvimento de todos no processo de ensino e aprendizagem.

### *5.3.3 Postura dos alunos diante de novas metodologias*

A introdução de novas metodologias em sala de aula tem se mostrado uma estratégia eficaz para engajar os alunos e tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico e significativo. Nesse contexto, o uso das canetas 3D destacou-se como um recurso inovador, permitindo aos estudantes representar figuras geométricas planas com suas dimensões e, ao mesmo tempo, explorar a possibilidade de transformá-las em construções tridimensionais. Essa abordagem favoreceu uma compreensão mais concreta dos conceitos geométricos, ampliando o interesse e a participação dos alunos nas atividades propostas.

A atividade despertou grande interesse nos estudantes, que se mostraram motivados e curiosos durante todo o processo. O uso da tecnologia permitiu que eles visualizassem de forma concreta conceitos que, muitas vezes, são abordados apenas de maneira abstrata. Nesse contexto, é possível destacar a visão de Papert (1980), que defendia o uso criativo e intencional da tecnologia como ferramenta transformadora da aprendizagem das crianças. A experiência

com as canetas 3D evidenciou exatamente isso ao aplicar a tecnologia de forma significativa, os alunos se envolveram mais ativamente com o conteúdo.

A postura dos alunos diante dessa nova metodologia foi bastante positiva. Eles participaram ativamente, colaboraram entre si e demonstraram entusiasmo ao ver suas ideias ganharem forma no espaço tridimensional. Essa experiência reforça a importância de inovar nas práticas pedagógicas, aproximando o conteúdo da realidade dos estudantes e promovendo um aprendizado mais envolvente e eficaz. Portanto, proporcionar experiências que integrem teoria e prática, respeitando os diferentes níveis de conhecimento dos alunos, é essencial para promover avanços reais na aprendizagem da geometria. O uso da caneta 3D, além de motivar e engajar os estudantes, revelou-se uma ferramenta eficaz para trabalhar proporcionalidade, medidas e formas geométricas de maneira lúdica, acessível e significativa.

#### **5.4 Quarto Encontro**

Dando continuidade ao processo de ensino-aprendizagem da geometria de forma concreta e significativa, o quarto encontro teve como foco a introdução dos alunos à plataforma digital *Tinkercad*. A proposta foi proporcionar um primeiro contato com um ambiente de modelagem 3D intuitivo, no qual os estudantes pudessem explorar conceitos geométricos de maneira prática, criativa e interativa. A atividade teve como ponto de partida os conhecimentos construídos nos encontros anteriores, como a identificação de figuras planas e o uso de unidades de medida, agora aplicados ao contexto da modelagem digital. Essa transição do papel milimetrado e da caneta 3D para um ambiente virtual ampliou as possibilidades de visualização e construção de formas, promovendo o desenvolvimento do raciocínio espacial e da noção de escala, além de despertar o interesse pela tecnologia como ferramenta de aprendizagem.

Foram utilizadas duas categorias para a análise dos dados coletados: participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades e a postura dos alunos diante de novas metodologias.

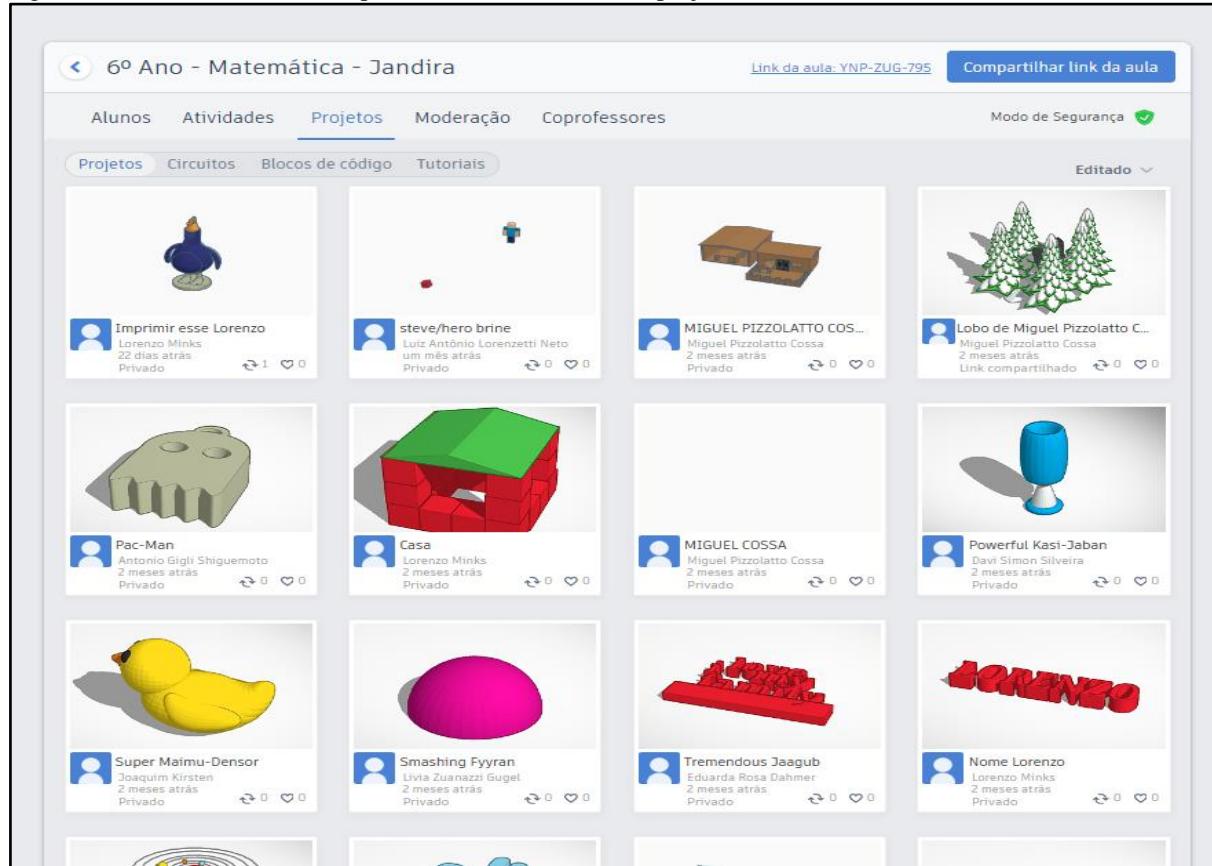
##### *5.4.1 Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades*

Durante a realização das atividades, foi apresentada aos alunos a plataforma de modelagem 3D *Tinkercad*, como parte da proposta de integrar tecnologias digitais ao processo de aprendizagem, dessa forma foi criada uma sala de aula virtual dentro da própria plataforma, e cada aluno acessou com seu próprio login e senha. A introdução ao *Tinkercad* teve como

objetivo familiarizar os estudantes com o ambiente digital de criação e, ao mesmo tempo, reforçar conceitos como formas tridimensionais, dimensões, simetria, escala e composição de sólidos geométricos. Através de uma abordagem prática, os alunos puderam construir e manipular formas, ajustar medidas e observar, em tempo real, como os objetos ganham estrutura e profundidade no espaço virtual.

Essa organização permitiu não apenas um maior engajamento dos alunos, mas também facilitou o acompanhamento individualizado do desenvolvimento de cada estudante. A utilização da sala de aula virtual dentro do *Tinkercad* possibilitou que o professor tivesse acesso direto às produções de cada aluno, podendo visualizar em tempo real os projetos sendo desenvolvidos, oferecer orientações personalizadas durante a construção e avaliar o processo criativo de forma contínua. Esse recurso potencializou a interação pedagógica, promovendo um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e colaborativo, como visto na Figura 7.

Figura 7 - Sala de aula dentro da plataforma *Tinkercad*, com projetos dos alunos



Fonte: Dados de pesquisa (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

A atividade promoveu um ambiente colaborativo e estimulante. Os alunos se mostraram motivados, trocaram ideias entre si e demonstraram interesse em explorar os recursos disponíveis. A proposta também favoreceu a socialização, já que muitos estudantes

compartilharam suas criações com os colegas e buscaram ajuda uns com os outros para resolver desafios durante a modelagem. Foi possível ao professor perceber um aumento significativo na participação ativa dos alunos, que se envolveram com entusiasmo e curiosidade ao ver suas ideias ganhando forma no ambiente virtual.

#### *5.4.2 Postura dos alunos diante de novas metodologias*

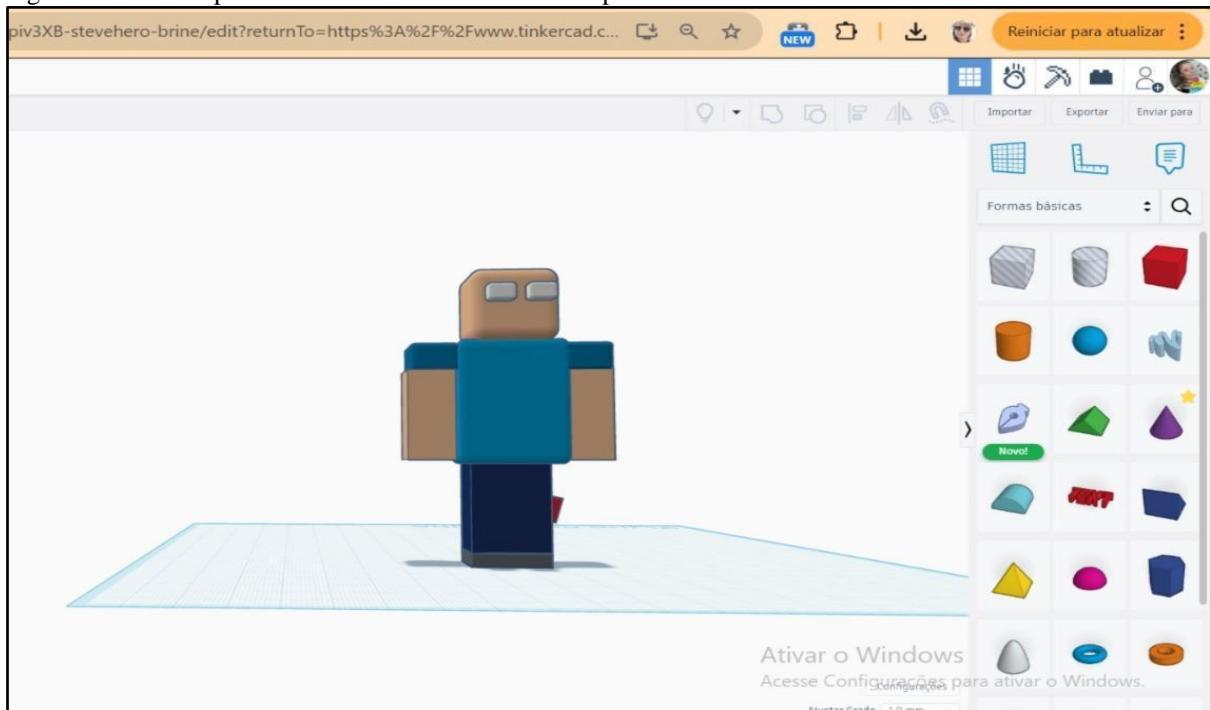
A metodologia utilizada na aplicação das atividades teve como foco principal colocar o aluno como protagonista na construção do conhecimento. Nesse contexto, foi apresentada a plataforma de modelagem digital *Tinkercad*, onde cada aluno acessou com seu próprio login em uma sala de aula virtual previamente criada. Essa dinâmica permitiu que cada estudante explorasse e projetasse de forma autônoma, promovendo maior envolvimento com a proposta.

Os alunos participaram inicialmente de atividades de exploração e compreensão da plataforma, familiarizando-se com as principais ferramentas e comandos disponíveis no ambiente virtual. Em seguida, foram propostos desafios criativos, que incentivaram a aplicação dos conceitos aprendidos, estimulando a resolução de problemas e o desenvolvimento do pensamento espacial dentro da plataforma.

A atividade despertou grande interesse entre os alunos, que se mostraram motivados desde o primeiro contato com o *Tinkercad*. O fato de saírem da rotina tradicional da sala de aula e interagirem com um ambiente digital mais criativo e desafiador contribuiu para tornar a experiência mais divertida e significativa.

Um dos momentos que mais evidenciou esse engajamento foi o comentário de um aluno que disse: “*Eu vou tentar fazer o Steve do Minecraft, porque consigo imaginar várias formas diferentes de sólidos para montar ele. Dá pra ver onde ficam os vértices, as arestas e as faces direitinho!*” Essa fala demonstra não apenas o entusiasmo, mas também a compreensão concreta dos conceitos geométricos envolvidos na atividade. Na Figura 8 é possível verificar o personagem Steve projetado por esse aluno.

Figura 8 - Steve na plataforma do *Tinkercad* desenhada pelo aluno



Fonte: Dados de pesquisa (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

Um dos alunos demonstrou grande envolvimento ao decidir recriar o personagem Steve (Figura 8), do universo *Minecraft*, utilizando apenas formas geométricas básicas disponíveis na ferramenta. Com criatividade e atenção aos detalhes, ele estruturou o corpo do personagem a partir de cubos e paralelepípedos, explorando conceitos como aresta, vértice, base e altura. O aluno demonstrou compreender bem a proposta ao definir as dimensões de cada parte do corpo, como a cabeça, o tronco e os membros com medidas proporcionais, ajustando tudo em milímetros conforme exigido pela plataforma. Ao final, compartilhou com a turma que “*trabalhar com milímetros*” fez toda a diferença para deixar o personagem mais realista e bem proporcionado, porque cada pedacinho teve que ser pensado com cuidado. *Eu também tive que transformar os milímetros em centímetros na minha cabeça para imaginar como ele iria ficar impresso de verdade, porque no computador parece pequeno, mas quando a gente pensa no tamanho real, dá pra ver se vai funcionar ou não*”. Esse relato evidenciou não apenas a apropriação dos conceitos geométricos e de medida, mas também o desenvolvimento de uma postura investigativa e detalhista diante do uso da tecnologia como ferramenta de criação e aprendizagem.

Trabalhar com ferramentas digitais como o *Tinkercad* torna as aulas mais dinâmicas e interativas. Cada aluno pôde ver o resultado de seu próprio projeto em tempo real, o que favoreceu o entendimento de conceitos abstratos de forma prática e visual. A proposta também

incentivou a troca de ideias entre os colegas, uma vez que muitos compartilharam seus modelos e discutiram estratégias de construção, transformando a atividade em um momento de colaboração e socialização. Assim, o uso da tecnologia não apenas ampliou o interesse dos estudantes, como também contribuiu para uma aprendizagem mais ativa e significativa.

## 5.5 Quinto Encontro

No quinto encontro, os alunos foram desafiados a aprofundar seus conhecimentos sobre sólidos geométricos por meio da identificação e construção de poliedros na plataforma *Tinkercad*. A proposta teve como objetivo principal capacitar os estudantes a reconhecer, nomear e distinguir diferentes tipos de poliedros, como cubos, prismas e pirâmides, a partir da manipulação direta de formas tridimensionais no ambiente digital.

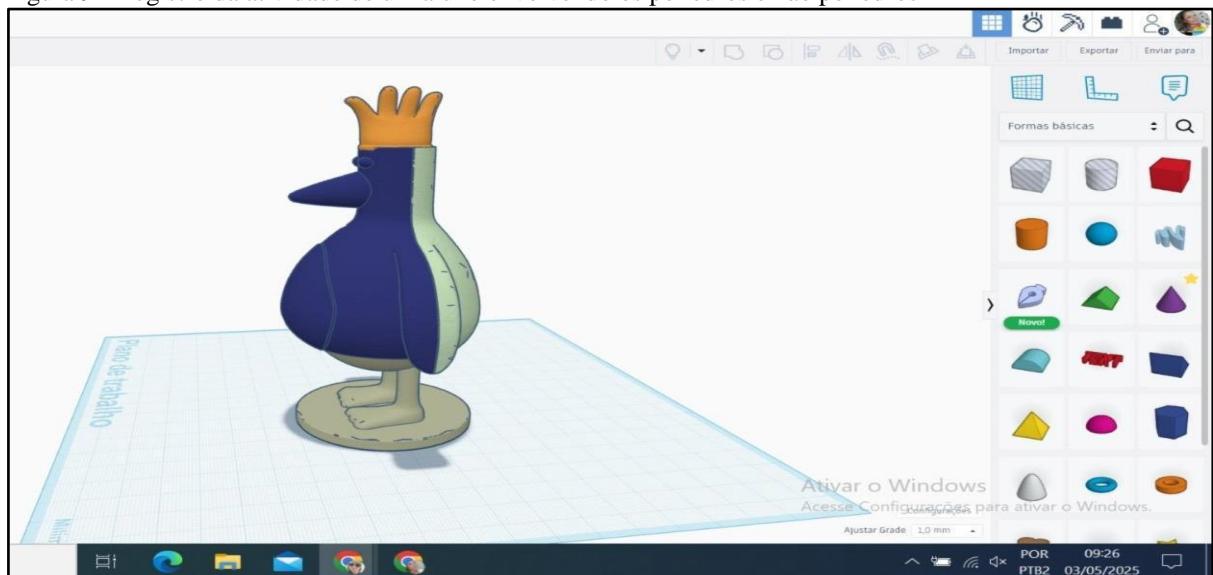
A atividade começou com uma breve retomada teórica sobre o que caracteriza um poliedro, sólido limitado apenas por faces planas, destacando elementos como faces, arestas e vértices. Em seguida, os alunos utilizaram o *Tinkercad* para criar modelos virtuais, podendo rotacionar o sólido, o que permitiu eles visualizarem os mesmos de diferentes ângulos, redimensioná-los e até mesmo combinar formas para construir estruturas mais complexas. Utilizamos duas categorias para a análise para esse encontro para coleta de dados: a primeira relacionada à participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades e a segunda, a postura dos alunos diante de novas metodologias.

### 5.5.1 Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades

Durante o quinto encontro, os alunos demonstraram maior autonomia ao utilizar o *Tinkercad*, já que a ferramenta havia sido apresentada anteriormente. A proposta de realizar dois desafios, um com um cubo (poliedro) e outro com um cilindro (não poliedro), despertou interesse e incentivou a observação crítica das formas geométricas. A atividade foi bem recebida e promoveu ampla interação entre os estudantes. É possível identificar nos relatos realizados por eles: “*Olha, o cubo tem só lados retos, por isso é poliedro, né?*” (A1). “*Esse cilindro é diferente, ele tem uma parte redonda, então não pode ser um poliedro [...]*” (A2). O clima da atividade foi participativo e descontraído, com os alunos motivados pelo desafio e pelo uso da tecnologia. A socialização foi favorecida por esse formato prático, que uniu exploração, diálogo e construção coletiva do conhecimento.

Ao propor tarefas baseadas na manipulação de sólidos virtuais, foi possível conectar os novos conhecimentos às experiências anteriores dos alunos. Como afirma Ausubel (2003), “*o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo*”. Nesse sentido, o uso da plataforma *Tinkercad* e a retomada dos conteúdos, trabalhados em encontros anteriores fortaleceram a aprendizagem significativa, como mostra na Figura 9, permitindo que os estudantes construíssem entendimentos mais profundos por meio da prática e da comparação.

Figura 9 - Registro da atividade de um aluno envolvendo os poliedros e não poliedros



Fonte: Dados de pesquisa (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

Na imagem acima um dos alunos optou por desenhar uma galinha, utilizando uma combinação criativa de corpos redondos, como esferas e cilindros, além de outras formas geométricas. Ao ser questionado sobre sua escolha, o aluno explicou que queria representar “*algo do cotidiano, que todo mundo conhece, mas feito só com formas geométricas*”. Segundo ele, a galinha foi uma forma divertida de mostrar que figuras conhecidas podem ser construídas a partir de sólidos simples, bastando organizá-los com criatividade e atenção às proporções. Essa decisão revelou uma compreensão significativa sobre a composição de objetos tridimensionais e também uma aproximação entre o conteúdo matemático e a vivência pessoal do aluno. A atividade permitiu que ele desenvolvesse tanto o raciocínio espacial quanto a expressão individual, evidenciando como a geometria pode estar presente de maneira lúdica e contextualizada no dia a dia dos estudantes.

Além disso, o trabalho em grupo e a resolução colaborativa das tarefas reforçaram competências socioemocionais importantes, como a cooperação, o respeito às ideias dos

colegas e a comunicação. Durante a atividade, um dos alunos destacou: “*A gente conseguiu montar o poliedro certinho porque cada um ajudou de um jeito. Um colega sabia como girar a forma no Tinkercad, outro lembrava quantas faces tinha, e eu fiquei conferindo se estava com as medidas certas. Foi bem legal trabalhar assim, porque sozinho eu acho que teria demorado mais ou até errado.*” Esse relato evidencia como a colaboração entre os pares favoreceu o processo de aprendizagem, promovendo não apenas o domínio dos conteúdos geométricos, mas também o desenvolvimento de habilidades sociais. Esse encontro demonstrou, mais uma vez, o potencial da metodologia ativa aliada à tecnologia como um caminho eficaz para tornar o ensino da geometria mais acessível, envolvente e contextualizado para os alunos do 6º ano.

### *5.5.2 Postura dos alunos diante de novas metodologias*

Durante o quinto encontro, os alunos demonstraram uma postura receptiva e engajada diante da proposta metodológica baseada no uso da plataforma *Tinkercad* para modelagem e análise de sólidos geométricos. A familiaridade prévia com a ferramenta contribuiu para que se sentissem mais seguros e motivados a explorar os desafios propostos, evidenciando uma atitude positiva frente à inovação no processo de ensino-aprendizagem.

A utilização de tecnologias digitais como recurso pedagógico promoveu um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e interativo, permitindo que os estudantes construíssem o conhecimento de forma ativa e significativa. Segundo Carvalho (2023), “a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno é capaz de relacionar novos conhecimentos a conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva, atribuindo sentido ao que está sendo aprendido”. Essa perspectiva foi observada na prática, à medida que os alunos aplicavam conceitos geométricos previamente estudados na construção e análise de modelos tridimensionais.

Além disso, a proposta metodológica incentivou a colaboração entre os alunos, que trocaram ideias, esclareceram dúvidas e compartilharam estratégias para a resolução dos desafios. Essa interação favoreceu o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como a empatia, o respeito às opiniões alheias e o trabalho em equipe, aspectos essenciais para a formação integral dos estudantes.

Em síntese, a postura dos alunos diante da nova metodologia adotada foi marcada por entusiasmo, curiosidade e disposição para aprender, indicando que a integração de recursos tecnológicos e estratégias pedagógicas inovadoras pode potencializar a aprendizagem e tornar o ensino da geometria mais atrativo e eficaz. Esse encontro evidenciou que o uso do *Tinkercad* como ferramenta de apoio ao ensino da geometria possibilitou aos alunos uma compreensão

mais clara e concreta sobre os poliedros. Através da construção e manipulação de sólidos no ambiente virtual, os estudantes puderam identificar, diferenciar e nomear essas figuras com mais segurança. Além disso, o trabalho colaborativo contribuiu para o desenvolvimento de habilidades sociais e cognitivas, mostrando que a tecnologia, quando integrada a metodologias ativas, pode tornar a aprendizagem mais significativa, envolvente e contextualizada.

## 5.6 Sexto Encontro

Neste encontro, os alunos foram apresentados ao *software Ultimaker Cura*. O objetivo principal da atividade foi familiarizar os estudantes com as configurações básicas do programa, compreendendo sua função como intermediário entre o modelo digital criado no *Tinkercad* e a impressora 3D. Foi utilizada uma categoria para a análise dos dados coletados: participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades.

### 5.6.1 Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades

Durante o sexto encontro, os alunos se mostraram motivados ao conhecer a plataforma *Ultimaker Cura*, etapa que simboliza o início da materialização de seus projetos. A possibilidade de transformar os modelos digitais em objetos físicos gerou grande expectativa, o que se refletiu na participação ativa e no interesse em compreender cada etapa do processo de fatiamento para impressão 3D. Esse processo também chamado de *slicing* é uma etapa fundamental na impressão 3D, responsável por transformar o modelo digital tridimensional em um conjunto de instruções que a impressora consegue interpretar e executar. Esse processo é realizado por softwares específicos, chamados de fatiadores, como o *Ultimaker Cura*, utilizado pelos alunos durante as atividades.

Ao realizar o fatiamento, o software “divide” o modelo 3D em múltiplas camadas horizontais, chamadas de *layers*, que representam a sequência exata de deposição do material pela impressora. Além disso, o fatiador gera um arquivo no formato *G-code*, que contém todas as instruções necessárias para a máquina, como a velocidade de impressão, temperatura do bico, trajeto dos movimentos, quantidade de material a ser extrudado e posicionamento de cada camada.

Esse processo também permite ao usuário configurar diversos parâmetros importantes, como o preenchimento interno (*infill*), a necessidade de suportes para estruturas mais complexas, a espessura das camadas e a adesão à base de impressão. Assim, o fatiamento não

apenas adapta o modelo ao funcionamento da impressora, mas também influencia diretamente na qualidade, resistência, tempo de produção e consumo de material.

Houve uma forte interação entre os estudantes, que espontaneamente se ajudaram na exploração das ferramentas do software. Comentários como: “*Esse preenchimento vai deixar o objeto mais leve!*” (A1), “*Gira o modelo para imprimir mais rápido!*” (A2), ilustram a colaboração e o aprendizado conjunto. Mesmo diante de um ambiente novo e mais técnico, os alunos demonstraram envolvimento e disposição para experimentar. A socialização foi favorecida pela natureza prática da atividade, que exigiu trabalho conjunto, troca de ideias e solução coletiva de problemas. O ambiente da aula foi marcado por entusiasmo e cooperação, com os estudantes conscientes de que cada decisão no Cura impactaria diretamente no resultado final da impressão.

A introdução da plataforma *Ultimaker Cura* apresentou aos alunos uma nova dimensão do processo de aprendizagem com impressão 3D: a parte técnica da preparação dos arquivos para produção física. Mesmo com o desafio de lidar com termos e configurações específicas, os alunos demonstraram curiosidade e empenho, aceitando a novidade com atitude positiva.

A maioria apresentou uma postura investigativa, explorando os menus, testando combinações e relacionando as escolhas feitas no software com suas consequências no produto final. Essa abertura ao novo reflete o desenvolvimento de competências como autonomia, resolução de problemas e tomada de decisão.

Notou-se também um amadurecimento no comportamento dos alunos, que passaram a considerar não apenas o aspecto visual dos modelos, mas também fatores como estabilidade, tempo de impressão e economia de material. Essa mudança de perspectiva é resultado direto da metodologia adotada no projeto, que coloca o aluno como protagonista do processo de aprendizagem.

A experiência com o Software Cura reforçou que, quando desafiados com novas ferramentas e metodologias, os alunos respondem com engajamento e senso de responsabilidade, especialmente quando conseguem enxergar a aplicação prática dos conhecimentos construídos.

## 5.7 Sétimo Encontro

No sétimo encontro, os alunos foram convidados a compartilhar e apresentar suas criações desenvolvidas ao longo do projeto, utilizando a ferramenta de gravação de tela *Loom* como suporte. A proposta deste momento foi incentivar os estudantes a registrar, narrar e

explicar seus projetos elaborados na plataforma *Tinkercad*, destacando as decisões tomadas durante o processo de modelagem e as principais configurações aplicadas.

A atividade buscou promover o desenvolvimento de habilidades importantes, como a comunicação oral, a organização das ideias e a autonomia na apresentação de conteúdos. Ao gravar o vídeo, cada aluno pôde descrever as etapas de construção do modelo 3D, justificar a escolha das formas geométricas utilizadas, bem como demonstrar aspectos técnicos, como ajustes de dimensão e proporção, reforçando a integração entre teoria e prática.

Utilizamos uma categoria para a análise dos dados coletados: relacionada à participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades.

### *5.7.1 Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades*

A atividade proposta no sétimo encontro, de gravação de vídeos explicativos com o *Loom*, despertou grande entusiasmo entre os alunos. A possibilidade de apresentar seus próprios modelos tridimensionais e explicar o que aprenderam com suas próprias palavras trouxe à tona um senso de autoria e pertencimento ao processo de aprendizagem. Os estudantes participaram ativamente, demonstrando interesse em explorar a ferramenta, organizar seus discursos e compartilhar suas produções com os colegas.

Durante a realização da tarefa, foi possível observar o fortalecimento da socialização e da cooperação entre os alunos. Muitos ensaiaram juntos antes de gravar, deram sugestões uns aos outros sobre como melhorar a apresentação e ajudaram tecnicamente os colegas com dificuldades no uso do *Loom*. Essa interação favoreceu não apenas o aprendizado matemático, mas também o desenvolvimento de habilidades de comunicação e trabalho em equipe. Frases como: “*Vamos mostrar direito para eles entenderem!*” (A1), “*Ficou legal assim, agora dá pra gravar!*” (A2), mostram o envolvimento dos alunos e o desejo de produzir algo bem-feito. A motivação aumentou também pelo fato de a atividade ter um propósito comunicativo real: ensinar algo que eles mesmos haviam aprendido e construído.

Ao serem convidados a criar vídeos explicativos utilizando tecnologia, os alunos demonstraram receptividade e maturidade diante dessa nova forma de aprender e expressar conhecimentos. A proposta exigiu que assumissem uma postura ativa, organizassem o pensamento matemático, utilizassem a linguagem adequada e refletissem sobre o próprio processo de construção.

Essa abordagem está alinhada à visão de Papert (1980), que defende que “as melhores aprendizagens acontecem quando o aluno está envolvido na construção de algo que tenha

sentido para ele ou para os outros”. Ao se verem como produtores de conteúdo, os estudantes não apenas reforçaram seus conhecimentos sobre sólidos geométricos e poliedros, mas também compreenderam que ensinar é uma forma poderosa de aprender.

A tarefa também promoveu o desenvolvimento de competências importantes do século XXI, como pensamento crítico, protagonismo e fluência digital. Mesmo diante de inseguranças iniciais, a maioria dos alunos superou os desafios com autonomia e criatividade, evidenciando que metodologias inovadoras podem ampliar o engajamento e aprofundar a compreensão dos conteúdos escolares. Como destaca Moran (2015), “nas metodologias ativas, o aluno se torna protagonista de sua aprendizagem, experimentando, refletindo, produzindo, compartilhando e transformando conhecimento”. Esse princípio foi claramente vivenciado pelos estudantes ao gravarem seus vídeos, explicando suas produções no *Tinkercad*, organizando suas ideias e compartilhando suas aprendizagens de maneira autônoma e colaborativa.

Além do desenvolvimento dessas competências, era esperado que os alunos consolidassem conhecimentos específicos relacionados à geometria espacial, como a identificação e utilização de formas geométricas tridimensionais, o entendimento de dimensões (altura, largura, profundidade) e a aplicação prática de unidades de medida, especialmente o sistema métrico em milímetros. Também foram trabalhados conceitos relacionados à visualização espacial, à proporção e à estruturação de objetos complexos a partir de formas básicas, além do domínio de ferramentas digitais como o *Tinkercad* e o *Loom*.

Durante a gravação de seus vídeos, os alunos puderam expressar reflexões e comentários que evidenciam essas aprendizagens, como por exemplo: “*Eu precisei pensar bastante nas medidas para que todas as partes ficassem proporcionais, senão meu modelo ia ficar estranho*”, “*Foi legal perceber que, com formas simples, como cubos e cilindros, eu conseguia construir objetos bem mais complexos*”, “*No começo eu não sabia como gravar, mas depoisachei fácil e gostei de mostrar como fiz minha criação*”, “*Ajustar tudo em milímetros foi um desafio, mas agora entendo melhor como funciona a impressão 3D*”, “*Achei interessante mexer na posição da peça no Tinkercad, porque pude ver como ela ficaria na impressão real.*” Esses relatos demonstram que, para além da realização técnica da tarefa, os alunos desenvolveram uma postura reflexiva e criativa diante das atividades, compreendendo melhor os conteúdos matemáticos e tecnológicos de forma integrada e significativa.

## 5.8 Oitavo Encontro

Neste encontro, os alunos tiveram a oportunidade de vivenciar um dos momentos mais aguardados do projeto: a retirada dos seus modelos físicos impressos em 3D. Após semanas de planejamento, modelagem digital e preparação técnica, às criações desenvolvidas no *Tinkercad* foram finalmente transformadas em objetos concretos, por meio do processo de impressão 3D. Utilizou-se duas categorias para a análise dos dados coletados: a primeira relacionada à participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades e a segunda, à postura dos alunos diante de novas metodologias.

### 5.8.1 Participação, motivação e socialização dos estudantes na realização das atividades

A culminância do projeto se deu com a apresentação dos modelos impressos em 3D, momento aguardado com grande expectativa pelos estudantes. Ao verem suas criações digitais ganharem forma física, os alunos demonstraram surpresa, entusiasmo e orgulho pelo trabalho realizado ao longo dos encontros. As reações foram imediatas e espontâneas, com comentários como: “*Nossa, como ficou grande!*” (A1), Como mostra na Figura 10, “*Acho que coloquei a altura errada na hora de configurar*” (A2), “*Olha só o meu! Eu que modelei esse aqui*” (A3), “*Será que posso levar para casa?*” e “*Ficou igualzinho ao que fiz no computador!*” (A3).

Figura 10 - Registro da atividade de um aluno medindo seu projeto



Fonte: Dados de pesquisa (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

Essas falas revelam não apenas a motivação e o envolvimento emocional com o produto final, mas também o senso de responsabilidade pelo processo.

O ambiente da aula foi marcado por muita interação, troca de experiências e comparações entre os modelos. Os alunos analisaram as proporções, comentaram sobre os ajustes feitos no *Tinkercad* e no *Ultimaker Cura*, e reconheceram a importância de detalhes como a orientação da peça, o tipo de preenchimento e o tempo de impressão. Essa análise coletiva estimulou ainda mais a socialização e o compartilhamento de aprendizados.

Além disso, houve um momento de valorização mútua, com os alunos elogiando os projetos uns dos outros e celebrando o resultado final como uma conquista coletiva. O orgulho em ver o que haviam projetado se concretizar reforçou o sentimento de pertencimento e deu sentido ao percurso de aprendizagem vivenciado ao longo do projeto.

#### *5.8.2 Postura dos alunos diante de novas metodologias*

A apresentação dos modelos físicos produzidos por impressão 3D proporcionou aos alunos uma experiência concreta de como o conhecimento matemático pode ser aplicado na resolução de problemas reais e na criação de objetos significativos. Ao longo do projeto, os estudantes foram expostos a diferentes metodologias como modelagem digital, gravação de vídeos explicativos e uso de softwares de fatiamento e, mesmo diante de desafios técnicos e conceituais, mantiveram uma postura de abertura, curiosidade e engajamento.

Neste encontro, ao manusearem os objetos físicos que idealizaram e modelaram, os alunos vivenciaram uma experiência de análise concreta de suas próprias decisões. Esse momento promoveu não apenas a satisfação pelo produto final, mas principalmente uma reflexão crítica e autônoma sobre o processo, levando-os a perceber como cada escolha feita na modelagem digital impactou diretamente na qualidade e funcionalidade do objeto impresso.

Comentários espontâneos como “*Eu devia ter colocado uma base maior*” (A1), “*Acho que usei uma escala errada, por isso saiu torto*” (A2) e “*Na próxima eu sei o que mudar*” (A3) são indicativos claros de um processo formativo em que o erro é ressignificado como parte essencial da aprendizagem. Longe de serem fontes de frustração, esses “desvios” passaram a ser vistos pelos próprios alunos como oportunidades de melhoria e ajuste, promovendo a construção de uma mentalidade mais aberta, investigativa e resiliente, características fundamentais para o desenvolvimento de competências do século XXI.

Essa etapa, ao permitir que os alunos tocassem, girassem e avaliassem os objetos, também proporcionou um aprofundamento na visualização espacial e na compreensão das

relações entre forma, função e medida. Muitos perceberam, por exemplo, que uma base muito estreita poderia comprometer a estabilidade da peça, ou que escolhas inadequadas de escala interfeririam na estética e na utilidade do objeto. Assim, esse momento fortaleceu a ideia de que a precisão matemática, a atenção aos detalhes e a previsão das consequências são habilidades fundamentais não só para a modelagem 3D, mas para a resolução de problemas em contextos diversos.

Além disso, a atividade favoreceu o desenvolvimento de uma autoavaliação construtiva, pois os alunos, ao expressarem espontaneamente seus acertos e pontos a melhorar, demonstraram uma postura de autonomia e autorregulação — elementos essenciais para o protagonismo no processo educativo. A capacidade de dizer “*Na próxima eu sei o que mudar*” (A3) sintetiza não só o aprendizado técnico, mas também a formação de uma atitude reflexiva e propositiva diante dos desafios.

A experiência reforçou a ideia de que os alunos, quando inseridos em um contexto ativo de aprendizagem, se tornam mais críticos, criativos e protagonistas do próprio conhecimento (Figura 11). Conforme aponta Papert (1980), “*as crianças aprendem melhor quando estãoativamente engajadas na construção de algo que seja significativo para elas*”. Nesse sentido, o projeto demonstrou que o uso de tecnologias digitais associadas à prática pedagógica pode transformar a relação dos estudantes com os conteúdos escolares, tornando a matemática mais concreta, compreensível e interessante.

Figura 11 - Registro dos alunos com suas impressões



Fonte: Dados de pesquisa (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

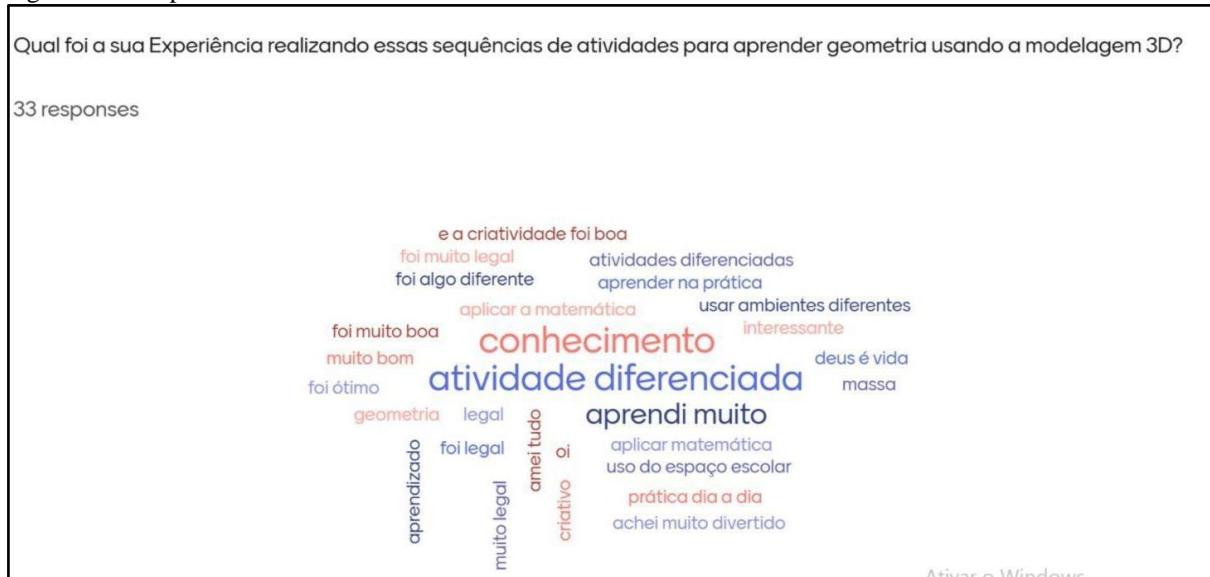
A postura dos alunos diante dessa proposta metodológica foi, portanto, extremamente positiva, evidenciando que o uso de metodologias inovadoras quando bem planejadas e contextualizadas tem o poder de mobilizar aprendizagens duradouras, desenvolver múltiplas competências e estimular uma relação mais autônoma, confiante e autoral com o saber escolar.

Por fim, esse momento reafirmou o potencial das metodologias e do uso da tecnologia para transformar a sala de aula em um espaço onde o erro é acolhido, o pensamento crítico é incentivado e a aprendizagem se torna um percurso significativo, conectado com a realidade e com as exigências contemporâneas.

### **5.9 Nono Encontro**

Este nono encontro teve como objetivo principal realizar um momento de *feedback* coletivo, utilizando a ferramenta digital *Mentimeter*, e organizar os registros das atividades desenvolvidas ao longo do projeto em um portfólio digital, por meio do Google Sites. As atividades permitiram a retomada dos conceitos trabalhados e a valorização do percurso de aprendizagem dos alunos.

Durante o momento de *feedback* realizado com o uso do *Mentimeter* (Figura 12), os alunos foram convidados a refletir sobre todo o percurso vivenciado no projeto. As respostas apresentaram um padrão recorrente: a valorização das atividades práticas e a percepção de que a aprendizagem se torna mais significativa quando há uma ligação com o cotidiano. Comentários como “*Fica mais fácil aprender quando a gente faz com a mão*”, “*Gostei porque usamos a matemática de um jeito que dá pra ver na vida real*” e “*Aprendi de verdade porque teve prática, não foi só no caderno*” revelaram como os estudantes atribuem valor ao aprendizado quando ele se concretiza por meio de experiências ativas.

Figura 12 - Respostas ao *Feedback* realizado

Fonte: Dados de pesquisa (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

Essa devolutiva espontânea reforça o princípio de que o conhecimento ganha mais sentido quando é contextualizado e vivenciado. O uso de ferramentas digitais, a modelagem em 3D, a observação dos objetos sendo impressos e a criação de vídeos explicativos foram elementos que contribuíram para que os alunos enxergassem utilidade e aplicabilidade nos conceitos geométricos estudados.

O *feedback* coletivo também destacou o quanto a combinação entre teoria e prática estimula a motivação e o engajamento. Muitos alunos afirmaram que essa foi uma das primeiras vezes em que realmente se sentiram parte do processo, percebendo a matemática como algo dinâmico, útil e acessível. Esse tipo de resposta demonstra não apenas a eficácia da metodologia adotada, mas também a importância de continuar investindo em propostas pedagógicas que rompam com a lógica puramente expositiva.

O encerramento com a montagem do portfólio físico (Figura 13), evidenciou o desenvolvimento de uma postura mais autônoma, crítica e organizada por parte dos alunos. Mesmo em uma atividade mais reflexiva, eles demonstraram envolvimento genuíno ao revisitar cada etapa do projeto e selecionar o que merecia destaque em seus registros.

Figura 13 - Organização das atividades no portfólio Físico



Fonte: Dados de pesquisa (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

A leitura de seus próprios *feedbacks*, escritos durante os encontros, contribuiu para a metacognição, isto é, a capacidade de pensar sobre o próprio processo de aprendizagem. Muitos reconheceram suas evoluções, dificuldades superadas e momentos marcantes, o que demonstra que a metodologia adotada ao longo do projeto teve efeitos duradouros. Como defende Carvalho (2023), “*a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno é colocado como agente ativo do seu processo, refletindo sobre o que faz, por que faz e como pode melhorar*”. Ao organizarem seus portfólios físicos, os alunos não apenas encerraram um ciclo, mas também consolidaram suas experiências de forma crítica, valorizando suas conquistas e reconhecendo a importância do percurso.

Todos esses registros, desde as produções realizadas em sala, os *feedbacks* individuais e coletivos, os esboços, anotações, reflexões e até as imagens das peças modeladas e impressas em 3D, foram reunidos no portfólio físico de cada aluno. O portfólio funcionou como um instrumento de sistematização da trajetória de aprendizagem, permitindo que os estudantes visualizassem e refletissem sobre seu próprio progresso ao longo do projeto.

Vale destacar que a sequência didática proposta foi estruturada com base na sequência por investigação, favorecendo a construção ativa do conhecimento por meio de desafios práticos, questionamentos e experimentações. Nesse contexto, o portfólio físico não foi apenas um arquivo de atividades, mas sim um espaço de documentação reflexiva, em que cada etapa do processo foi registrada e ressignificada.

A organização cronológica dos materiais no portfólio possibilitou uma leitura clara da aplicação do produto educacional, evidenciando as descobertas, dificuldades superadas e conquistas de cada aluno. Dessa forma, o portfólio se consolidou como uma ferramenta avaliativa, formativa e de valorização do protagonismo estudantil.

Além do portfólio físico individual, também foi criado um portfólio digital coletivo, hospedado na plataforma *Google Sites* (Figura 14), que serviu como repositório das produções realizadas ao longo da aplicação do produto educacional. Nesse ambiente virtual, foram organizadas fotos dos encontros, capturas de tela dos modelos 3D criados pelos alunos no *Tinkercad*, vídeos explicativos gravados por eles usando o *Loom*, além de registros escritos e reflexões.

O objetivo desse portfólio digital foi ampliar a visibilidade do processo educativo, permitindo que familiares, colegas e a comunidade escolar tivessem acesso às experiências vivenciadas pelos estudantes. Além disso, o espaço funcionou como uma vitrine da aprendizagem, reforçando o protagonismo estudantil e valorizando as competências desenvolvidas ao longo do projeto.

Figura 14 - Organização das atividades no portfólio dentro do *google sites*



Fonte: Arquivo pessoal (2025). Disponível em: <https://encurtador.com.br/TO81e>.

A coexistência dos dois portfólios, o físico e o digital possibilitou uma abordagem mais completa e multimodal de registro, documentação e avaliação. Enquanto o portfólio físico permitiu uma reflexão mais íntima e pessoal sobre a trajetória de cada aluno, o digital possibilitou a socialização das aprendizagens e o fortalecimento da identidade coletiva da turma.

Como destaca Valente (1999), “*o uso das tecnologias na educação deve possibilitar ao aluno ser autor de seu próprio conhecimento, participando ativamente do processo de aprendizagem, construindo e reconstruindo conceitos a partir de suas experiências*”. Essa citação sintetiza o espírito do projeto, que buscou oferecer aos alunos a oportunidade de aprender fazendo, refletindo e colaborando.

Por fim, os resultados observados indicam que a proposta tem potencial para ser replicada e aprimorada em outros contextos escolares, contribuindo para a inovação no ensino da matemática e para a aproximação dos estudantes com o pensamento científico, tecnológico e criativo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado teve como objetivo avaliar o potencial de uma Sequência de Ensino por Investigação aplicada ao ensino de geometria espacial, utilizando a modelagem e a impressão 3D como estratégias didáticas. Para a realização da pesquisa, foi elaborado um Produto Educacional estruturado em encontros sequenciais, centrado no uso da plataforma *Tinkercad* e de atividades práticas com foco na identificação e construção de sólidos geométricos. A proposta foi voltada para alunos do 6º ano do Ensino Fundamental e teve como finalidade promover uma aprendizagem mais significativa, despertando o interesse dos estudantes por meio da exploração concreta das formas, do uso de tecnologia e do protagonismo discente. A sequência didática, composta por nove encontros, foi aplicada em uma escola da rede privada da cidade de Concórdia/SC, e teve como diferencial a articulação entre conceitos matemáticos, ferramentas digitais e práticas investigativas, permitindo a integração entre teoria e experiência vivida em sala de aula.

Tendo em vista toda a contextualização da pesquisa, a pergunta norteadora foi: Qual o potencial de uma sequência didática por investigação na promoção de potencializar a aprendizagem por meio da impressão 3D nos conceitos da geometria espacial e plana? Os dados coletados ao final da aplicação evidenciaram que a abordagem dos conteúdos geométricos, aliada ao uso de tecnologias como o *Tinkercad* e a impressão 3D, promoveu uma maior participação, motivação e compreensão por parte dos alunos. A proposta permitiu que os conceitos tradicionalmente abordados de forma abstrata fossem concretizados, o que tornou a aprendizagem mais envolvente e contextualizada. O trabalho com objetos digitais e físicos favoreceu o raciocínio espacial, a autonomia dos estudantes e a articulação entre teoria e prática, consolidando o conteúdo por meio de experiências significativas. A construção, manipulação e visualização dos sólidos em três dimensões também contribuíram para o desenvolvimento de competências cognitivas mais amplas, como a resolução de problemas e a comunicação matemática.

A primeira categoria de análise refere-se aos conhecimentos prévios dos alunos em relação à geometria espacial e plana, os quais foram mobilizados principalmente nos momentos iniciais da sequência didática. Desde o primeiro encontro, com a construção coletiva de uma nuvem de palavras e discussões orientadas, foi possível perceber que muitos estudantes já tinham algum contato com formas geométricas do cotidiano, como cubo, esfera e cilindro, embora nem sempre soubessem nomeá-las ou descrever suas propriedades matemáticas com precisão. Alguns conhecimentos estavam presentes de forma intuitiva, baseados em

experiências visuais ou práticas, mas ainda não organizados como saberes científicos. Situações como a identificação equivocada de um cilindro como um “tubo redondo” ou a dificuldade em reconhecer vértices e arestas foram indicativos de que os alunos possuíam noções iniciais, mas necessitavam de mediações significativas para sistematizar esse conhecimento. A sequência de atividades, portanto, assumiu também o papel de resgatar e reorganizar esses saberes prévios, construindo pontes entre a experiência concreta dos estudantes e os conceitos formais da geometria.

A segunda categoria de análise, Participação, Motivação e Socialização dos estudantes na realização das atividades, esteve fortemente relacionada aos momentos de sistematização e contextualização dos conhecimentos geométricos ao longo da sequência didática. As atividades propostas foram, em sua maioria, desenvolvidas em grupos, o que favoreceu as interações entre os alunos, o diálogo e a cooperação mútua. A construção de modelos no *Tinkercad*, os desafios em dupla para distinguir poliedros e não poliedros, assim como os momentos de apresentação e explicação das criações, contribuíram para a valorização das diferentes formas de pensar e solucionar problemas. A motivação também foi visível quando os estudantes perceberam que suas criações digitais seriam impressas em 3D, o que gerou entusiasmo e sentimento de realização. Além disso, a socialização proporcionada por essas atividades ampliou o engajamento dos alunos, permitindo que cada um se sentisse parte ativa do processo de aprendizagem, respeitando o ritmo do grupo e aprendendo com os colegas.

A terceira categoria de análise, a postura dos alunos diante de novas metodologias, evidenciou que o uso de abordagens diferenciadas e tecnológicas no ensino da geometria potencializa o interesse e o envolvimento dos estudantes. Quando os conteúdos foram apresentados por meio de recursos digitais, como a plataforma *Tinkercad*, o simulador *Cura* e o uso do *Loom* para gravação de vídeos, os alunos demonstraram maior curiosidade, iniciativa e autonomia na realização das atividades. O fato de manipularem formas geométricas em ambiente virtual, configurarem modelos para impressão e explicarem seus projetos em vídeo contribuiu para uma aprendizagem ativa, em que o aluno assume o papel de protagonista. A integração entre tecnologia e prática concreta ao verem seus modelos sendo impressos em 3D gerou entusiasmo e ampliou o significado das aulas. Essa postura participativa reforça que, ao se sentir desafiado e reconhecido em sua produção, o aluno se envolve mais profundamente com o conteúdo, desenvolvendo habilidades como resolução de problemas, criatividade e comunicação.

A utilização de recursos digitais ao longo dos encontros se mostrou um elemento motivador e facilitador no processo de aprendizagem, aproximando os estudantes dos conteúdos

geométricos abordados. Ferramentas como o *Tinkercad*, o *Ultimaker Cura* e o *Loom* favoreceram a experimentação, a manipulação virtual e a visualização concreta de conceitos muitas vezes ensinados apenas de forma abstrata. Nessas condições, os alunos não apenas compreenderam melhor as propriedades das figuras planas e espaciais, como também vivenciaram experiências de aprendizagem mais ativas e significativas. Em vez de apenas ouvir ou memorizar, eles criaram, testaram, apresentaram, explicaram e corrigiram suas próprias produções.

A Sequência de Ensino por Investigação, estruturada ao longo deste trabalho, proporcionou aos estudantes autonomia na construção do conhecimento, ao mesmo tempo em que incentivou a interação social e a colaboração entre pares. A dinâmica investigativa e prática favoreceu o desenvolvimento de uma postura mais crítica, reflexiva e participativa, contribuindo para a formação de sujeitos mais conscientes e engajados em seu próprio processo formativo. Além disso, a proposta colaborou para a alfabetização digital dos alunos, permitindo que se apropriassem de ferramentas tecnológicas relevantes ao contexto educacional contemporâneo e se sentissem parte ativa de um processo inovador e instigante.

Os resultados obtidos após a aplicação da sequência didática foram bastante satisfatórios, evidenciando avanços significativos na aprendizagem dos alunos e no desenvolvimento de competências como autonomia, colaboração e pensamento crítico. No entanto, acredita-se que a Sequência de Ensino por Investigação poderia alcançar um rendimento ainda mais expressivo se aplicada em um período letivo mais extenso. Isso permitiria aos estudantes um tempo maior para explorar os recursos digitais, interagir com os colegas, experimentar diferentes soluções e consolidar o conhecimento de maneira mais aprofundada, por meio da investigação orientada e com o suporte da tecnologia.

Por fim, espera-se que este trabalho possa contribuir com a construção de novas possibilidades metodológicas no ensino de Matemática, especialmente no que se refere ao uso da impressão 3D e da modelagem digital como ferramentas para promover o protagonismo estudantil e o engajamento com conceitos geométricos. A proposta aqui apresentada demonstrou que é possível tornar o aprendizado mais significativo ao integrar teoria e prática, ao mesmo tempo em que se estimula a curiosidade, a criatividade e a reflexão crítica dos alunos. A experiência revelou que, ao serem desafiados a construir, investigar e apresentar suas próprias produções, os estudantes se envolvem de forma mais ativa com o conteúdo e ampliam suas aprendizagens de maneira integrada, colaborando para uma formação mais completa e conectada com as demandas do mundo contemporâneo.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Neli Oliveira de. **Modelos Confeccionados em impressora 3D para o ensino de Geometria Molecular em Química**. 2019. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2019.
- ALVARENGA, Georfravia Montoza; ARAÚJO, Zilda Rossi. Portfólio: conceitos básicos e indicações para utilização. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 17, n. 33, p. 137-148, jan./abr., 2006.
- ANDRADE, Leonardo de Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de Ciências**. 2016. 226 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciências) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Editora, 2003.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores**. São Paulo: Autêntica, 2001.
- BOALER, Jo. **Mentalidades matemáticas**: estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BOALER, Jo; MUNSON, Jen; WILLIAMS, Cathy. **Mentalidades matemáticas na sala de aula**: Ensino Fundamental. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB. 9394/1996. São Paulo: Saraiva, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em:  
[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC\\_EsinoMedio\\_embaixa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf). Acesso em: 12 out. 2021.
- BRITO, Catarina Rosa da Silva de. **Estudo de caso do portfólio às competências**. 2009. 193 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Culturais, Didáticos, Linguísticos e Literários) - Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2009.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765-794, set-dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 7 jul. 2024.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**: um programa. São Paulo: Autêntica, 1993.

FREIRE, Paulo. **A Educação na Cidade**. São Paulo: Cortez, 1991.

FREIRE, Paulo. **A importância do ato de ler**: em três artigos que se complementam. 51. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FREIRE, Paulo. **Ação Cultural para a Liberdade**: e outros escritos. 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

FREIRE, Paulo. **Cartas a Cristina**: reflexões sobre minha vida e minha práxis. 2. ed. São Paulo: UNESP, 2003.

FREIRE, Paulo. **Conscientização**: Teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. 3. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. 30. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 35. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007. (Coleção Leitura).

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 23. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994.

GRANDO, Regina Célia; NACARATO, Adair Mendes; GONÇALVES, Luci Mara Gotardo. Compartilhando saberes em geometria: investigando e aprendendo com nossos alunos. **Caderno Cedes**, Campinas, v. 28, n. 74, p. 39-56, jan./abr. 2008.

HEATH, Thomas Little. **The Thirteen Books of Euclid's Elements**. 2. ed. Dover Publications, 1956.

LIMA, Eliete Alves de. **Livro digital dinâmico Geometrias para a vida**: vivências na formação inicial de professores de Matemática. 2023. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2023.

LUDKE, Menga; ANDRE, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MAIA, Dennys Leite; CARVALHO, Rodolfo Araújo de; APPELT, Veridiana Kelin. Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 49, p. 68-84, 2020.

MORAN, José. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. In: YEGASHI, Solange (Org.). **Novas Tecnologias Digitais**: reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento. Curitiba: Editora CRV, 2017. p. 23-35.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2024.

NOVAK, Joseph Donald; CAÑAS, Alberto J. A teoria da aprendizagem significativa. In: MOREIRA, Marco Antonio (Org.). **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2007. p. 79-104.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PAPERT, Seymour. **Constructionism**: a new opportunity for elementary science education. Massachusetts: Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, 1986.

PAPERT, Seymour. **Logo**: computadores e educação. São Paulo, SP: Brasiliense, 1985.

PONTE, João Pedro da; BROCARDO, Joana; OLIVEIRA, Hélia. **Investigação Matemática na sala de aula**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

PONTE, João Pedro da; BROCARDO, Joana; OLIVEIRA, Hélia. **Investigação Matemática na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. STEM Education - um panorama e sua relação com a educação brasileira. **Curriculo sem Fronteiras**, v. 20, n. 1, p. 209-232, jan./abr. 2020.

RIBEIRO, Janete Amorim. **Movimento Maker e Educação no ensino de Ciências**: desenvolvimento de um curso para professores na criação de materiais didáticos open source com o uso de impressão 3D. 2023. 64 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

ROCHA, Leonaldo Viegas de. **Uma aplicação da tecnologia de impressão 3D no ensino da Matemática**: construindo instrumentos didáticos para a sala de aula. 2018. 103 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, 2018.

RONCAGLIO, Vanina. **Sequência didática para o ensino de embriologia**: uma proposta de uso pedagógico da impressora 3D. 2020. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2020.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A construção do conceito de energia em uma sequência de ensino investigativa. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 2, p. 215-228, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ações e indicadores da construção do argumento em aulas de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**,

Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 169-189, maio-ago. 2013. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/epec/a/wKdhNfDV76vwkjB9jR4ZfJg/>. Acesso em: 7 jul. 2024.

SHOR, Ira; FREIRE, Paulo. **Medo e Ousadia - O Cotidiano do Professor**. 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

SOUZA, Gismênya Maria Martins. **Geometria Espacial nos anos finais do Ensino Fundamental a partir de uma revisão sistemática**. 2022. 60 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2022.

SOUZA, Milena Barros. **O uso do software AutoCAD no ensino de geometria plana, na Educação Básica**. 2023. 72 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2023.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

VALENTE, José Armando. O uso do computador na formação e na prática do professor. *In: LITWIN, Edith (Org.). Tecnologia Educacional: política, histórias e propostas*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999. p. 101-130.

VIEIRA, Anderson Vantuir Nobre. **Computação Gráfica na Educação: Blender 3D e o ensino de geometria espacial**. 2015. 60 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2015.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WAI, Jonathan; LUBINSKI, David; BENBOW, Camilla P. Spatial ability for STEM domains: aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. **Journal of Educational Psychology**, v. 101, n. 4, p. 817-835, 2009.

WILLIAM, Dylan. **Embedded formative assessment**. Bloomington: Solution Tree Press, 2011.

## APÊNDICE A - Autorização da Escola



**PPGECM**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

### CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO DE ENSINO

Eu JANDIRA SAIBA, solicito autorização da Escola SESI CONCÓRDIA, localizada no município CONCÓRDIA, estado de SC, para a realização de atividades de pesquisa associadas a dissertação “**Sequência de Ensino por Investigação para o ensino de Geometria fazendo uso da Modelagem 3D**” que desenvolvo junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, RS. A pesquisa está vinculada a dados produzidos durante a aplicação de atividades didáticas junto a estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental. O período de aplicação das atividades na escola será de 24/03/2025 a 04/03/2025 e contará com a visita do professor orientador do estudo Marco Antonio Sandini Trentin.

03.777.341/0470-49

( X ) Autorizo

( ) Não autorizo

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA - SESI

Rua Rodovia Caetano Chiuchoffa, 757

Anexo ao SENAI - Bairro Colinas

CEP 8900-049 - CONCÓRDIA

Nome, cargo e carimbo

*Jandira Saiba* *Supervisora de Educação*

Eu JANDIRA SAIBA me comprometo a cumprir as normativas da escola, mantendo conduta ética e responsável e a utilizar os dados produzidos pela pesquisa, exclusivamente para fins acadêmicos e a destruí-los após a conclusão do estudo.

Jandira Saiba

## APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE



### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Caros pais, seus filhos estão sendo convidados a participar da pesquisa “**Sequência de Ensino por Investigação para o ensino de Geometria fazendo uso da Modelagem 3D**”, de responsabilidade da pesquisadora Jandira Saiba e orientação do Dr. Marco Antônio Sandini Trentin. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente duas semanas dentro da disciplina de matemática durante as aulas curriculares e envolverá gravações de áudio/vídeo/gravações dos encontros, entrevistas/aplicação de questionários/coleta de materiais produzidos pelos estudantes. Estas gravações serão, posteriormente, destruídas. Os dados relacionados à identificação de seu filho não serão divulgados. Dessa forma vocês autorizam o uso destas imagens para fins educacionais até a exclusão dos mesmos.

Esclarecemos que a participação de seu filho não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu Consentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

A participação de seu filho nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que seu filho não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo.

Caso tenham dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com a pesquisadora Jandira Saiba orientador/a do trabalho Dr. Marco Antônio Sandini Trentin pelo e-mail [trentin@upf.br](mailto:trentin@upf.br) ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail [ppgecm@upf.br](mailto:ppgecm@upf.br).

Dessa forma, se concordam que seu filho irá participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também assinado pelas pesquisadoras responsáveis.

Concórdia SC, 24 de março de 2025.

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Pesquisadora: Jandira Saiba

## APÊNDICE C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE



### Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “**Sequência de Ensino por Investigação para o ensino de Geometria fazendo uso da Modelagem 3D**”, de responsabilidade da pesquisadora Jandira Saiba e orientação do Dr. Marco Antônio Sandini Trentin. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente duas semanas dentro da disciplina de matemática durante as aulas curriculares e envolverá gravações de áudio/vídeo/gravações dos encontros, entrevistas/aplicação de questionários/coleta de materiais produzidos pelos estudantes. Esclarecemos que sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu assentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo. Caso tenham dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com a pesquisadora Jandira Saiba ou o orientador do trabalho Dr. Marco Antônio Sandini Trentin pelo e-mail [trentin@upf.br](mailto:trentin@upf.br) ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail [ppgecm@upf.br](mailto:ppgecm@upf.br). Dessa forma, se concordam em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também assinado pelas pesquisadoras responsáveis.

Concórdia SC, 24 de março de 2025.

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Pesquisadora: Jandira Saiba