

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PRO-REITORIA ACADÊMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA



CLAYDAIANE FERRAZ ANDRADE

Tecnologias Digitais e Impressão 3D:
Saberes Docentes e Inovação no Ensino de
Matemática e Ciências

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PRO-REITORIA ACADÊMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA



CLAYDAIANE FERRAZ ANDRADE

**Tecnologias Digitais e Impressão 3D: Saberes
Docentes e Inovação no Ensino de Matemática e Ciências**

Tese apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Clarissa de Assis Olgin

Canoas, 2025.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A554t

Andrade, Claydaiane Ferraz

Tecnologias Digitais e Impressão 3D: Saberes Docentes e Inovação no Ensino da Matemática e Ciências / Claydaiane Ferraz Andrade – 2025
199fl.:il.

Orientadora: Profª Drª. Clarissa de Assis Olgin

Tese (Doutorado em Educação), Campus Canoas, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, 2025.

1.Educação Matemática. 2. Metodologias Ativas. 3. Tecnologias Educacionais. 4. Saberes Docentes

CDU 374

Bibliotecária Responsável: Ana Lúcia Alves CRB10/2298

CLAYDAIANE FERRAZ ANDRADE

Tecnologias Digitais e Impressão 3D: Saberes Docentes e Inovação no Ensino de Matemática e Ciências

Tese apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Matemática.

Data de Aprovação:

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Neura Maria de Rossi Giusti
Universidade Norte do Paraná – UNOPAR

Profa. Dra. Rosângela Ferreira Domingues
Secretaria de Educação de Mato Grosso

Profa. Dra. Claudia Lisete Oliveira Groenwald
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

Prof. Dr. Agostinho Iaquan Ryokiti Homa
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

Profa. Dra. Clarissa de Assis Olgin (Orientadora)
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que foram meu porto seguro em todos os momentos, pela educação, amor e apoio incondicional que me ofereceram. Cada passo desta jornada foi possível graças aos valores que vocês me ensinaram e ao incentivo constante que nunca me faltou. E ao meu irmão, também companheiro de profissão, professor e agora também Doutor. Enfim, pelo carinho e paciência ao longo dos anos, compreendendo minhas ausências e celebrando minhas conquistas como se fossem suas.

Ao meu filho querido João Miguel de 1 ano de idade, minha alegria diária. Aos meus outros 2 filhos queridos, gêmeos in *memoriam* (Luys que tive o privilégio de gestar 9 meses e vê-lo por poucos minutos) & (outro(a) que esteve comigo por um curto período, mas deixou marcas eternas em meu coração, sua memória permanece viva em meu coração). A existência de vocês, mesmo que tão breve, deu novo significado à minha jornada, ensinando-me sobre amor, força e superação de maneiras que jamais imaginei. Por serem meu abrigo, minha força e meus maiores incentivadores. Mesmo não tendo todos comigo, a existência de vocês nem que foi por pouco tempo, tornou esta caminhada mais cheia de significado e a me incentivar a lutar sempre, para me tornar uma pessoa melhor a cada dia.

Aos colegas e amigos, que de perto ou à distância ofereceram palavras de incentivo, ombros amigos e incontáveis momentos de apoio, que transformaram desafios em aprendizados e dias difíceis em conquistas.

A todos vocês, esta tese é mais do que um resultado acadêmico; é um reflexo da força, do amor e da confiança que me deram para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Chegar ao fim desta jornada é um misto de realização e gratidão. Este trabalho é o reflexo não apenas de esforço, mas do apoio, da paciência e do amor de tantas pessoas que estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis e nas conquistas mais marcantes.

A Deus, por guiar meus passos mesmo quando o caminho parecia escuro, por renovar minhas forças diariamente nas dificuldades, e por me lembrar de que os sonhos, quando alimentados com fé e trabalho, se tornam realidade.

A minha orientadora, Clarissa Olgin, pela sabedoria, paciência e confiança depositada em mim. Mais do que uma guia acadêmica, você foi uma inspiração, mostrando-me que os desafios podem ser superados com dedicação e persistência. Pelas valiosas orientações e por acreditar no meu potencial mesmo nos momentos mais difíceis. Sua dedicação e expertise foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família, meu porto seguro. Aos meus pais, Clézio de Andrade e Maria Aparecida Ferraz Andrade, por serem o alicerce de tudo o que sou, por cada renúncia, por cada palavra de incentivo e por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidei. A vocês dedico cada linha desta tese, com todo o meu amor e gratidão. E também pela ajuda, cuidando do meu filho em muitos momentos para que eu pudesse concluir.

Ao meu querido 3º filho: João Miguel, que foi meu abrigo nos dias de tempestade e minha alegria nos dias ensolarados. Sem o seu sorriso diário e compreensão, eu jamais teria conseguido chegar até aqui.

Aos amigos que se tornaram uma segunda família, por cada palavra de encorajamento, cada gesto de carinho e cada risada que aliviou o peso dessa caminhada. Vocês foram a luz nos momentos mais sombrios.

À Coordenadoria Regional de Educação de Ouro Preto do Oeste – Rondônia (SEDUC), expresso meus sinceros agradecimentos pelo apoio institucional, pela valiosa contribuição por meio das informações fornecidas, bem como pela autorização e colaboração que viabilizaram a realização da pesquisa e das atividades de formação continuada com a participação dos professores da rede.

Aos colegas e amigos de profissão da Escola Monteiro Lobato de Ouro Preto do Oeste, que se tornaram muito mais do que parceiros de trabalho ao longo desta jornada, deixo minha mais sincera gratidão. Cada palavra de incentivo, cada gesto de

apoio e compreensão, e cada momento compartilhado foram fundamentais para que eu pudesse enfrentar os desafios deste período. Vocês não apenas aliviaram o peso das responsabilidades, mas também trouxeram motivação e inspiração nos momentos mais difíceis. Agradeço por entenderem algumas ausências, por se disporem a dividir tarefas, por ouvirem minhas inquietações e por celebrarem comigo cada pequena conquista. O apoio de vocês não apenas tornou este processo mais leve, mas também me lembrou do valor da amizade e da colaboração no ambiente profissional. E aos meus queridos alunos, que sempre me incentivaram a não parar.

A todos os professores do PPEGCIM, pelos seus ensinamentos. Cada um com seu conhecimento, talento e profissionalismo contribuíram para minha qualificação profissional e até mesmo pessoal.

Levo comigo não apenas a satisfação de ter concluído este trabalho, mas também a certeza de que tive ao meu lado pessoas excepcionais, que fazem toda a diferença na minha vida pessoal e profissional.

A vocês, meu mais profundo respeito e eterno agradecimento.

Aos colegas de pesquisa e professores, por compartilharem comigo ideias, desafios e aprendizados. Cada contribuição de vocês foi essencial para a construção deste trabalho.

E, finalmente, àqueles que, mesmo não sendo citados aqui, marcaram minha trajetória com palavras de incentivo, sorrisos ou simples presenças que aqueceram meu coração.

Esta vitória não é apenas minha. Ela pertence a todos que caminharam comigo e deixaram suas pegadas no meu caminho. A vocês, minha eterna gratidão.

Ao longo desta jornada, muitas pessoas contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão desta tese, e a todas elas sou profundamente grata.

"Ensina-nos a contar os nossos dias,
para que alcancemos coração sábio." — Salmos 90:12
"Adquire sabedoria, adquire entendimento;
não te esqueças nem te desvies das palavras da minha boca."
— Provérbios 4:5

RESUMO

Esta pesquisa aborda o uso da tecnologia de impressão 3D como recurso pedagógico no ensino da Matemática e em contextos interdisciplinares, com base nos pressupostos das metodologias ativas e das múltiplas inteligências. Reconhecendo que cada estudante constrói o conhecimento de formas distintas — seja por meio de estímulos visuais, sonoros, corporais ou associativos, esta análise parte da premissa de que é essencial variar as abordagens pedagógicas e incorporar recursos tecnológicos que promovam uma aprendizagem mais produtiva e contextualizada. O objetivo deste trabalho é investigar como a formação continuada para o uso de tecnologias nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, com enfoque na impressão 3D, contribui para a criação e aplicação de objetos de aprendizagem, visando aprimorar o ensino de Matemática e Ciências. Os objetivos específicos decorrentes da proposta central deste estudo são: investigar os saberes docentes e o uso das tecnologias como recurso pedagógico para o ensino de Matemática; identificar quais conteúdos podem ser trabalhados com a utilização da impressão 3D; elaborar, aplicar e avaliar uma formação continuada com professores a respeito do uso das tecnologias para o processo de ensino e aprendizagem, com aplicação da impressão 3D; investigar as potencialidades e as limitações do trabalho docente, no contexto da formação continuada, a partir do uso da tecnologia de impressão 3D. O referencial teórico aborda a importância dos saberes docentes, que são construídos ao longo da formação inicial, continuada e da prática profissional, considerando aspectos disciplinares, curriculares, profissionais e experienciais. Discute-se a prática educativa como um processo dinâmico, que envolve interação, técnica e adaptação constante frente aos desafios da sala de aula. Além disso, ressalta-se o impacto das tecnologias na educação, como a impressão 3D, e a necessidade de atualização contínua dos professores para lidar com as transformações do contexto educacional. A metodologia foi qualitativa, com revisão bibliográfica, análise de práticas e aplicação de uma formação continuada sobre impressão 3D com professores de Ouro Preto do Oeste-RO. Com o intuito de ensinar sobre o funcionamento da impressora e suas potencialidades e exemplos aplicados a educação. Foram abordadas experiências práticas, como o emprego de peças tridimensionais para representação e a construção de modelos estruturais para o ensino de conceitos de diferentes componentes curriculares. Esses recursos contribuem para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, motoras, trabalho colaborativo, criatividade e protagonismo estudantil, alinhados às metodologias ativas. Os resultados indicam que a impressão 3D, quando bem planejada e integrada ao currículo, melhora o engajamento e potencializa o processo de ensino e aprendizagem. Contudo, surgem desafios como infraestrutura limitada, falta de formação e de materiais nas escolas. Ainda assim, o estudo mostra que a impressão 3D democratiza o acesso a materiais didáticos personalizados, favorecendo uma educação mais prática, inclusiva e alinhada às demandas atuais. Conclui-se que sua utilização depende de estratégias pedagógicas bem estruturadas e de políticas públicas que apoiem sua adoção.

Palavras-chaves: Educação Matemática; Metodologias Ativas; Tecnologias Educacionais; Saberes Docentes.

ABSTRACT

This research addresses the integration of 3D printing technology as a pedagogical resource in Mathematics education and interdisciplinary contexts, based on the principles of active methodologies and multiple intelligences. Recognizing that each student constructs knowledge in different ways—whether through visual, auditory, kinesthetic, or associative stimuli—this analysis is based on the premise that it is essential to vary pedagogical approaches and incorporate technological resources that promote more productive and contextualized learning. The objective of this study is to investigate how continuous professional development for technology use in the final years of Elementary and Secondary Education, with a focus on 3D printing, contributes to the creation and application of learning objects aimed at improving the teaching of Mathematics and Science. The specific objectives arising from the central proposal of this study are: to investigate teachers' knowledge and the application of technologies as pedagogical resources for Mathematics teaching; to identify which content can be addressed using 3D printing; to design, implement, and evaluate continuous training with teachers regarding the integration of technologies in the teaching and learning process, applying 3D printing; to investigate the potential and limitations of teachers' work in the context of continuing education, through the use of 3D printing technology. The theoretical framework addresses the importance of teachers' knowledge, which is constructed throughout initial and continuing education as well as professional practice, considering disciplinary, curricular, professional, and experiential aspects. Educational practice is discussed as a dynamic process involving interaction, technique, and constant adaptation in response to classroom challenges. Furthermore, the impact of technologies in education, such as 3D printing, and the need for continuous teacher professional development to deal with transformations in the educational context are emphasized. The methodology was qualitative, including bibliographic review, analysis of practices, and the implementation of continuous training on 3D printing with teachers from Ouro Preto do Oeste, RO. The training aimed to teach about the operation of the printer, its potential, and hands-on learning resources examples applied to education. Practical experiences included the use of three-dimensional objects for representation and the construction of structural models for teaching concepts across different curricular components. These resources contribute to the development of cognitive and motor skills, collaborative work, creativity, and student engagement and leadership, aligned with active methodologies. The results indicate that 3D printing, when well planned and integrated into the curriculum, improves engagement and enhances the teaching and learning process. However, challenges such as limited infrastructure, lack of training, and scarcity of materials in schools arise. Nevertheless, the study shows that 3D printing democratizes access to personalized teaching materials, promoting a more practical, inclusive education aligned with current demands. It is concluded that its adoption depends on well-structured pedagogical strategies and public policies supporting its implementation.

Keywords: Mathematics Education; Active Methodologies; Educational Technologies; Teachers' Knowledge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Peças tridimensionais gerados por impressões 3D	23
Figura 2 - Exemplares de objetos didáticos produzidos com a impressão 3D	23
Figura 3 - Categorização das produções acadêmicas	26
Figura 4 - Os saberes dos professores	48
Figura 5 - Comparação do trabalho industrial e da escola	50
Figura 6 - A educação enquanto técnica: subjetividade e objetividade	57
Figura 7 - Evolução dos aparatos tecnológicos usados nas escolas	69
Figura 8 - Elementos básicos do Portfólio	77
Figura 9 - Representação do processo da impressão 3D (camadas)	86
Figura 10 - Representação da camada em malha de triângulo	87
Figura 11 - Casas construídas com impressão 3D	88
Figura 12 - Extrusora soltando cimento com impressão 3D	89
Figura 13 - Áreas de aplicação da impressão 3D	90
Figura 14 - Mapa do Estado de Rondônia	98
Figura 15 - Quantitativo de professores de Matemática	100
Figura 16 - Participação nas etapas da pesquisa	101
Figura 17 - Fluxograma com as etapas da pesquisa	104
Figura 18 - Instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa	106
Figura 19 - Peças impressas para o Ensino de Matemática	110
Figura 20 - Impressão 3D para Apoio ao Ensino de Geometria e Funções	111
Figura 21 - Impressão 3D para o Ensino de Quadriláteros e do Jogo de Sinais	112
Figura 22 - Impressão 3D para visualizar a Matemática do Círculo	113
Figura 23 - Impressão 3D para representações visuais de Conceitos Algébricos ..	114
Figura 24 - Impressão 3 D para a integração entre Arte, Matemática e Tecnologia	115
Figura 25 - Mapa do Brasil em Quebra-Cabeça 3D	116
Figura 26 - Tensegridade manipulável para o Ensino de Geometria e Física	117
Figura 27 - Gráfico da carga horária dos participantes	120
Figura 28 - Gráfico do tempo de experiência dos participantes	121
Figura 29 - Componentes curriculares que os 11 participantes trabalham	122
Figura 30 - Gráfico sobre os motivos dos docentes não utilizarem tecnologias	123
Figura 31 - Gráfico sobre disciplina de tecnologias na Graduação	124
Figura 32 - Gráfico sobre Especialização em tecnologia	125
Figura 33 - Gráfico sobre a existência de laboratório de informática nas escolas ..	126

Figura 34 - Gráfico sobre o Wi-Fi para os professores nas escolas	127
Figura 35 - Gráfico sobre o Wi-Fi para professores e alunos	129
Figura 36 - Gráfico sobre conteúdos de difícil compreensão pelos alunos	130
Figura 37 - Cronograma das etapas da formação continuada	136
Figura 38 - Momentos da formação continuada	137
Figura 39 - Possibilidades da impressão 3D em diversas áreas	140
Figura 40 - Peças diversas impressas na impressora 3D	141
Figura 41 - Slides com modelos de química	142
Figura 42 - Slides com modelos de biologia	142
Figura 43 - Slides com modelos de Geografia	143
Figura 44 - Slides com modelos de Artes, Física e Matemática	144
Figura 45 - Formação continuada sobre impressão 3D	146
Figura 46 - Exportação função do GeoGebra para a impressão 3D	148
Figura 47 - Slides usados na formação continuada	149
Figura 48 - Apostila elaborada para a formação	150
Figura 49 - Modelos impressos para a formação	151
Figura 50 - Compassos feitos na impressora 3D	153
Figura 51 - Participantes na construção e impressão de um modelo	157
Figura 52 - Participantes da formação	158
Figura 53 - Correspondência entre os participantes nos dois questionários	160
Figura 54 - Percepções dos Participantes em Relação a Formação	161
Figura 55 - Avaliação dos participantes sobre o tempo da formação	162
Figura 56 - Dispensa do Trabalho para Participação na Formação	163
Figura 57 - Participante P1 → C	168
Figura 58 - Participante P2 → I	169
Figura 59 - Participante P3 → D	170
Figura 60 - Participante P4 → E	170
Figura 61 - Participante P5 → A	171
Figura 62 - Participante P6 → B	171
Figura 63 - Participante P7 → F	172
Figura 64 - Participante P8 → H	172

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais <i>softwares</i> de desenho para impressão em 3D	85
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	A PESQUISA.....	19
2.1	TRAJETÓRIA ACADÊMICA E PROFISSIONAL	19
2.2	JUSTIFICATIVA.....	21
2.3	PROBLEMA DE PESQUISA.....	24
2.4	OBJETIVOS.....	24
2.4.1	Objetivo Geral	25
2.4.2	Objetivos Específicos.....	25
3	REVISÃO DE LITERATURA	26
4	REFERENCIAL TEÓRICO	46
4.1	SABERES DOCENTES	46
4.1.1	Interações na Construção dos Saberes	54
4.1.2	Sobre a Prática Educativa	56
4.1.3	Desafios da Carreira Profissional Docente	58
5	TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO	66
5.1	A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO.....	66
5.2	TECNOLOGIAS PARA UM ENSINO ATIVO.....	75
5.3	IMPRESSÃO 3D NA EDUCAÇÃO: POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS...83	
5.3.1	Definição e Características das Impressoras 3D.....	84
5.3.2	As Impressoras 3D na Educação.....	91
6	METODOLOGIA.....	97
6.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA.....	97
6.2	PESQUISA QUALITATIVA	98
6.3	PARTICIPANTES DA PESQUISA	99
6.4	ETAPAS DA PESQUISA.....	102
6.5	INSTRUMENTAÇÃO DA PESQUISA	106
6.6	EXPERIÊNCIAS PESSOAIS COM A IMPRESSÃO 3D.....	109
6.7	ETAPAS DA FORMAÇÃO CONTINUADA	118
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	119
7.1	PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA	119
7.2	FORMAÇÃO CONTINUADA.....	136
7.3	PERCEPÇÕES DA FORMAÇÃO CONTINUADA	159

7.4	REFLEXÕES E MUDANÇAS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DOS QUESTIONÁRIOS	168
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	175
	REFERÊNCIAS	179
	APÊNDICES	186
	APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO 1	187
	APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO 2	190
	APÊNDICE C: LISTA DE PRESENÇA DA FORMAÇÃO.....	192
	APÊNDICE D: ENTREVISTA COM PROFESSORES – PÓS-FORMAÇÃO EM IMPRESSÃO 3D	193
	APÊNDICE E: TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E VOZ	194
	APÊNDICE F: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	195
	APÊNDICE G: CARTA DE ANUÊNCIA DO LOCAL DA COLETA DE DADOS.....	198

1 INTRODUÇÃO

A sociedade atual, influenciada pelo progresso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), sugere que a educação escolar revise continuamente suas práticas de ensino, a fim de acompanhar as mudanças no mercado de trabalho, na cultura e nas interações sociais. Uma era marcada pela aceleração tecnológica e pela constante transformação; a presença de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) nas escolas tem potencial para dinamizar as práticas pedagógicas, aproximando o ensino da realidade dos estudantes e estimulando novas formas de construção do conhecimento. No entanto, como apontam Kenski (2013) e Tardif (2014), o simples acesso às tecnologias não garante, por si só, a melhoria da qualidade do ensino, sendo necessária a integração crítica, reflexiva e planejada dessas ferramentas ao contexto escolar.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça a necessidade de desenvolver no currículo escolar competências como a resolução de problemas, a criatividade e a autonomia. Para isso, destaca-se a importância de práticas pedagógicas que estimulem o pensamento investigativo, interdisciplinar e conectado com a realidade digital em que os estudantes estão inseridos. Nesse contexto, a impressão 3D emerge como uma tecnologia educacional promissora, oferecendo possibilidades de visualização, manipulação e representação de objetos, contribuindo para a compreensão de conceitos abstratos, nos saberes curriculares. Apesar do potencial inovador, a inserção efetiva da impressão 3D nas escolas enfrenta desafios relacionados à infraestrutura, à formação dos professores e ao tempo para planejamento e execução das atividades. Nesse sentido, torna-se fundamental investir em formações continuadas que promovam não apenas o domínio técnico da ferramenta, mas, sobretudo, a sua compreensão pedagógica.

Este trabalho investiga as contribuições da tecnologia de impressão 3D na formação continuada de professores da Educação Básica, considerando os diferentes saberes docentes (disciplinares, curriculares, profissionais e experienciais) descritos por Tardif (2014) e analisando de que forma esses saberes se articulam na prática profissional mediada por tecnologias. Nesta pesquisa, entende-se que a formação continuada, quando alinhada às necessidades concretas do professor e apoiada em experiências significativas, pode favorecer práticas inovadoras, transformando o ensino em um processo mais ativo, visual e contextualizado. Assim, como a formação

continuada para o uso de tecnologias nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, com enfoque na impressão 3D, contribui para a criação e aplicação de objetos de aprendizagem, visando aprimorar o ensino de Matemática e Ciências.

A investigação parte do pressuposto de que uma capacitação contínua, alinhada às necessidades concretas da atuação docente e fundamentada em vivências relevantes, pode enriquecer os conhecimentos dos educadores e incentivar abordagens pedagógicas mais criativas. A metodologia adotada foi de natureza qualitativa, com foco em uma formação continuada oferecida a professores da rede pública do município de Ouro Preto do Oeste – RO. Foram desenvolvidas atividades práticas com a utilização de *softwares* de modelagem 3D e da impressora, com o objetivo de promover a construção de objetos de aprendizagem e a aplicação desses recursos em sala de aula

A análise baseou-se nos diferentes saberes docentes propostos por Tardif (2014) — saber disciplinar, curricular, profissional e experiencial —, buscando compreender como esses saberes se articulam e se transformam na prática mediada por tecnologias. Além desses, a tese dialoga com contribuições contemporâneas como as de Matos e Gouveia (2022), que discutem a integração de tecnologias digitais como recursos pedagógicos que exigem a reconfiguração dos ambientes formativos, e Rocha (2023) e Rossi (2016) que aborda a resistência dos professores frente ao uso das tecnologias, ressaltando a importância da formação contextualizada. Assim como, Kenski (2013) que traz a tecnologia como fenômeno cultural e social, a relação entre conhecimento, poder e tecnologia, tecnologias como suporte educacional, reflexões sobre o uso irrefletido das tecnologias no ensino e os desafios e limitações

Também são citados Sefton e Galini (2022), que exploram metodologias ativas, múltiplas inteligências e o uso de tecnologias como suporte à personalização do ensino, além de Polesello (2023), que discute trilhas de aprendizagem como estratégias inovadoras que promovem autonomia e protagonismo dos estudantes. Complementando, Borba e Penteado (2019) analisam os desafios da informatização no ensino da Matemática. Enquanto Pereira e Beschizza (2022), e Ischkanian et al. (2022) destacam práticas inovadoras como a Aprendizagem Baseada em Projetos e o uso de portfólios digitais. No contexto da impressão 3D, Kovatli, Kotz e Locatelli (2019), Pinho (2020) e Onisaki e Vieira (2022) evidenciam suas aplicações pedagógicas como ferramentas que promovem o aprendizado ativo e a inclusão.

Diante do exposto, esta tese organiza-se em capítulos que visam apresentar, de forma sistemática, os fundamentos teóricos, metodológicos e analíticos da pesquisa.

O Capítulo 1 corresponde à introdução, em que se delineiam o contexto, a relevância do estudo, o problema de pesquisa, os objetivos, a metodologia adotada e a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 contempla os elementos introdutórios da pesquisa, incluindo a trajetória acadêmica da autora, a justificativa, a delimitação do problema e os objetivos.

O Capítulo 3 consiste na revisão de literatura referente à integração de tecnologias no ensino de Matemática e Ciências, com ênfase na impressão 3D.

O Capítulo 4 aborda o referencial teórico, fundamentado principalmente nos saberes docentes de Tardif (2014).

O Capítulo 5 discute o uso das tecnologias na educação, suas possibilidades e desafios, destacando a impressão 3D como recurso pedagógico.

O Capítulo 6 detalha os aspectos metodológicos da pesquisa, incluindo a descrição dos participantes, instrumentos, procedimentos e análise.

O Capítulo 7 apresenta os resultados e discussões, organizados a partir do perfil dos participantes, da análise da formação continuada e da aplicação prática da tecnologia em sala de aula.

Por fim, o Capítulo 8 traz as considerações finais, apontando as contribuições da pesquisa e propondo perspectivas para pesquisas futuras.

Esta pesquisa busca contribuir com a formação de professores que desejam inovar suas práticas, utilizando a tecnologia não como fim, mas como meio para potencializar o ensino e a aprendizagem, tornando-o mais acessível, interativo e significativo.

2 A PESQUISA

Foi desenvolvida uma formação continuada voltada para docentes dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio no município de Ouro Preto do Oeste, em Rondônia. O programa utilizou a tecnologia de impressão 3D como ferramenta pedagógica, visando à criação de objetos de aprendizagem que possam apoiar o processo de ensino e aprendizagem em conteúdos específicos das disciplinas de Matemática e Ciências.

2.1 TRAJETÓRIA ACADÊMICA E PROFISSIONAL

Minha trajetória acadêmica começou com a formação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Desde os primeiros períodos da graduação, busquei envolver-me em projetos que aproximassem a teoria acadêmica da prática docente. Com apenas dois meses de curso, integrei o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), onde atuei por um ano e meio em uma escola estadual, auxiliando alunos com dificuldades em Matemática por meio de atividades de reforço escolar.

Durante esse período, pude observar de forma direta as principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes, especialmente em conteúdos específicos como frações, operações com números inteiros, equações e resolução de problemas, o que me proporcionou um olhar mais atento às lacunas de aprendizagem e às necessidades reais da sala de aula. Essa experiência incluiu não apenas o contato direto com os estudantes, mas também a elaboração de relatórios, artigos, apresentações e exposições temáticas voltadas para os professores na universidade, o que despertou meu interesse pela pesquisa científica na área educacional.

Na sequência, atuei como monitora nas disciplinas de Cálculo e Álgebra, acompanhando outras turmas da graduação, o que contribuiu significativamente para o meu domínio de conteúdo e para o desenvolvimento de habilidades didáticas. Durante o último ano do curso, fui contratada por uma escola particular para lecionar Matemática no Ensino Fundamental e Ensino Médio. Finalizei a graduação em três anos e meio, sendo a única da minha turma a concluir o curso no tempo reduzido – dos 52 alunos que iniciaram, apenas cinco permaneceram até o final, mas somente

eu concluí naquele momento, com a pesquisa final na área de Matemática aplicada a agrimensura.

Dois anos após a conclusão da graduação, fui convidada a ministrar aulas no Ensino Superior, atuando nos componentes curriculares de exatas em cursos como Engenharia Civil e Ambiental, Pedagogia, Enfermagem, Administração e Ciências Contábeis. Paralelamente, iniciei o Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), campus Canoas, concluído em 2016, também com foco na utilização de tecnologias educacionais, com o tema em Recursos tecnológicos na práxis docente: um estudo com professores de Matemática do Ensino Médio.

Sempre tive interesse por recursos tecnológicos e, sempre que estavam disponíveis — seja por meio da escola ou por iniciativa própria — procurava incorporá-los às minhas práticas pedagógicas, diversificando metodologias para tornar as aulas mais dinâmicas e acessíveis a todos os estudantes. Apesar dos desafios enfrentados pela escassez de materiais em algumas escolas, nunca deixei de procurar outros meios, ferramentas e formas de ensinar. Com o início do Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática, também pela ULBRA Canoas, tive meu primeiro contato prático com a tecnologia de impressão 3D. Recebi algumas peças de um professor do Instituto Federal de Rondônia e, ao manuseá-las, percebi o potencial desse recurso para o ensino de Matemática. A partir desse momento, comecei a pensar em formas de adaptar e aplicar a impressão 3D em minhas aulas.

Atualmente, leciono para os anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Na escola em que trabalho, foi adquirida uma impressora 3D que, inicialmente, não contava com ninguém capacitado para operá-la. Movida pela curiosidade e pelo desejo de inovar, aprendi de forma autodidata a utilizá-la, passando a imprimir peças que auxiliassem no processo de ensino-aprendizagem. Criei, por exemplo, materiais didáticos manipuláveis como jogos e objetos para a sala temática onde leciono, além de peças para representar operações com números inteiros (utilizando modelos de duas cores para indicar sinais), facilitando a compreensão de conteúdos mais abstratos por parte dos alunos, por exemplo.

Esse envolvimento prático com a tecnologia reforçou minha escolha pela temática desta tese, que aborda a formação docente com o uso de tecnologias, especialmente a impressão 3D, tanto por meu interesse pessoal quanto pela

necessidade constante de atualização e inovação enquanto professora comprometida com a melhoria da qualidade do ensino. Observando que outras escolas vinculadas à mesma coordenadoria também haviam recebido impressoras 3D — porém encontravam-se inativas por falta de profissionais capacitados para operá-las —, passei a ser solicitada para realizar impressões destinadas a eventos e atividades de outras instituições. Diante desse cenário, percebi a urgência de compartilhar esse conhecimento e promover uma formação que possibilitasse, ao menos, que um ou dois profissionais de cada escola tivessem contato com a tecnologia, adquirindo habilidades básicas para o manuseio da impressora 3D com fins educacionais.

2.2 JUSTIFICATIVA

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2017) reitera que o aluno deve “saber fazer”, onde as atitudes e habilidades devem ser desenvolvidas, de modo que a aprendizagem sólida seja fortemente permeada nas ações estabelecidas durante o processo educativo, seja este em qualquer componente curricular. Ainda, esse documento traz na sua segunda competência a necessidade dos educandos:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2017).

Isso remete a ideia de o aluno ter disponibilidade de recursos que possibilite o seu desenvolvimento. Assim, os currículos são imprescindíveis para asseverar uma aprendizagem essencial e, junto com estes devem sobrevir ações que contextualize os conteúdos de modo que disponha de técnicas para expor, exemplificar, representar e torná-los significativos. Além disso, é necessário promover o uso de metodologias diversas, proporcionando práticas com situações e procedimentos para envolver todos os alunos na aprendizagem (Brasil, 2017).

Pataro e Balestri (2018, p.31) indicam possibilidades de abordagem das tecnologias no ensino, sendo:

Tecnologia como recurso didático: Uso de equipamentos a fim de tornar mais dinâmica, usando vídeos, animações e outros recursos audiovisuais que facilitem a compreensão de conceitos, construções, funcionamento e aplicação. Trabalho extraclasse utilizando tecnologias: Uso das TDIC como recurso para algum tipo de projeto ou pesquisa, que tenha a condução e interação do professor com o aluno. Laboratório de informática: Espaço

preparado preliminarmente pelo educador para ser utilizado pelos alunos. Neste espaço podem fazer parte, computadores, impressoras (3D, sublimática, etc.), softwares, internet, simuladores, planilhas eletrônicas, etc, para organizar dados, construir gráficos, visitas virtuais entre outros.

Assim sendo, as Tecnologias podem ser grandes aliadas do professor para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, visto que, muitos alunos desde criança estão familiarizados com esses avanços tecnológicos, podendo ser usada como meio para a construção do saber.

Acredita-se que com a utilização das tecnologias e dos modelos de impressão 3D ao se trabalhar os conteúdos de geometria, os professores (mediadores) podem ter suporte e facilidade, em sala de aula, no sentido de promover uma interação com a era digital, contextualização e entendimento do objeto em estudo. Dessa forma ao oportunizar o desenvolvimento da aprendizagem por meio de recursos tecnológicos, o aluno pode construir conceitos matemáticos, visualizar o objeto em estudo e terá prazer em aprender, pois ele não deve se comportar apenas como mero telespectador, mas ser um protagonista ativo para dar significado ao seu saber.

Segundo Moreira (1999, p.83-112) foi Bruner em sua teoria (aprendizagem por descoberta) que pondera sobre o desenvolvimento intelectual existir “três estágios de processamento e representação de informações: Manuseio e ação, organização perceptiva e imagens, símbolos”. Além da criança ser capaz de lidar com várias “sequências e alternativas ao mesmo tempo”, o que remete a demanda que as tecnologias requerem hoje em dia – inúmeras abas, ferramentas e botões a serem comandados. Ainda, de acordo com o autor, a teoria de Vygotsky na aprendizagem, menciona que o aluno deve sempre aprender interagindo, seja com o ambiente, com o professor ou os colegas e; olhando para a sociedade atual, sugere-se que o aluno também aprenda com a interação não só de pessoas e ambientes, mas também com outros recursos.

Por exemplo, no ensino sem uso de tecnologias, em um problema matemático que pede para calcular volume e área de um objeto geométrico, no máximo o aluno possui o desenho (quando vêm incorporado) para visualizar junto ao exercício, ou em alguns casos o educando tem que imaginar o objeto (e se o mesmo nunca viu tal objeto geométrico, como ele vai visualizar mentalmente suas propriedades?); isso muitas vezes dificulta o raciocínio e a resolução da atividade. E muitas vezes, os

idealizá-los na impressora 3D ou por meio de *softwares* de modelagem 3D. Dessa forma,

Em relação às tecnologias, e incluímos aqui as digitais, o teórico diz que os instrumentos criados pela cultura podem ampliar as possibilidades naturais do indivíduo e reestruturam as funções mentais superiores, ou seja, a cultura digital interfere na nossa aprendizagem, ou seja, a cultura cria auxiliares exteriores (tecnologias) que sustentam os processos psicológicos (Vygotsky, 2007 apud Martins; Giraffa, 2018, p. 9-10).

Por mais que os alunos tenham hoje a disponibilidade da internet para pesquisar sobre quaisquer assuntos, ainda assim, é importante ter algo concreto para ajudar na aprendizagem e o desenvolvimento dos seus processos cognitivos. E assim, a impressora 3D pode ser uma aliada em sala de aula, já que veio nesta época de cultura digital. E o professor deve ser o norteador do educando, mostrando a ele quais recursos existem e que podem ajudar na solução e entendimento de determinado problema.

Diante dessas percepções quanto às dificuldades de aprendizagem dos alunos, principalmente em conteúdo de Geometria nos anos finais do Ensino Fundamental, por falta de recursos que auxiliem o professor na mediação em sala de aula, é o que está motivando a realização desta pesquisa. Isto é, como o uso de recursos tecnológicos como *softwares* de modelagem 3D e modelos impressos, podem ser úteis para o educador a fim de favorecer o *insight* do aluno ao tentar resolver um problema ou até mesmo compreender conceitos geométricos.

2.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais são as contribuições da formação continuada voltada ao uso de tecnologias, nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, com a utilização da impressão 3D, para favorecer a criação e aplicação de objetos de aprendizagem que potencializem o ensino de Matemática e Ciências?

2.4 OBJETIVOS

Nesta seção, são apresentados os objetivos que norteiam a presente pesquisa, os quais conduziram o desenvolvimento do estudo e orientaram a metodologia empregada. Inicialmente, o objetivo geral, apresenta a principal finalidade

da investigação. Em seguida, são detalhados os objetivos específicos, que buscaram atingir o objetivo geral por meio das etapas realizadas e abordagens detalhadas. Estes objetivos foram elaborados de forma a contribuir para o desenvolvimento do conhecimento na área de formação dos professores, associados ao uso da tecnologia no ensino. A estruturação dos objetivos expressa a intenção de realizar uma análise aprofundada, levando em consideração os aspectos teóricos e empíricos vinculados ao tema central da pesquisa.

2.4.1 Objetivo Geral

Investigar como a formação continuada para o uso de tecnologias nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, com enfoque na impressão 3D, contribui para a criação e aplicação de objetos de aprendizagem, visando aprimorar o ensino de Matemática e Ciências.

2.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos decorrentes do objetivo principal desta investigação são:

- Investigar os saberes docentes e o uso das tecnologias como recurso pedagógico para o ensino de Matemática.
- Identificar quais conteúdos podem ser trabalhados com a utilização da impressão 3D.
- Elaborar, aplicar e avaliar uma formação continuada com professores a respeito do uso das tecnologias para o processo de ensino e aprendizagem, com aplicação da impressão 3D.
- Investigar as potencialidades e as limitações do trabalho docente, no contexto da formação continuada, a partir do uso da tecnologia de impressão 3D.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Com o intuito de conhecer os trabalhos desenvolvidos referentes ao campo de tecnologias e impressão 3D no ensino de Geometria, para os anos finais de Ensino Fundamental foi realizada uma busca por pesquisas desenvolvidas em Programa de Pós-Graduação, no Brasil, no catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Para a busca no catálogo utilizaram-se as palavras-chaves, “Impressora 3D”, “Ensino Matemática”, “tecnologias”, encontrando 219252 trabalhos, buscando-se refinar os dados obtidos foi delimitado o período para os últimos 7 anos (2015 a 2021) resultando em 2625 trabalhos (entre Dissertações e Teses), ainda aplicaram-se os filtros para Multidisciplinar (Grande área do conhecimento) e Ensino de Ciências e Matemática (área do conhecimento) e Educação e Ensino de Matemática (Área de concentração), Ensino (Área de avaliação) que tivessem alguma das palavras-chave nos resumos e títulos, resultou em 89 trabalhos, dentre esses, foram selecionados os quatro primeiros listados na Figura 3.

Em seguida, realizaram-se buscas com as palavras-chave 'Impressora 3D', 'Ensino de Ciências', 'Ensino de Matemática', 'Tecnologias' e 'Formação de Professores', no período de 2015 a 2025. Não foram encontrados trabalhos que contivessem todas essas palavras simultaneamente. Diante disso, optou-se por combinar algumas delas, obtendo os seguintes resultados: a combinação 'Impressão 3D' e 'Ensino' resultou em 7 trabalhos; 'Impressão 3D' e 'Educação', em 16; 'Impressão 3D' e 'Formação de Professores', em 3; 'Impressão 3D' e 'Matemática', em 2; e 'Impressão 3D' e 'Ensino de Ciências', em 4 trabalhos.

Após a eliminação de duplicatas resultantes de sobreposição entre combinações, restaram 13 trabalhos únicos, todos a partir de 2015 até 2025. A partir desse conjunto, foram selecionados, com base na relevância temática, 7 trabalhos.

Na Figura 3 apresentam-se os todos os trabalhos selecionados para compor a revisão de literatura.

Figura 3 - Categorização das produções acadêmicas

Autor	Ano	Tipo de trabalho	Título	Instituição de ensino
Cristiano Natal Tonéis	2015	Tese	A experiência matemática no universo dos jogos digitais: o processo do jogar e o raciocínio lógico e matemático	Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN/SP

Tatiani Garcia Neves	2015	Dissertação	Possibilidades e limites de uma prática reflexiva para a integração da tecnologia no ensino da matemática	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-UFMS
Celso Marquetti	2015	Dissertação	O uso das tecnologias digitais para a compreensão da construção de sólidos a partir de suas propriedades	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC/SP
Esmênia Furtado Parreira Ferreira	2016	Dissertação	A integração das tecnologias digitais ao ensino e aprendizagem de geometria no Ensino Fundamental – anos finais: uma proposta com foco no estudo de perímetro e área de figuras geométricas planas	Universidade Federal de Juiz de Fora Instituto de Ciências Exatas-UFJF
Natal Anacleto Chicca Junior	2017	Tese	A integração da impressora 3d FDM no processo ensino-aprendizagem da prática projetual de design	Universidade Federal de Pernambuco
Catia Helena De Almeida Lima Massari	2020	Tese	Plataforma De Ensino Em Anatomia Animal: conteúdos didáticos para o ambiente virtual de aprendizagem e impressão 3D como técnica anatômica	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo
Raylane Soares Santos	2021	Dissertação	O processo de impressão 3d como ferramenta Mediadora no ensino e aprendizagem de geometria Espacial na educação básica	Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia do Piauí/ Instituição Associada: IFPI – Campus Floriano
Francisco Daniel Costa Silva	2023	Dissertação	A percepção discente do uso da tecnologia de Impressão 3d como ferramenta para construção de Materiais didáticos na educação profissional	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte-Campus Mossoró
Janete Amorim Ribeiro	2023	Dissertação	Movimento <i>maker</i> e educação no ensino de ciências: Desenvolvimento de um curso para professores na criação de materiais didáticos open <i>Source</i> com o uso de impressão 3d	Universidade Federal de Minas Gerais-BH-Faculdade de Educação
Guilherme Soares Simões	2023	Tese	Possibilidades do uso de Impressão 3D no Desenvolvimento de Recursos Didáticos no Ensino de Ciências para Alunos com Deficiência Visual: um mapeamento em Teses e Dissertações (2013 a 2022)	Universidade Cruzeiro Do Sul-São Paulo
Gerivaldo Bezerra Da Silva	2024	Dissertação	Traçados geométricos auxiliares em triângulos: Descrição de técnicas e produção de material de ensino	Universidade Estadual Da Paraíba Campus I - Campina Grande

			E aprendizagem em impressora 3d	
--	--	--	------------------------------------	--

Fonte: a pesquisa.

Considerando os trabalhos que foram selecionados, segue uma breve síntese de cada um deles.

Tonéis (2015) traz em seu trabalho alguns exemplos de “*games*” que são divertidos e que ao mesmo tempo podem trazer aprendizado, sendo possível estabelecer relações com a Matemática. Foi desenvolvido e parametrizado *puzzles* lógicos e matemáticos para game. Elaborados com a plataforma *game engine* UDK – *Unreal Development Kit*. Os participantes foram alunos de um curso de Tecnologias em jogos digitais. Eles jogaram o game sendo a seção de jogos filmada, para posterior análise dos cenários e os jogadores em seu desenvolvimento.

Nossa pesquisa, enquanto produção de um game epistemológico, não se destina somente ao ambiente escolar. De forma mais ampla, o que defendemos pode ser utilizado em espaços escolares, uma vez que visamos à produção de games que, desenvolvendo o raciocínio lógico e matemático, formem aprendizes capazes de refletir, planejar, testar. Porém não desejamos justificar um currículo ou grade educacional especificamente (Tóneis, 2015, p. 04).

Sua metodologia de pesquisa foi baseada no *Design Based Research*¹ (DBR), por meio de um *game* protótipo, baseado em um espaço para produção de conhecimentos, fundamentado na metodologia interativa intervencionista. O autor enfatizou alguns jogos epistemológicos que usavam o raciocínio lógico e matemático como o Wind Phoenix (com traços de aventura e RPG- “*Role Playing Game*”).

Por exemplo, no game Urban Science, o jogador assumindo o papel de um engenheiro urbano, se preocupa com a construção e organização de uma cidade e também com questões de preservação ambiental e a racionalidade/otimização para a solução dos problemas urbanos. Nesta prática encontram-se conceitos como sustentabilidade e as implicações ambientais para população e, portanto, uma prática social valorizada no game (Tóneis, 2015, p. 04).

Para o autor, a cognição corporificada foi a fundamentação teórica, baseada principalmente na Fenomenologia de Merleau-Pontyana e Barsalou, Fauconnier, entre outros, que traz o *game* como uma experiência que estimula a geração de aprendizado e desenvolvimento lógico matemático. O objetivo da pesquisa do autor foi a elaboração de um *game* inicial, cujo intuito era a coleta de dados e, a utilização

¹ Pesquisa Baseada em Design (tradução nossa).

do mesmo por alunos convidados a fim de analisar o processo de uso do *game*, bom como as ações dos jogadores e as soluções de *puzzles*, buscando identificar e pautar as experiências matemáticas durante o ato de jogar. Tonéis (2015), concluiu que não se pode negar que os *games* são uma nova tendência para a área de educação, visto que o ato de jogar aumenta o nível de atenção, dedicação e concentração dos jogadores, podendo ser usado pelo professor em benefício da aprendizagem.

O desenvolvimento do raciocínio lógico e matemático se apresenta na avaliação dos resultados das ações pelos próprios sujeitos envolvidos. Em um encadeamento no processo de descobertas ou produções de conhecimentos, impulsionando a apreensão por meio da criação e testes de conjecturas ou hipóteses em meio à navegação ou exploração (Tóneis, 2015, p. 06).

O autor ressalta ainda, falando da sugestão de se trabalhar com games na educação, que se deve considerar a liberdade de escolha do aluno de “jogar um jogo”, por isso a proposta da utilização das salas de informática em períodos de contraturnos, onde só iriam jogar quem estava “a fim de jogar”, pode ser observado como a demonstração de interesse e dedicação no jogo, o que reforça a ideia de empenho dos jogadores nesse tipo de proposta. E por fim, o trabalho elucida a importância do desenvolvimento do raciocínio lógico e matemático na vivência dos jogos digitais. No entanto, considerando que os jogos para adolescentes, jovens e adultos têm que ser atrativos e, isto representa um grande desafio para a equipe de produtores de jogos (equipe multidisciplinar).

Neves (2015) em seu trabalho teve como intuito mostrar as limitações na prática de um professor de Matemática ao usar as tecnologias. Foi desenvolvida em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola estadual, escolhida por um professor dessa turma. Tal educador disponibilizou o acesso aos seus planejamentos entregues e arquivados na escola de anos anteriores, bem como a história de sua trajetória e formação; além de responder indagações sobre o funcionamento da escola e como é a estrutura física da sala de tecnologia. Foram observadas *in loco*, ações do professor ao se trabalhar com as tecnologias com a turma escolhida.

Essa pesquisa foi de base qualitativa, que utilizou entrevistas, questionários semiestruturados, gravação de áudios dos encontros e vídeo aulas das práticas de um professor de Matemática, observação e notas de campo. A autora baseou-se em Bittar, Lobo da Costa e Kenski para a fundamentação das discussões acerca das

tecnologias. Foram citadas dificuldades em agendar a sala de multimídia, falta de tempo e de equipamentos eletrônicos, além de problemas relacionados ao uso de softwares de modelagem 3D e de conhecimento técnico, como limitações no uso das tecnologias pelo profissional da educação. Tal pesquisa permitiu a análise reflexiva da prática do docente e possibilitou vislumbrar atitudes e autonomias por parte do professor, a fim de criar condições que superem essas barreiras burocráticas escolares.

Marquetti (2015) em sua pesquisa de base qualitativa elucida a dificuldade de estratégias de ensino de geometria aos estudantes do Ensino Médio, que de acordo com o autor têm uma grande dificuldade de aprendizagem de acordo com sua experiência e observação. E, traz como exemplo os sólidos geométricos, onde possuem limitações em visualização e compreensão tridimensionais. Seu trabalho é um estudo de caso com cinco estudantes, que tinham um desempenho satisfatório em uma escola particular de São Paulo, onde propôs uma sequência didática que explora o volume dos sólidos geométricos. Nesta sequência o pesquisador utilizou o *software* Geogebra no desenvolvimento das atividades propostas aos estudantes participantes, como apoio principalmente, para ajudar no aspecto “visualização espacial”, onde acentua a importância da utilização das tecnologias no ensino da Matemática. O modelo adotado na pesquisa foi de colaboração conjunta, sem intervenção do pesquisador, mas ele sendo como orientador e mediador nas atividades da sequência didática. Os resultados apontaram que a tecnologia avulta uma visualização, experimentação e dinamismo, bem como os estudantes tiveram uma significativa reorganização do pensamento na possibilidade de visualizar e interagir com a representação do objeto.

O trabalho de Marquetti (2015) traz diversos autores que exploram a problemática, a partir dos seguintes aspectos: a dificuldade dos alunos de visualização, em atividades que envolvam geometria espacial; o ensino de geometria proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais, trazendo como resultado a problemática aprendizagem dos alunos e dificuldades encontradas por eles a estabelecer e representar relações entre sólidos geométricos e aprender suas propriedades, também foi utilizado os estudos de Ritter sobre o obstáculo de visualização que os alunos têm com a geometria espacial, que reflete assim nas dificuldades deles, principalmente de calcular áreas e volumes de sólidos.

Ferreira (2016) afirma que a motivação da sua pesquisa foi a inquietação e reflexão de queixas dos alunos do Ensino fundamental ao encontrar dificuldades quando se deparavam com problemas que envolviam perímetro e área de figuras geométricas. O objetivo foi investigar a integração de Tecnologias Digitais no ensino de Geometria. Seu trabalho também envolveu o uso do *software* Geogebra como suporte tecnológico para visualização das figuras geométricas de modo que, fosse possível ver suas propriedades ao executar simulações de rotacionar, arrastar e girar. A metodologia foi qualitativa no intuito de analisar as interações que o *software* possibilita como ferramenta para compreensão de conceitos matemáticos. Seu objeto de pesquisa foram alunos de 5 escolas da rede municipal de Juiz de Fora, Minas Gerais, dos anos finais do Ensino Fundamental.

Nesta pesquisa, a estrutura utilizada foi a Engenharia Didática. Sendo constituída de pesquisa de campo com questionários semiestruturados para analisar a realidade local das instituições pesquisadas. No entanto, para a realização das atividades práticas com o Geogebra, foi escolhida uma das escolas com estudantes de duas turmas de 9º ano. Foi elaborado um produto educacional específico para os professores de Matemática da pesquisa, que utiliza o Geogebra para facilitar o ensino e aprendizagem de Geometria.

Como resultado de sua pesquisa, Ferreira (2016) cita que os professores de Matemática destacaram a falta de laboratórios em funcionamento, pouco tempo para preparar aulas, falta de suporte técnico, entre outros aspectos que dificultam a ação do professor para utilizar tecnologias. Entretanto, com a aplicação dessa pesquisa, puderam perceber que os alunos apresentaram uma autonomia ao usar de suas próprias construções e formalização dos conceitos de figuras geométricas planas. Os aportes teóricos principais citados no referencial teórico de sua pesquisa foram Chevallard, sobre a Teoria Antropológica do Didático e, sobre a transformação que ocorre quando um indivíduo busca aprender de forma espontânea dentro de uma situação didática.

Chicca Junior (2017), em seu trabalho tem como foco central, analisar as vantagens e limitações da tecnologia de impressão 3D FDM (Fused Deposition Modeling) quando aplicada no ensino da prática projetual nos cursos de Design. O objetivo principal é entender como a materialização iterativa de arquivos digitais em modelos físicos pode contribuir para o desenvolvimento do processo de ensino e

aprendizagem. A falta de professores qualificados e de ambientes equipados leva muitos alunos a buscarem cursos externos para aprender o uso das ferramentas de design. No entanto, esse aprendizado técnico isolado, sem vínculo com o processo projetual, limita a compreensão crítica e criativa do uso dessas tecnologias. As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) defendem uma formação teórico-prática que prepare profissionais para as constantes mudanças do mercado, incentivando a integração entre ensino e prática industrial

A metodologia adotada combina revisão de literatura, experimentos pedagógicos em disciplinas de projeto e uma oficina prática com alunos, além da aplicação de questionários e entrevistas com docentes e profissionais da área. Os dados coletados são analisados de forma qualitativa e quantitativa para investigar o impacto da ferramenta no contexto acadêmico e seu alinhamento com práticas da indústria.

Os resultados evidenciam que, apesar do potencial pedagógico da impressão 3D, seu uso efetivo exige planejamento curricular, capacitação docente e infraestrutura adequada. Foi constatado que a simples inserção da tecnologia não garante melhoria no aprendizado, sendo necessária uma integração metodológica com as práticas projetuais. Além disso, os alunos enfrentam dificuldades tanto técnicas (no uso da impressora, dos softwares de modelagem 3D, dos *slicers* e, em alguns casos, dos *printer hosts*) quanto metodológicas (na estruturação do projeto). Contudo, quando bem aplicada, a impressão 3D pode favorecer a compreensão espacial, estimular o raciocínio projetual iterativo e aproximar o ambiente acadêmico do contexto industrial. No processo de impressão 3D, diferentes categorias de *softwares* podem ser utilizadas: os de modelagem 3D, responsáveis pela criação digital do objeto; os *slicers* (fatiadores), que convertem o modelo em instruções de camadas compreensíveis pela impressora; e os *printer hosts*, *softwares* que permitem o controle e monitoramento da impressora durante a execução da impressão.

A tese destaca que o uso de tecnologias no ensino e aprendizagem de *design*, como a impressão 3D, exige mais do que apenas a inserção de novas ferramentas em sala de aula. O ensino tradicional, centrado no professor, precisa dar lugar a abordagens práticas e interativas, que estimulem o aluno a construir conhecimento por meio da experimentação.

Na tese de Chicca Junior (2017), a tecnologia de impressão 3D FDM é apresentada como uma ferramenta com grande potencial no ensino de design, especialmente na prática projetual. Entre as vantagens, destaca-se a possibilidade de materializar ideias abstratas em modelos físicos, facilitando a visualização e a compreensão dos projetos. A impressão 3D também estimula o raciocínio criativo, permite o uso iterativo de protótipos, aproxima o ambiente acadêmico das práticas industriais e contribui para o desenvolvimento de competências técnicas e projetuais nos alunos.

Por outro lado, a tese também aponta limitações importantes. A tecnologia ainda apresenta um uso muito experimental, com falhas recorrentes nas impressões e dificuldades de configuração. Além disso, há uma curva de aprendizagem elevada para alunos e professores, além da carência de infraestrutura adequada nas universidades públicas, como equipamentos, manutenção e espaços específicos. A falta de integração da ferramenta ao currículo e às metodologias tradicionais também compromete sua efetividade, exigindo reformas no ensino e maior preparo institucional para sua implementação adequada.

Ela enfatiza que métodos tradicionais, centrados apenas na exposição teórica, são insuficientes para lidar com as novas demandas da prática projetual. Em contrapartida, as metodologias ativas — como a aprendizagem baseada em projetos (PBL), aprendizagem baseada em problemas (ABP) e aprendizagem baseada em desafios (CBL) — são apontadas como estratégias mais adequadas para integrar tecnologias como a impressão 3D ao processo de ensino-aprendizagem, sendo a conexão entre fundamentos conceituais e experiências práticas. Essas abordagens colocam o aluno como protagonista, promovendo autonomia, experimentação, resolução de problemas reais e o desenvolvimento de competências técnicas e criativas. A tese defende que essas metodologias, aliadas ao uso de ferramentas tecnológicas, ajudam a aproximar o ambiente acadêmico da realidade profissional e contribuem para uma formação mais completa e alinhada com o mercado.

Massari (2020) em sua pesquisa apresenta como objetivo, o desenvolvimento de uma plataforma de ensino em Anatomia Animal, integrando conteúdos didáticos para ambientes virtuais e o uso da impressão 3D como técnica anatômica para alunos do curso. A proposta surge da necessidade de superar os desafios encontrados no ensino tradicional de Anatomia Veterinária, especialmente diante da redução da carga

horária prática e das limitações no uso de cadáveres. O foco principal foi criar materiais didáticos digitais e biomodelos impressos em 3D que pudessem complementar o processo de ensino-aprendizagem, oferecendo uma metodologia híbrida que une teoria online e prática laboratorial.

A metodologia adotada envolveu a elaboração de nove módulos didáticos, baseados na Nomina Anatomica Veterinaria, e hospedados na plataforma Google Classroom. Esses módulos foram compostos por textos, glossários, videoaulas, estudos de casos e avaliações, proporcionando um aprendizado dinâmico e acessível. Paralelamente, foram desenvolvidos biomodelos anatômicos de cães, por exemplo, produzidos a partir da digitalização de peças anatômicas via tomografia computadorizada. As imagens obtidas foram convertidas em arquivos digitais, processadas em *softwares* específicos como InVesalius, Cura, Blender e AutoCAD, e posteriormente impressas em impressoras 3D utilizando material termoplástico (ABS-Acrilonitrila Butadieno Estireno).

Os resultados mostram que a plataforma criada atendeu aos objetivos, oferecendo aos alunos uma ferramenta inovadora, capaz de facilitar a compreensão do complexo forma-função dos sistemas anatômicos. Os biomodelos físicos e digitais se mostraram pertinentes no auxílio ao ensino, permitindo não apenas o estudo anatômico, mas também simulações clínicas e planejamento cirúrgico. Os alunos demonstraram maior interesse, engajamento e autonomia no processo de aprendizagem, validando a eficácia da proposta.

Nas considerações finais, Massari (2020) conclui que a integração entre os recursos digitais, o ensino online e a impressão 3D representa uma solução eficiente e acessível para o ensino de Anatomia Veterinária. A proposta respeita os princípios dos 3Rs (Replacement, Reduction e Refinement), contribuindo para a redução do uso de cadáveres e promovendo práticas mais sustentáveis e éticas. Além disso, ressalta-se que, embora os recursos digitais sejam extremamente valiosos, a prática presencial no laboratório continua essencial e insubstituível, mas pode ser enriquecida e potencializada com as tecnologias aplicadas no projeto. A proposta incentiva metodologias ativas, como a sala de aula invertida, além de integrar outras áreas, como Diagnóstico por Imagem e Clínica de Pequenos Animais.

O uso de tecnologias, como tomografia computadorizada e impressão 3D, é destacado como uma ferramenta eficiente para suprir limitações dos acervos

anatômicos tradicionais, além de possibilitar o acesso a peças de alta fidelidade. O ensino a distância (EaD) e o *blended learning* são apontados como aliados importantes, oferecendo flexibilidade e acessibilidade, embora também enfrentem desafios, como a evasão e dificuldades de infraestrutura. A impressão 3D se mostrou uma solução viável para complementar o ensino, preservando acervos anatômicos e garantindo recursos para instituições com limitações.

Apesar de desafios técnicos na impressão, como imperfeições nas peças, o avanço da tecnologia e o menor custo das impressoras tornam essa prática cada vez mais acessível. A pesquisa conclui que a plataforma virtual associada aos biomodelos 3D é uma ferramenta inovadora, mas que não substitui as práticas tradicionais de dissecação. Ao contrário, complementa e enriquece o ensino, oferecendo uma alternativa sustentável, ética e tecnicamente eficiente para a formação em Anatomia Veterinária.

Santos (2021) afirma que a Educação Matemática tem avançado lentamente devido à falta de interesse dos alunos e à pouca formação continuada dos professores. O uso exclusivo do quadro e pincel desmotiva os estudantes, que já consideram a disciplina difícil. Aulas mais dinâmicas, com uso de tecnologias e metodologias inovadoras, podem melhorar o aprendizado. Por isso, é essencial que os docentes busquem constantemente novas formas de ensino que envolvam os alunos de forma ativa e conectem o conteúdo à realidade e às tecnologias do cotidiano. Diante disso, torna-se essencial que os professores inovem nas aulas, utilizando recursos concretos, tecnologia e aplicações práticas da Matemática no cotidiano para estimular o interesse dos alunos, inclusive no ensino da geometria.

Em sua dissertação a autora utilizou a impressão 3D como ferramenta no ensino, destacando seu potencial na criação de materiais concretos que auxiliam a compreensão dos conteúdos ao serem manipulados digital ou fisicamente pelos alunos. O uso de materiais concretos tridimensionais no ensino não é novidade, mas a impressão 3D permite produzi-los com maior precisão e realismo. Isso melhora a visualização e compreensão dos conceitos e formas da geometria espacial, tornando-se uma ferramenta aplicável no processo de aprendizagem.

Para Santos (2021) a tecnologia oferece novas formas de aprender, e o uso da modelagem e impressão 3D desperta a curiosidade dos alunos, incentivando a formulação de hipóteses. Trazendo um novo conceito de recurso didático, com

potencial para transformar a forma de aprender, ao permitir a criação de diversos objetos concretos a partir de arquivos digitais. É possível desenvolver praticamente qualquer estrutura, colocando o aluno como protagonista e ligando a aprendizagem ao fazer.

Dessa forma, Santos (2021) propôs em seu trabalho uma oficina aplicada que utilizava a impressão 3D como ferramenta didática no ensino de geometria espacial para alunos do Ensino Fundamental. A atividade envolveu várias etapas práticas e teóricas. Inicialmente, foram selecionados conteúdos e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) relacionados à geometria espacial. Após uma reunião de apresentação da proposta aos estudantes, foi aplicado um pré-teste para avaliar os conhecimentos prévios dos participantes.

Em seguida, houve uma explanação teórica sobre os conteúdos de geometria e sobre o uso dos *softwares* Tinkercad e GeoGebra, escolhidos por sua acessibilidade e aplicabilidade. Os alunos então aprenderam a modelar sólidos geométricos nesses *softwares*, que posteriormente foram fatiados em um programa específico e impressos em uma impressora 3D. Durante o processo, os estudantes puderam acompanhar todas as etapas da impressão, desde a modelagem até a visualização das peças prontas.

Após a impressão, foi realizada uma mostra e discussão com os alunos sobre a excelência, utilidade e aplicabilidade dos modelos produzidos. Em seguida, aplicou-se um pós-teste para avaliar a evolução do aprendizado em comparação ao início da oficina. Como atividade final, os alunos foram convidados a criar uma paisagem ou objeto utilizando os sólidos geométricos, estimulando a criatividade e a associação entre o abstrato e o concreto. Por fim, os participantes deram suas opiniões sobre toda a experiência, permitindo uma análise qualitativa dos resultados obtidos com a metodologia empregada.

Segundo a autora, observou-se um avanço significativo dos alunos em quase todos os conteúdos abordados, com alguns alcançando 100% de aproveitamento, mesmo tendo encontros online e alunos com dificuldades por causa da internet. De modo geral, a oficina mostrou que o uso da impressora 3D foi altamente motivador para os estudantes. O trabalho alcançou seu objetivo de analisar os efeitos da impressão 3D no ensino e aprendizagem de geometria espacial na Educação Básica, evidenciando resultados positivos. Os relatos dos alunos indicam que metodologias

diferenciadas tornam a Matemática mais atrativa, despertando interesse e melhorando a qualidade do ensino.

Silva (2023) traz em sua dissertação como o objetivo central da pesquisa, compreender os benefícios e as limitações da aplicação da tecnologia de impressão 3D no processo educativo, utilizando oficinas práticas realizadas no IFCE – Campus Pecém. A proposta buscou promover uma aprendizagem significativa, na qual o estudante se reconheça como agente ativo de sua formação, dentro de uma perspectiva de desenvolvimento integral. De forma mais específica, a pesquisa teve como metas elaborar uma proposta de oficina de impressão 3D voltada aos alunos dos cursos técnicos subsequentes, contribuindo para a qualificação do ensino; analisar o progresso da criatividade e da autonomia dos discentes na construção das competências exigidas pelo curso; e, por fim, propor estratégias pedagógicas que favoreçam a inserção da impressão 3D nas atividades escolares, com base nos resultados obtidos ao longo do estudo.

A metodologia envolveu encontros práticos e aplicação de instrumentos avaliativos com base na Escala Likert, antes e depois das oficinas. Foi baseada em uma abordagem quantitativa, com o objetivo de identificar padrões, tendências e indicadores relacionados à inserção da tecnologia de impressão 3D no contexto educacional. Conforme os autores referenciados no estudo, essa abordagem se caracteriza por trabalhar com dados objetivos e representativos, buscando mensurar aspectos da realidade por meio de métodos estatísticos rigorosos. A pesquisa foi estruturada para aplicar instrumentos de coleta de dados que permitissem quantificar a percepção dos alunos antes e depois das oficinas pedagógicas. A análise quantitativa foi fundamental para validar as informações obtidas, permitindo estabelecer relações entre variáveis, ainda que com limitações quanto à interpretação de aspectos subjetivos ou complexos da vivência educacional.

Apesar das críticas comuns à abordagem quantitativa — como a dificuldade de captar a totalidade das questões humanas e sociais —, o estudo reconhece que essa metodologia oferece confiabilidade e generalização dos dados em relação ao grupo pesquisado, sendo uma estratégia suficiente para avaliar a presença de características que influenciam o processo de ensino e aprendizagem com o uso da tecnologia.

No trabalho de Silva (2023) foram realizadas cinco oficinas práticas de quatro horas cada, com estudantes de diferentes cursos técnicos do IFCE – Campus Pecém. As atividades abordaram desde a introdução à tecnologia de impressão 3D, modelagem em *software* CAD, preparação de arquivos para impressão, até o manuseio da impressora. Os alunos foram organizados em grupos interdisciplinares para desenvolver projetos, promovendo o trabalho colaborativo e a aprendizagem prática. Professores acompanharam as atividades para auxiliar na integração dos conteúdos.

Ao final, os projetos foram apresentados e as oficinas avaliadas por meio de questionário. Os encontros foram marcados pelo entusiasmo dos alunos e pela construção colaborativa de conhecimento. Eles aprenderam sobre todo o processo da impressão 3D, desde a criação do modelo até sua materialização. No quarto encontro, os alunos foram divididos em grupos interdisciplinares para desenvolver projetos práticos com aplicação no contexto escolar. Esses projetos foram apresentados no último encontro.

Durante as oficinas, foram identificadas dificuldades na modelagem 3D, superadas com o apoio de uma monitora da disciplina de CAD. A dedicação dos alunos foi evidente, inclusive com o funcionamento das impressoras durante a noite para garantir a entrega dos trabalhos. O projeto estimulou não apenas habilidades técnicas, mas também autonomia, criatividade e até iniciativas empreendedoras. As oficinas se encerraram com apresentações e a aplicação do segundo questionário avaliativo.

Assim, Silva (2023) afirma que os resultados da pesquisa demonstram que a aplicação dos dois instrumentos avaliativos possibilitou delinear o perfil dos participantes e compreender suas experiências durante as oficinas de impressão 3D. Os dados revelaram o interesse, o envolvimento e a disposição dos alunos em explorar a tecnologia, destacando o impacto positivo da abordagem adotada. A impressão 3D foi percebida como uma ferramenta inovadora promovendo a criatividade, a autonomia e o protagonismo discente. A metodologia utilizada, alinhada às Metodologias Ativas e à Cultura *maker*, mostrou-se adequada para enriquecer o planejamento pedagógico, tornando o aprendizado mais significativo e conectado à prática. A pesquisa também apontou que os estudantes valorizam mais o aprendizado prático e colaborativo do que avaliações tradicionais, reforçando a importância de

estratégias que estimulem a produção de conhecimento útil para suas vidas acadêmicas, pessoais e profissionais.

Ribeiro (2023) em seu trabalho, trouxe uma pesquisa com o objetivo de desenvolver um curso e oficinas voltados à formação de professores no uso da impressão 3D e na promoção da cultura *maker*: oferecer um curso online sobre impressão 3D no ensino de Ciências; desenvolver oficinas para professores da educação básica e superior; contribuir com a formação continuada docente; orientar a produção de materiais didáticos em um laboratório de prototipagem (Fab Lab-fabrication laboratory) em Ibirité; e indicar recursos didáticos organizados por disciplina. O curso de impressão 3D no ensino de Ciências busca reduzir a resistência e o receio de alguns professores quanto ao uso de tecnologias, promovendo confiança no manuseio desses recursos e possibilitando que acompanhem a evolução da tecnologia 3D nas escolas; por se acharem sem habilidade ou por julgarem a tecnologia um “bicho de sete cabeças”.

O trabalho da autora buscou levar os docentes a reconhecerem o conhecimento como ferramenta para orientar suas práticas pedagógicas diante das demandas sociais, e não como instrumento de dominação. Evita-se tratar a impressão 3D e a cultura *maker* apenas sob uma perspectiva comercial ou industrial, priorizando a criação de soluções para problemas do cotidiano e a democratização do acesso ao conhecimento científico e ao "aprender fazendo".

A metodologia adotada baseou-se na pesquisa-ação, envolvendo a pesquisadora e um coletivo de colaboradores na elaboração do curso online e da oficina para formação de professores sobre impressão 3D. A elaboração do produto iniciou-se com uma parceria formalizada com um campus do IFMG (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais), após apresentação da proposta de pesquisa aos gestores da instituição, resultando em uma ação extensionista alinhada ao objetivo inicial: a criação de um tutorial para professores. Com a autorização para uso do espaço *maker* (futuro Fab Lab), materiais e impressoras 3D, e a colaboração de duas bolsistas, as atividades foram adaptadas ao contexto da pandemia, com orientações realizadas remotamente. As bolsistas, supervisionadas pela pesquisadora e por um professor parceiro, iniciaram a busca de modelos 3D didáticos em plataformas como o Thingiverse, conhecida por seu acesso livre e alinhamento ao movimento *maker*. Os modelos encontrados foram organizados em

uma planilha via Google Forms, contendo informações relevantes para o desenvolvimento da pesquisa.

Após a experiência inicial com o tutorial e o treinamento das bolsistas do IFMG, decidiu-se expandir a proposta e desenvolver um curso online para professores de Ciências, utilizando a plataforma Cursoteca COLTEC. O curso, construído com base no material anterior, foi desenvolvido no WordPress e intitulado "Impressão 3D no ensino de ciências", integrando textos, imagens e vídeos. Para facilitar o aprendizado da modelagem 3D, foi adotado o *software* gratuito e acessível TinkerCad, indicado para prototipagem rápida. Foi realizada uma oficina gratuita de impressão 3D para professores de Ibirité-MG, em parceria com o IFMG, como complemento a um curso online. A divulgação e inscrição ocorreram por e-mail e formulário. As oficinas aconteceram nos dias 8 e 9 de dezembro de 2021, no Fab Lab do IFMG, com uso de equipamentos como impressoras 3D e cortadora a laser, seguindo protocolos de segurança sanitária. Bolsistas auxiliaram os participantes, e ao final, foram coletados feedbacks para análise dos resultados.

Como resultados do trabalho de Ribeiro (2023) foram aplicados dois questionários: um na inscrição, para conhecer os participantes, e outro após a oficina, para avaliar o curso e coletar sugestões. Houve 37 respostas no primeiro, com maioria de professores do Ensino Médio e grande parte com mais de 23 anos de experiência. Apenas 9 participaram da oficina presencial, muitos sem ter feito o curso online. As sugestões incluíram ampliar o tempo da oficina e criar bancos de peças por disciplina, reforçando que os professores valorizam ter acesso a recursos diretamente relacionados às suas áreas de ensino. A tentativa de avaliar o impacto nas aulas teve baixo retorno, dificultando uma análise mais precisa.

Assim, Ribeiro (2023) traz em suas considerações finais que a pesquisa atingiu seus objetivos, desenvolvendo um curso online sobre impressão 3D com 155 inscritos, majoritariamente do ensino médio e profissionalizante. As oficinas presenciais também foram realizadas com sucesso, recebendo avaliações positivas. O projeto contribuiu para a formação continuada dos professores, fortalecimento do Fab Lab de Ibirité e produção de materiais didáticos. Os docentes destacaram a importância de acessar recursos específicos para suas disciplinas, além de superarem medos sobre o uso de tecnologias. As atividades estimularam a curiosidade, a experimentação e a aproximação com a cultura *maker*. O projeto reforça a importância

de espaços como o Fab Lab na educação, alinhando-se às diretrizes dos PCN e da BNCC, e promove o uso da tecnologia como bem público, voltado para fins educativos e colaborativos.

Simões (2023), analisou em sua tese o uso da impressão 3D na criação de recursos didáticos acessíveis no Ensino de Ciências voltado a alunos com deficiência visual (DV). A pesquisa, do tipo Estado da Arte, investigou teses e dissertações brasileiras disponíveis no banco da CAPES, defendidas entre 2013 e 2022. O objetivo principal foi mapear os recursos pedagógicos desenvolvidos com impressão 3D, analisando seu potencial para promover a inclusão social e a aprendizagem científica desses alunos. O autor identificou nove trabalhos (oito dissertações e uma tese) que abordam o tema. A análise seguiu referenciais como Fiorentini (2002), Ferreira (2002), e os fundamentos da Defectologia e da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, visando compreender como esses recursos dialogam com os processos de aprendizagem e inclusão.

Os resultados mostraram que a impressão 3D é uma ferramenta viável e promissora para criar materiais acessíveis, com impacto significativo na autonomia e na aprendizagem de alunos com DV. Contudo, o estudo também revela a escassez de pesquisas e referências sobre o tema, indicando a necessidade de mais estudos e investimentos.

A tese do autor investigou como os recursos didáticos elaborados com impressora 3D, vêm sendo utilizados no Ensino de Ciências para alunos com deficiência visual (DV) em teses e dissertações brasileiras. Foi identificado que esses recursos são aplicados em escolas regulares, instituições especializadas e centros de pesquisa, com foco predominante no Ensino Fundamental e Médio. Ainda há escassez de estudos voltados à Educação Infantil e ao Ensino Superior. Os recursos em 3D se mostraram funcionais na inclusão social e na compreensão de conteúdos científicos, permitindo que os alunos com DV interajam com modelos táteis e tridimensionais — como estruturas biológicas, modelos atômicos, mapas e geometrias. A personalização desses materiais favoreceu um aprendizado mais significativo. No entanto, seu resultado positivo depende diretamente da forma como são utilizados em sala de aula e do apoio pedagógico oferecido. Isso reforça a necessidade de formação docente específica sobre o uso pedagógico dessas tecnologias.

A análise das produções revelou um predomínio de dissertações, principalmente de mestrados profissionais, o que reflete a busca por aplicações práticas na educação. Os trabalhos analisados foram produzidos em diferentes regiões do Brasil, com maior concentração nas regiões Sul e Sudeste. Quanto aos fundamentos teóricos, apenas dois dos nove trabalhos analisados incorporaram a Defectologia e a Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, demonstrando uma lacuna importante. Essas teorias poderiam contribuir para o desenvolvimento de recursos que promovam interações sociais significativas, fundamentais para a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo desses alunos.

Simões (2023), traz como contribuição este estudo, que fornece subsídios para novos pesquisadores interessados no tema e aponta caminhos metodológicos e teóricos. Destaca também a importância da criação de redes colaborativas entre professores e pesquisadores e sugere a implementação de formações continuadas e manuais práticos sobre o uso da impressão 3D na educação inclusiva. Promover o diálogo entre a Educação Básica e a pesquisa acadêmica é essencial para enriquecer práticas pedagógicas e ampliar a inclusão escolar.

Silva (2024) em sua dissertação tem como propósito principal ampliar o aprendizado da Geometria no ensino básico, explorando técnicas pouco abordadas nos livros didáticos brasileiros: os traçados auxiliares em triângulos. O objetivo central foi apresentar essas técnicas de forma acessível para estudantes da Educação Básica e criar um recurso didático impresso em 3D que auxilie no ensino da Geometria. Entre os objetivos específicos, destacam-se: explicar e demonstrar as técnicas, resolver problemas com base nelas, desenvolver um kit pedagógico com peças impressas em 3D, preparar guias de utilização e disponibilizar gratuitamente esse material online. A metodologia envolveu levantamento teórico, elaboração de proposições geométricas, seleção de problemas adequados ao nível escolar, modelagem digital das peças com o *software* Blender, impressão e testes com impressora 3D, além da produção de três manuais de apoio.

Como resultados, o autor sistematizou sete técnicas de traçados auxiliares em quinze proposições e aplicou essas ideias na resolução de problemas, incluindo alguns de olimpíadas de Matemática. O principal produto da pesquisa foi um kit educativo com peças que permitem montar figuras geométricas e explorar propriedades dos triângulos sem a necessidade de lápis e papel. O trabalho também

incentiva a prática da cultura *maker* e a criação de materiais pedagógicos por professores. Esse estudo representa uma contribuição valiosa para o ensino de Matemática, ao unir teoria, prática, tecnologia e criatividade no processo de ensino e aprendizagem.

O ensino da Matemática apresenta desafios significativos, conforme destaca Silva (2024), principalmente devido à complexidade dos conceitos e à dificuldade dos alunos com representações geométricas, espaciais, medidas e proporções. O aprendizado matemático exige uma progressão lógica de definições, propriedades, algoritmos e fórmulas, o que, frequentemente, é percebido pelos estudantes como um caminho longo e árduo a ser percorrido em tempo limitado. Essa característica é inerente à natureza da disciplina e, embora não possa ser alterada, é possível implementar metodologias que favoreçam a participação dos alunos, tornando-os mais ativos no processo de construção do conhecimento. Por isso, nesse contexto, estratégias pedagógicas que incentivem a interação prática dos estudantes tornam-se fundamentais segundo o autor. Atividades que envolvem manipulação de objetos e resolução colaborativa de problemas contribuem para a consolidação dos conteúdos, oferecendo uma alternativa às abordagens estritamente expositivas.

Embora as aulas tradicionais desempenhem papel importante na transmissão direta de conteúdos, sua eficácia é limitada a um grupo restrito de alunos. Por esse motivo, o uso de metodologias inovadoras torna-se essencial para alcançar um público mais amplo e diversificado, promovendo diferentes formas de apreensão dos conceitos matemáticos.

A presente pesquisa propõe um recurso educacional voltado ao ensino de Geometria na Educação Básica. As técnicas de traçados auxiliares sistematizadas ao longo do estudo têm potencial para enriquecer a formação docente, ao passo que o “Kit de Matemática em Impressora 3D: Problemas de Geometria com Traçados Auxiliares em Triângulos” se apresenta como uma ferramenta de apoio didático, capaz de estimular o interesse dos alunos e facilitar a resolução de problemas geométricos. O kit desenvolvido reúne características de atividades práticas com os fundamentos de aulas expositivas, funcionando como um experimento de laboratório destinado à revisão e fixação de conteúdos.

Assim, Silva (2024) devido ao tempo limitado disponível para a pesquisa, à extensa demanda gráfica do trabalho e à complexidade envolvida na modelagem e

impressão 3D, não foi possível realizar a aplicação do material em contextos escolares. A implementação futura dessa aplicação é prevista com o objetivo de avaliar suas contribuições ao processo de ensino-aprendizagem, realizar eventuais aprimoramentos e gerar dados qualitativos e quantitativos sobre sua eficácia.

Além disso, nas considerações finais de Silva (2024), destaca-se a intenção de contribuir com a difusão da cultura *maker*, direcionando o uso de tecnologias digitais para práticas pedagógicas inovadoras. A intenção é incentivar professores a se tornarem produtores de materiais didáticos personalizados, utilizando ferramentas como a impressão 3D. Reconhece-se, contudo, que propostas inovadoras demandam tempo de planejamento e execução, o que muitas vezes se contrapõe à carga horária elevada enfrentada por docentes. Por essa razão, reforça-se a importância da socialização desses materiais e práticas por meio de plataformas educacionais digitais, promovendo o compartilhamento de recursos e experiências entre profissionais da educação.

Os estudos analisados evidenciam o potencial das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), destacando sua contribuição para o desenvolvimento da autonomia, do raciocínio lógico e da visualização de conceitos abstratos. As pesquisas de Ribeiro (2023), Simões (2023), Silva (2024), Marquetti (2015), Ferreira (2016) e Júnior (2023) mostram que o uso de *softwares* voltados à construção de modelos digitais, incluindo *softwares* de modelagem 3D e *slicers*, favorece a compreensão de conteúdos, estimulando a experimentação, a reorganização do pensamento e a autonomia dos estudantes. Tóneis (2015), por sua vez, amplia esse horizonte ao propor a utilização de games como instrumentos pedagógicos que promovem o engajamento, a resolução de problemas e a cognição corporificada, integrando lógica, criatividade e crítica social.

Neves (2015) acrescenta uma perspectiva essencial ao analisar os entraves enfrentados por professores no uso das tecnologias, como a falta de infraestrutura, tempo, formação adequada e apoio institucional, ressaltando que a superação desses obstáculos exige reflexão crítica, autonomia docente e políticas educacionais que observem esses aspectos. Em conjunto, os trabalhos reafirmam que, embora o uso das TDIC ainda enfrente limitações práticas e estruturais no contexto escolar, sua implementação intencional e criativa pode transformar significativamente as experiências de ensino e aprendizagem.

Os trabalhos que abordam a impressão 3D ressaltam seu potencial pedagógico ao possibilitar a materialização de conceitos abstratos, especialmente na Geometria. Ao permitir a construção física de objetos matemáticos, a tecnologia favorece a visualização tridimensional, o engajamento dos estudantes e o desenvolvimento do pensamento espacial. A impressão 3D é vista como uma ferramenta que aproxima a teoria da prática, proporcionando experiências significativas de aprendizagem e promovendo a autonomia e a experimentação dos alunos. Entretanto, também são apontadas limitações como a necessidade de formação docente para o uso da tecnologia.

Tendo em vista os trabalhos citados, as pesquisas de uma forma geral em torno da proposição de ações pelo educador, que permeiam a importância de desenvolver o pensamento lógico matemático no aluno. E que, o principal personagem envolvido nesta preocupação de propiciar uma mediação produtiva no ambiente de aprendizagem é o professor, pois esta precisa estar em constante formação pedagógica. E que, portanto, considera-se que é importante criar outras alternativas para o docente ensinar, visto que, as pesquisas enfatizam que pode ser utilizado para auxiliar em conteúdos de grande dificuldade de entendimento e percepção dos alunos.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente referencial teórico busca explorar as bases conceituais e observacionais que relacionam os saberes docentes, a prática educativa e o uso de tecnologias na educação, com foco na impressão 3D. Para isso, aborda as características dos saberes necessários à docência, os desafios enfrentados pelos professores no cotidiano escolar e os impactos das tecnologias na educação, situando a impressão 3D como uma inovação que pode contribuir para a prática pedagógica no processo de ensino e aprendizagem.

4.1 SABERES DOCENTES

Neste capítulo será abordada a temática formação de professores, a partir do livro de Maurice Tardif (2014), que trata dos saberes docentes e da formação profissional. Sendo este capítulo composto pelas seções: Saberes Docentes, Interações na construção dos saberes, sobre a Prática Educativa e os Desafios da Carreira Profissional Docente.

O educador desempenha um papel importante em sala de aula, pois é ele que vai construir e compartilhar conhecimentos, isto é, os saberes. Dessa forma, o professor é um dos personagens principais no âmbito da condução do saber ao aluno, considerando os vários saberes que existem e que são necessários para a aprendizagem. Visto que, o trabalho docente depende principalmente dos saberes e conhecimentos que os professores possuem e ensinam. Nesse sentido, o autor ressalta que:

Os professores sabem decerto alguma coisa, mas o que, exatamente? Que saber é esse? São eles apenas transmissores de saberes produzidos por outros grupos? Produzem eles um ou mais saberes, no âmbito de sua profissão? Qual a sua função na produção dos saberes pedagógicos? As chamadas ciências da educação, elaboradas pelos pesquisadores e formadores universitários, ou os saberes e doutrinas pedagógicas, elaborados pelos ideólogos da educação, constituiriam todo o saber dos professores? (Tardif, 2014, p. 26).

Nesse viés, para responder a tais questões, Tardif (2014) apresenta os diferentes saberes docentes, sendo eles: *Saber Disciplinar*, *Saber Curricular*, *Saber Profissional* e *Saber Experiencial*. O autor salienta que esses saberes fazem parte da função docente, sendo elementos constitutivos da prática profissional e sua diferenciação é importante, a fim de compreender todo o processo de trabalho do

professor e suas particularidades. Assim, para Tardif (2014), esses saberes decorrem de distintas fontes, podendo ser da formação inicial ou continuada de professores, do currículo, da socialização escolar, do conhecimento dos conteúdos a serem ministrados, da experiência na profissão, da cultura pessoal e profissional, da aprendizagem com outros profissionais, etc.

Dessa forma, apresenta-se a seguir os saberes elencados por Tardif (2014):

- O *Saber Disciplinar* refere-se aos conhecimentos advindos da formação docente, que compõem as disciplinas que os professores estudam nas universidades, nas faculdades ou em cursos. Isto é, os saberes que estão contidos nas disciplinas estudadas ao longo da sua formação docente.
- Já o *Saber Curricular*, é composto pelos saberes que os docentes usam a partir das instituições escolares, definidos de acordo com o contexto e a cultura (saberes sociais). Eles correspondem aos objetivos, métodos e técnicas que o educador utilizará no exercício da sua profissão, que são provenientes dos programas e dos manuais escolares.
- Quanto ao *Saber Profissional*, esse se constitui em um conjunto de saberes adquiridos pelos docentes em sua prática durante sua formação inicial. Tais saberes estão relacionados às faculdades de ciências da educação e estão ligados à formação científica ou erudita dos professores.
- O *Saber Experiencial* refere-se aos saberes que são da experiência vivenciada pelos professores e são por eles validados, ou seja, são saberes baseados em seu trabalho cotidiano e no conhecimento de seu meio. Por isso podem ser chamados de saberes específicos, pois cada professor desenvolve saberes distintos. O que não se concretiza no início da carreira, mas somente depois de um certo tempo de profissão.

Dessa forma, se pode afirmar que os professores têm diferentes saberes que são construídos desde a sua formação acadêmica até a vida profissional, sendo influenciados pelos documentos curriculares, livros didáticos, currículos escolares, educandos e outros agentes que transformam e enriquecem seus conhecimentos. Isto posto, complementa Grützmann (2019) que os saberes dos professores têm suas raízes na experiência de vida, posteriormente em sua experiência no trabalho, depois na interação com os estudantes e por último no contexto que está inserido, na instituição socioeducativa onde trabalha.

Assim, os saberes necessários que um professor precisa ter não se limita aos conteúdos, mas também devem ser plurais e heterogêneos, isto é, a soma de um conjunto de saberes. Segundo Tardif (2014, p.54), os professores destacam que um saber importante é a “[...] experiência na profissão como fonte primeira de sua competência, de seu saber-ensinar”. A Figura 4 apresenta um resumo dos saberes dos professores, que engloba tanto os da profissão, como os da sua formação.

Figura 4 - Os saberes dos professores

Saberes dos professores	Fontes sociais de aquisição	Modos de integração no trabalho docente
Saberes pessoais dos professores	A família, o ambiente de vida, a educação no sentido lato, etc.	Pela história de vida e pela socialização primária.
Saberes provenientes de formação escolar anterior	A escola primária e secundária, os estudos pós-secundários não especializados, etc.	Pela formação e pela socialização pré-profissionais.
Saberes provenientes da formação profissional para o magistério	Os estabelecimentos de formação de professores, os estágios, os cursos de reciclagem, etc.	Pela formação e pela socialização profissional nas instituições de formação de professores.
Saberes provenientes dos programas e livros didáticos usados no trabalho	A utilização de ferramentas dos professores: programas, livros didáticos, cadernos de exercícios, fichas, etc.	Pela utilização das ferramentas de trabalho, suas adaptações às tarefas.
Saberes provenientes de sua própria experiência na profissão, na sala de aula e na escola.	A prática do ofício na escola e na sala de aula, a experiência dos pares, etc.	Pela prática do trabalho e pela socialização profissional.

Fonte: Tardif (2014, p. 56).

Portanto, a maneira como o professor administra o que sabe, vai refletir em como irá lidar com seus saberes e usá-los em sua atividade profissional. Por isso, esses conhecimentos ocupam um papel estratégico no magistério, pois a forma como são incorporados na prática docente definem a atribuição de ser professor. Para o autor, os professores podem ser apenas transmissores de conhecimentos ou pode existir uma relação que envolva a produção de saberes.

Essa dimensão da profissão docente lhe confere o status de prática erudita que se articula, simultaneamente, com diferentes saberes: os saberes sociais, transformados em saberes escolares através dos saberes disciplinares e dos saberes curriculares, os saberes oriundos das ciências da educação, os saberes pedagógicos e os saberes experienciais (Tardif, 2014, p.33).

De acordo com o autor, o professor influencia os *Saberes (Profissional e Experiencial)*, até porque possui conhecimentos que carrega ao longo de sua vida e essa carga de saberes representa uma mistura do que já tem com o que vai adquirindo

durante sua trajetória profissional. Os saberes não se resumem somente àquilo que está no sistema cognitivo, que aprendeu durante sua formação acadêmica, mas depende de toda sua trajetória existencial. Por isso, Tardif (2014) diz que os pilares do ensino são existenciais, sociais e pragmáticos. Existencial porque o professor é um sujeito que pensa a partir de sua história de vida. São sociais pelo fato de os saberes profissionais serem plurais, ou seja, provêm de diversas fontes.

A evolução dos conteúdos e conceitos assim como do saber ensinar também fazem os saberes docentes serem sociais, pois esta evolução advém de características sociais, sendo que algo pode ser bom hoje e já não ser tão bom amanhã. Isso é fácil de ser percebido quando nos referimos à alimentação: hoje determinado alimento é ótimo para a saúde e, em seguida, transforma-se num vilão, após a descoberta de alguma característica que até então havia passado despercebida (Grutzmann, 2019, p.09).

Por isso, são chamados sociais, pelo fato de serem provenientes de certa forma, de grupos sociais ao longo da vida como, família, amigos, universidade, comunidade religiosa, colegas de infância, por exemplo. O docente não só acumula informações desses grupos, os fundamentos também são pragmáticos, pois, referem-se aos saberes que estão ligados ao trabalho e ao indivíduo que o realiza (Tardif, 2014). Além disso, não se pode esquecer que esses saberes são a todo o tempo modelados, isto é, estão em constantes transformações e evoluções.

Tardif (2014) menciona que os saberes do professor estão interligados às suas relações sociais. Visto que, os saberes externos que não são produzidos pelo professor, mas que ele os usa em sua prática e que são gerados por diversos grupos sociais (funcionários, pais, orientadores educacionais) de certa forma, o docente também se apropria, passando por um processo de avaliação e crítica.

O uso desses saberes pelo professor implica, portanto, uma relação social com esses mesmos saberes bem como com os grupos, instâncias e indivíduos que os produzem. Essas diversas relações deveriam ser abordadas por pesquisas mais profundas, a fim de conhecer melhor, conforme os grupos sociais que produzem saberes sobre o ensino, os critérios de legitimação ou de invalidação utilizados pelos professores (Tardif, 2014, p.33).

Considerando que o processo de ensino e a condução dos saberes, define como o professor irá atingir seus objetivos pedagógicos/didáticos, Tardif (2014) menciona que a pedagogia no processo do trabalho docente, enfatiza que no serviço do educador existem vários componentes que estão entrelaçados e que ajudam a compreender a natureza desse ofício, pois

[...] esses componentes são o objetivo do trabalho, o objeto de trabalho, as técnicas e os saberes dos trabalhadores, o produto do trabalho e, finalmente, os próprios trabalhadores e seu papel no processo de trabalho. A análise de tais componentes objetiva evidenciar seus impactos sobre as práticas pedagógicas (Tardif, 2014, p.112).

Para Tardif (2014) umas das maneiras de se entender como tais componentes se comportam e como se reverberam dentro do ambiente escolar é preciso fazer um contraste do trabalho do professor com o trabalho de um profissional de uma indústria, por exemplo. Tardif (2014) compara o objetivo do trabalho, sua natureza e o produto final, em uma Indústria *versus* Escola (Figura 5).

Figura 5 - Comparação do trabalho industrial e da escola

	Trabalho na indústria com objetos materiais	Trabalho na escola com seres humanos
Objetivos do Trabalho	Precisos Operatórios e delimitados Coerentes A curto prazo	Ambíguos Gerais e ambiciosos Heterogêneos A longo prazo
Natureza do Objeto do trabalho	Material Seriado Homogêneo Passivo Determinado Simples (pode ser analisado e reduzido aos seus componentes funcionais).	Humano Individual e social Heterogêneo Ativo e capaz de oferecer resistência. Comporta uma parcela de indeterminação e de autodeterminação (Liberdade). Complexo (não pode ser analisado nem reduzido aos seus componentes funcionais).
Natureza e componentes típicos da relação do trabalhador com o objeto	Relação técnica com o objeto: manipulação, controle produção. O trabalhador controla diretamente o objeto. O trabalhador controla totalmente o objeto.	Relação multidimensional com o objeto: profissional, pessoal, intersubjetiva, jurídica, emocional, normativa, etc. O trabalhador precisa de colaboração do objeto. O trabalhador nunca pode controlar totalmente o objeto.
Produto do trabalho	O produto do trabalho é material e pode, assim, ser observado e avaliado. O consumo do produto do trabalho é totalmente separável da atividade do trabalhador. Independente do trabalhador.	O produto do trabalho é intangível e imaterial; pode dificilmente ser observado e medido. O consumo de produto do trabalho pode dificilmente ser separado da atividade do trabalhador e do espaço de trabalho. Dependente do trabalhador.

Fonte: Tardif (2014, p.112).

Observa-se que ao comparar o serviço industrial com o escolar, nota-se que o trabalho educacional é complexo e difícil de ser controlado, pois o produto final depende do trabalhador e, este nunca pode controlar totalmente o objeto (estudantes);

o trabalhador precisa da colaboração do objeto e o resultado demanda um longo período de trabalho (Tardif, 2014). Enfim, o ambiente industrial tem modos diferentes para ser controlado para se alcançar o objetivo esperado, o que não se pode garantir na escola, visto que:

[...] o que chama a atenção, nos objetivos do ensino, é que eles exigem a ação coletiva de uma multidão de indivíduos (os professores), mais ou menos coordenados entre si, que agem sobre uma grande massa de pessoas (os alunos) durante vários anos (em torno de doze, ou seja, 15.000 horas nos países industrializados), a fim de obter resultados incertos e remotos que nenhum deles pode atingir sozinho e que a maioria deles não verá se realizarem completamente (Tardif, 2014, p.114).

Os professores precisam ser compreendidos quanto à natureza de seu trabalho, de forma que tenham suporte na sua atuação profissional. Eles não têm necessariamente todos os subsídios e bagagem experiencial quando se formam na área de conhecimento que escolheram para sua carreira e ainda, deve-se levar em conta que nem sempre possuem todos os recursos ou condições favoráveis em seu ambiente de trabalho para o desenvolvimento da ação educativa. O funcionamento das atribuições do professor precisa ser levado em conta no contexto mais abrangente, a eficiência de seu trabalho não depende somente do conteúdo que vai ser ensinado e da didática utilizada. Estes dois só farão sentido se forem relacionados com as condições e circunstâncias concretas da atividade docente.

Assim, diante de todas as implicações da prática docente, não se pode afirmar algo conclusivo sobre o produto do trabalho do professor, porque é difícil o mensurar e o avaliar. E por isso, Tardif (2014, p.135) diz que “a pedagogia, do ponto de vista do trabalho docente, constitui a tecnologia do trabalho dos professores concretizada através do ensino”. Nesse sentido, como está trabalhando com seres humanos, essa conclusão fica mais complexa, visto que, para mensurar a aprendizagem em um indivíduo depende de um conjunto de fatores.

Não se pode ter uma previsão do produto final na atividade de um professor, mas por outro lado sabe-se que o trabalho de certa forma modela o trabalhador. Isto é, há uma aprendizagem no exercício do magistério com o passar do tempo. Conforme Tardif (2014) a atividade profissional transforma o trabalhador e sua identidade, bem como, o seu trabalho. Nessa perspectiva, quando o professor ensina, ele também de certa forma aprende com as experiências e aprende a lidar com elas. Mesmo que sua formação teórica tenha sido na época de formação do curso, não quer dizer que tenha se encerrado.

Em várias outras ocupações - e esse é o caso do magistério- a aprendizagem do trabalho passa por uma escolarização mais ou menos longa, cuja função é fornecer aos futuros trabalhadores conhecimentos teóricos e técnicos que se preparam para o trabalho. Mas mesmo assim, acontece raramente que a formação teórica não tenha de ser completada com uma formação prática (Tardif, 2014, p.51).

O conjunto dos saberes só se preenche com uma experiência direta do trabalho e, cada trabalhador tem um tempo variável de completude da formação teórica com a prática. Assim, como em qualquer outra profissão existe essa dimensão temporal, que desencadeia uma aprendizagem progressiva ao longo do tempo, no magistério não é diferente; as aptidões e atitudes só serão desenvolvidas e moldadas ao entrar em contato com o ambiente de trabalho (no caso, a sala de aula com os alunos), uma vez que, saberes oriundos do próprio trabalho docente requerem tempo, prática, experiência e hábito (Tardif, 2014).

O autor também sublinha o fator tempo como um dos principais elementos que influencia na construção dos saberes do professor, isto é, a formação da identidade do docente requer considerar não somente alguns aspectos em sua vida, mas todo um histórico na linha do tempo de sua existência experiencial. E de onde vem essas fontes iniciais no *Saber Experiencial* do professor? Para o autor, tais fontes advêm da socialização, pois os saberes são gerados, ou seja, eles “não são inatos”, mas produzidos nesta socialização (interação dos grupos: família, amigos, escola, etc.). Muitos docentes afirmam que a escolha da docência como profissão acabou sendo influenciada por familiares próximos que também são mestres; quem sabe por terem tido também algum professor marcante em sua vida. Ou até mesmo, a própria personalidade da pessoa, que desde cedo gosta de ajudar os outros, desenvolver projetos, lidar com crianças, isto é, pontos específicos que foram significativos para a escolha da carreira como educador.

Com o tempo, os professores aprendem a conhecer e a aceitar seus próprios limites. Esse conhecimento torna-os mais flexíveis. Eles se distanciam mais dos programas, das diretrizes e das rotinas, embora respeitando-os em termos gerais. Assim,

[...] o domínio progressivo do trabalho provoca uma abertura em relação à construção de suas próprias aprendizagens, de suas próprias experiências, abertura essa ligada a uma maior segurança e ao sentimento de estar dominando bem suas funções. Esse domínio está relacionado, inicialmente, com a matéria ensinada, com a didática ou com a preparação da aula. [...] Mas são sobretudo as competências ligadas à própria ação pedagógica que têm mais importância para os professores (Tardif, 2014, p.78-79).

As competências desenvolvidas no exercício da função, o docente adquire ao longo do tempo de trabalho e também como o mesmo organiza sua aula: seja de liderança, domínio de sala, estimulação e motivação aos alunos para fazer atividades, trabalhos propostos nas aulas e outros.

Em um fábrica, por exemplo, ao se construir um produto, o objetivo será o mesmo todo dia, quanto ao produto final; entretanto na escola exige-se que o mestre modifique os seus objetivos de acordo com as situações vivenciadas ao longo do ano. Ou seja, a cada dia podem aparecer acontecimentos diversos, que podem mudar o rumo do planejamento que o educador traçou anteriormente.

Desse modo, a pedagogia, enquanto tecnologia interativa que se concretiza através da reflexão e da ação no processo ensino-aprendizagem, corresponde a uma atividade construtiva e interpretativa ao mesmo tempo: os professores precisam interpretar os objetivos, dar-lhes sentido em função das situações concretas de trabalho e, ao mesmo tempo, conceber e construir as situações que possibilitem a sua realização (Tardif, 2014, p.116).

Por conseguinte, Tardif (2014) menciona que os objetivos escolares são gerais e não operatórios, numerosos, heterogêneos e incoerentes algumas vezes, no sentido de que os professores precisam a todo tempo sofrer e promover adaptações de acordo com as circunstâncias, além disso vivendo sobrecarregado por tentar alcançar os múltiplos objetivos que são exigidos no ofício; o que por vezes, gera uma sensação de não chegar à lugar nenhum ou até mesmo o sentimento de incompletude.

Portanto, os saberes se constituem em objetivos teóricos, técnicos e práticos que não se limitam a um determinado período, logo, tais conhecimentos são temporais, pois compõem aprendizagens variáveis ao longo do tempo da carreira profissional do educador, no seu processo de trabalho. Enfim, a conexão entre conhecimentos, tempo e trabalho é o que permeia toda base dos saberes que fundamentam a formação do professor.

Uma das possibilidades que pode favorecer e agregar aportes de caráter profissional ao longo da carreira docente, permitindo ampliar, revisar e reformular as práticas docentes é a formação continuada para o professor após o término de sua formação inicial. Dessa forma, Chimentão (2009, p.3) afirma que a

[...] formação continuada de professores tem sido entendida como um processo permanente de aperfeiçoamento dos saberes necessários à atividade profissional, realizado após a formação inicial, com o objetivo de assegurar um ensino de melhor qualidade aos educandos.

Entretanto, ela deve ser relevante ou importante ao professor? Visto que, não adianta o docente fazer uma formação que não vá agregar conhecimentos ao seu trabalho, ou se essa formação não irá promover nenhuma autorreflexão de sua prática pedagógica. Dessa forma, ela não deve e nem pode ser um receituário, contemplando um rol de modelos metodológicos ou estratégias didáticas que, se tomados como referência podem ser a solução para os problemas de ensino e aprendizagem (Chimentão, 2009).

Portanto, mesmo que muitas pesquisas e estudos falem sobre a importância de se ter formações continuadas, para os docentes em sua atividade profissional, ainda assim, acabam por ficar em segundo plano, entretanto, cabe destacar que os saberes precisam ser renovados constantemente, superando a visão de formações como estoques de informações técnicas. Pois, todo saber precisa de um processo de aprendizagem e formação, mas este caminhar quando se torna *formalizado e sistematizado* o mesmo será *longo e complexo* (Tardif, 2014).

4.1.1 Interações na Construção dos Saberes

Segundo Tardif (2014) a formação continuada não é a única fonte de saberes dos professores, por isso agrega-se também a capacidade de interação do ser humano. Isto é, o fato de se ensinar ou aprender de certa forma interfere nas estruturas cognitivas e sociais, o que remete a essência de que tanto o professor quanto o aluno se modificam ao interagir. Por isso, Grützmann (2019, p.09) afirma que, até mesmo os estudantes compõem a construção dos saberes dos professores, já que, ao interagir com eles, também aprimora a sua atividade profissional e constrói conhecimentos. Assim, a produção do *Saber Experiencial* do educador está ligada também nas interações que ele faz com seus alunos, durante o tempo que passam juntos.

Dessa forma, Tardif (2014, p. 107-108) retoma que

[...] as interações com os alunos não representam, portanto, um aspecto secundário ou periférico do trabalho dos professores: elas constituem o núcleo e, por essa razão, determinam, ao nosso ver, a própria natureza dos procedimentos e, portanto, da pedagogia. [...] se o ensino é mesmo uma atividade instrumental, trata-se de uma atividade que se manifesta concretamente no âmbito de interações humanas e traz consigo, inevitavelmente, a marca das relações humanas que a constituem.

O trabalho do professor envolve vários indivíduos e diversos conhecimentos, sugere que ele tenha uma certa “técnica” para administrar seu ambiente de ofício. Ensinar requer um gerenciamento dos processos envolvidos, a fim de produzir resultados esperados, como os objetos de conhecimento e habilidades. E este processamento da aprendizagem se dá por meio de interações humanas (alunos e professor), porém com algumas limitações, assim como toda interação existente. Da mesma forma, Grützmann (2019) diz que a interação é importante para o trabalho do professor, porque possibilita constituir seus conhecimentos, sua identidade e suas experiências profissionais. Nesse sentido, Tardif (2014) ressalta que, nas interações sociais os indivíduos agregam diferentes valores, e firmam alguns já existentes, tanto quanto, reestruturam seus pensamentos, ideias e linguagens. Em vista disso, a autor diz que:

[...] o professor ideal é alguém que deve conhecer sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e à pedagogia e desenvolver um saber prático baseado em sua experiência cotidiana com os alunos (Tardif, 2014, p. 33).

Complementando, Rico (2017) aponta que, aprender a Matemática é um processo ativo e participativo, sendo consequência de várias interações entre o aluno com seu professor, colegas, família e sociedade. Dessa maneira, o papel de todo o conjunto de ações inerente existentes no ambiente escolar é de extrema importância e influência na vida de uma criança ou jovem, até porque eles passam anos convivendo neste lugar.

É conveniente banir o determinismo individualista que considera que a criança aprende isolada e por si mesma. Por isso, deve-se estimular a participação, a discussão e a livre expressão de suas ideias; insiste na capacidade de justificar os próprios argumentos e fornecer razões que os tornem credíveis; estimular a capacidade de extrair implicações de uma situação hipotética. Tudo isso implica em agrupamentos mais flexíveis, o estímulo ao trabalho em equipe, a troca de ideias e a seleção e elaboração de informações de forma compartilhada (Rico, 2017, p. 09).

Além disso, se deve considerar que os professores não buscam somente atender os objetivos, mas atuam sobre um objeto. Tal objeto, é complexo, pois apresenta uma natureza física, biológica, individual, social e simbólica ao mesmo tempo, tendo em vista que o objeto de trabalho dos docentes são seres humanos (alunos). E, lidar com pessoas envolve muitas questões, visto que, são seres individualizados (com identidades diferentes) e os mesmo estão em um ambiente socializado. Para Tardif (2014) o docente além de se preocupar com o ensino dos

conteúdos, também tem que estar atento a diferentes fatores que permeiam o seu trabalho, pois

[...] os alunos são heterogêneos. Eles não possuem as mesmas capacidades pessoais nem as mesmas possibilidades sociais. As suas possibilidades de ação variam, a capacidade de aprenderem também, assim como as possibilidades de se envolverem numa tarefa. Ao se massificar, o ensino passou a se deparar cada vez mais com alunos heterogêneos em termos de origem social, cultural, étnica e econômica, sem falar das importantes disparidades cognitivas e afetivas entre os alunos. Essa questão levanta o complexo problema da equidade dos professores em relação aos grupos de alunos que lhes são confiados (Tardif, 2014, p.117).

O ser humano enquanto um ser pensante e que também sente emoções, sabe-se que os alunos em sala de aula manifestam tal dimensão afetiva. Segundo o autor, o aluno não escolhe estudar, as atividades educacionais são impostas desde pequeno e, isto, muitas vezes pode explicar o desânimo do aluno e a falta de interesse demonstrada por alguns. O que suscita que o professor deve trabalhar com os discentes a importância de se ir à escola e estudar, para que por si mesmos percebam a relevância da educação escolar.

Além disso, cabe ao docente lidar com as relações sociais, o controle e o gerenciamento em sala de aula, visto que a prática pedagógica tem tensões e dilemas, negociações e estratégias de interação, ou seja, o docente trabalha com um grupo de indivíduos, em que precisa estar atento às particularidades de cada um, precisa ministrar sua disciplina, observando que existem diferentes formas de construção do conhecimento pelos seus alunos, pois estes vão assimilá-lo de formas distintas. Assim, concorda-se com Tardif (2014) que o professor a todo momento precisa tomar decisões, ao lidar com os alunos, às vezes incentivá-los, avaliá-los, zelar individualmente e coletivamente.

4.1.2 Sobre a Prática Educativa

Tardif (2014) caracteriza a prática educativa em três. Primeiramente, está associada a uma arte, ou como sendo uma técnica guiada por valores, ou como uma interação. De acordo com o autor, a educação enquanto arte remonta à Grécia antiga, e posteriormente a Roma no Cristianismo.

Na cultura grega antiga, e mais particularmente na cultura filosófica, que tomo aqui como referencial através das obras de Platão e de Aristóteles, a arte (téchne) se distinguia, por um lado, da ciência (epistémé), como o contingente

se distingue do necessário e o particular do universal, e, por outro lado, da prática (práxis), isto é, das atividades imanentes ao agente, ao passo que a arte visava sempre a um resultado exterior ao agente (Tardif, 2014, p.143-144).

Assim, para os gregos a criança é um ser que ainda está em fase de acabamento e que o adulto deve ser esse artesão (o professor) com ações contingentes: por exemplo, sabe-se qual é o produto final que quer alcançar, possui um conhecimento sobre o que está trabalhando, agindo sobre ele (o aluno) com sua habilidade pessoal e experiência.

O que distingue a arte do escultor da arte do educador é que o primeiro age sobre um ser, um composto de matéria e de forma, que não possui em si mesmo, mas recebe do artista, o princípio (a causa e a origem) de sua gênese, ao passo que o segundo age com e sobre um ser que possui, por natureza, um princípio de crescimento e de desenvolvimento que deve ser acompanhado e fomentado pela atividade educativa (Tardif, 2014, p.147).

A segunda prática educativa, se caracteriza por ser uma técnica guiada por valores, o autor diz que essa concepção se estabelece entre a oposição do universo da subjetividade e da objetividade, que não se encontra somente na educação, mas está presente na cultura moderna. Sendo que ela estabelece algumas das teorias modernas da área da educação que estão ligadas à prática (Figura 6).

Figura 6 - A educação enquanto técnica: subjetividade e objetividade

	Esfera da subjetividade	Esfera da objetividade
Atividades típicas	As atividades morais-legais, pessoais, passionais, as condutas baseadas no interesse dos atores.	As técnicas, as atividades instrumentais e estratégicas, a pesquisa científica.
Atores típicos	Todo ator que age baseando-se em seu interesse ou em regras subjetivas.	O tecnólogo, o científico, o calculador, o estrategista.
Natureza da atividade	Guiadas por fins e por normas.	Guiadas por objetivos axiologicamente neutros.
Objeto típico da atividade	A conformidade às normas, regras e interesses.	O domínio e o controle dos fenômenos.
Saber típico	O ético, o jurídico, o estético, o senso comum, etc.	As ciências e as técnicas.
Natureza do saber	Subjetivo ou subjetivo-coletivo (social).	Rigoroso e necessário.
Objeto do saber	As regras, as normas, o interesse subjetivo.	Todos os fenômenos naturais e o ser humano como fenômeno natural.

Fonte: Tardif (2014, p.149).

Ainda, nessa concepção de prática educativa, dois saberes permeiam o trabalho do professor em uma sala de aula. No primeiro, Tardif (2014) menciona que é recomendado conhecer as diretrizes que orientam sua prática, ou seja, os valores, os regulamentos, as finalidades e as regras. No segundo saber, é necessário inteirar-

se das teorias científicas relacionadas à educação, a metodologia de ensino e suas leis.

A terceira concepção na prática educativa, segundo Tardif (2014) é amparado atualmente por várias teorias como o simbolismo interacionista, a etnometodologia, as teorias da comunicação, da racionalidade, etc., que tratam da interação. Sendo assim, lidar com uma sala de aula é coordenar as interações para que se tenha um processo de formação, cuja finalidade é a aprendizagem. Porém, cabe destacar que é possível manter o aluno de modo físico na sala de aula, mas não se pode impor que o mesmo coopere com a ação proposta para a sua aprendizagem. Muitas vezes, é necessário a interação a fim de que se consiga manter os alunos com o foco no objetivo proposto. Entretanto, existem algumas tradições pedagógicas que perduram até hoje, como por exemplo, para se manter a ordem escolar, as carteiras continuam sendo colocadas em fileiras, o autor chama essas tradições de “normais e regulares” e que muitas vezes não é questionado, só repetem conforme costume ou tradição. Enfim, o docente necessita ser reflexivo em seu ambiente de trabalho, para agir sobre ele e, se preciso for remodelar algumas ações, atitudes, aspectos e objetos.

4.1.3 Desafios da Carreira Profissional Docente

Há um imenso desafio que os professores enfrentam todos os dias, em sua prática diária na sala de aula, pois não basta ele saber o currículo e ter conhecimento da disciplina, mas precisa ter autonomia e capacidade para lidar com problemas, bem como sabedoria para agir em situações diversas, que ocorrem em sala de aula, local este, rico em diversidade, pois tem-se indivíduos de diferentes culturas, crenças, habilidades, etc. e, é o professor que orienta a turma, que vai liderar essas pessoas e o ambiente. A prática docente gera algumas experiências e situações inesperadas, e muitas vezes o professor não pode prever alguns desafios que surgem ao longo de um dia de trabalho. Por isso, é necessário compreender algumas dificuldades que ele enfrenta no seu dia a dia. Dessa maneira,

[...] se quisermos compreender a natureza do trabalho dos professores, é necessário ultrapassar esses pontos de vista normativos. Com efeito, como qualquer outra ocupação, o magistério merece ser descrito e interpretado em função das condições, condicionantes e recursos que determinam e circunscrevem a ação cotidiana dos profissionais. Ocorre o mesmo com a pedagogia: é importante situar melhor essa categoria em relação às situações de trabalho vividas pelos professores (Tardif, 2014, p. 105).

Um dos desafios docentes é a utilização de recursos novos que surgem através das inovações atuais. As novas gerações já surgem tendo contato com as TDIC e durante a sua infância manuseiam tais objetos da informação. O mundo se desenvolve mais rápido através das facilidades da tecnologia. Dessa forma, entende-se que:

[...] é preciso notar que a multiplicação das novas tecnologias da informação (Internet, multimídias, correio eletrônico, CD-ROM, etc.) permite imaginar, num futuro bem próximo, o surgimento de novos modos de colaboração entre os práticos e os pesquisadores, entre as universidades e as escolas (Tardif, 2014, p.270).

Os professores que se formaram há algum tempo, podem ser que não tiveram acesso a essas tecnologias. E, em algum momento de sua carreira terão que se deparar com a utilização destas. Terão que aprender a manipular de uma hora para outra, recursos que muitas vezes, não fizeram parte de sua formação acadêmica. Tardif (2014) diz que é necessário ver os educadores como produtores de saberes específicos da sua função e incorporá-los nas atividades de formação. Assim, considera-se importante refletir sobre: Como trabalhar os saberes docentes em um curso de formação continuada de professores de Matemática com o uso de tecnologias? Assim, a educação também precisa se adaptar e modificar ao longo do tempo. É notório que,

Diante dos problemas apontados fica a constatação de que é necessária a revisão do processo de formação de professores. Os problemas a serem enfrentados no campo institucional e curricular são inúmeros, dentre eles, [...] descon sideração do repertório de conhecimento dos professores em formação, [...] tratamento restrito da atuação profissional, [...] concepção restrita de prática, [...] ausência de conteúdos relativos às tecnologias da informação e das comunicações (Silva; Oliveira, 2009, p. 607).

Ainda, Tardif (2014) cita que em um futuro próximo apareceriam novos modelos e objetos que facilitariam essa ponte entre prática dos professores e pesquisas para a educação e que todo o sistema informatizado atual em desenvolvimento seria de alguma forma essencial e proveitoso na atividade profissional do professor. Sendo assim, esse futuro que o autor menciona já chegou, pois, hoje há necessidade de utilização das tecnologias em todas as áreas da vida, sendo que a cada dia o desenvolvimento tecnológico se aperfeiçoa, criando vários recursos que facilitam a vida das pessoas. O autor expõe que é preciso elaborar um banco de dados e construir centros virtuais de formação profissional que possibilitem a troca de ideias entre docentes e pesquisadores, mas para isso estes têm que ser de

fácil acesso aos professores, além de contemplar materiais sobre simulações, resolução de problemas, informações referentes às diversas estratégias de ensino, bem como, modelos e planejamentos extraídos da prática profissional.

Tardif (2014) enfatiza que ministrar uma aula envolve muitos aspectos, não só conhecimento e conteúdo. Corrobora Rico (2017), mencionando que o sistema educacional inclui uma grande quantidade de pessoas e procura atender uma variedade de propósitos, que nem sempre são bem determinados e coordenados, tornando-se uma instituição complexa. Consequentemente, os docentes executam suas atividades apoiados em diretrizes de trabalho, muitas vezes imprecisas, na qual requer deles tomadas de decisões baseadas em improvisações para alcançar seus objetivos no trabalho (Tardif, 2014). Os dois autores reforçam a sobrecarga existente no trabalho do professor, diante da complexidade que permeia as relações humanas. Lidar com diferentes pessoas requer grande controle administrativo, cognitivo e social. E que muitas vezes, tudo isso junto com o processo de ensino e aprendizagem pode gerar uma grande carga de responsabilidade de saber lidar com todas essas variáveis envolvidas dentro de uma única classe.

Sendo assim, Tardif (2014) menciona que os sistemas demandam adaptações continuamente às circunstâncias particulares das situações de trabalho, especialmente em sala de aula com os alunos, como também durante a preparação das aulas e das avaliações. Ainda assim, falando das limitações do professor na educação, este autor afirma que os objetivos indeterminados e ao mesmo tempo imprecisos, geram ampla atuação. Ao mesmo tempo que o educador tem um leque de objetivos a realizar e adaptar de acordo com o que leciona, isso faz com que tenha vários propósitos, mas não é garantia de alcançá-los integralmente, devido à sobrecarga. Isso remete a ideia de que quando se tem muitas coisas a fazer, pode-se não conseguir terminar nenhuma.

Tardif (2014) complementa que o professor poderá ter a sensação de que jamais será capaz de alcançar os inúmeros objetivos propostos, em virtude do grande esforço que terá que realizar para cumpri-los. Dessa forma, o educador deve ter uma base pedagógica sólida (prática profissional), pois a todo tempo ele necessita recorrer a ela, para administrar as situações vivenciadas e convertê-las em um objetivo específico.

A pedagogia não pode ser outra coisa senão a prática de um profissional, isto é, de uma pessoa autônoma, guiada por uma ética do trabalho e confrontada

diariamente com problemas para os quais não existem receitas prontas. Um profissional do ensino é alguém que deve habitar e construir seu próprio espaço pedagógico de trabalho de acordo com limitações complexas que só ele pode assumir e resolver de maneira cotidiana, apoiado necessariamente em uma visão de mundo, de homem e de sociedade (Tardif, 2014, p.136).

Enfim, o educador é o próprio sujeito que modela seu trabalho e sua pedagogia (ação instrumental) não pode estar desvinculada dos objetivos esperados por ele, já que a função do professor não pode ser olhada como uma atribuição que denota a execução de um profissional técnico (Tardif, 2014). Percebe-se essa modelação enquanto professor por exemplo, ao mudar de uma turma para outra, as características dos indivíduos mudam; ou até mesmo quando o docente muda de escola, pode-se receber uma classe que seja de bairro diferente e, assim ser distinta a realidade envolta, ou ainda receber uma turma de faixa etária diferente da anterior. Enfim, por isso, a atitude e adaptação estão constantemente fazendo parte do dia a dia do professor.

Noutras palavras, mudar de escola ou de Comissão Escolar exige toda uma adaptação, significa “estar sempre no início da escada”, o que em si mesmo já representa um excesso de trabalho e um certo estresse, principalmente quando não se recebe um apoio adequado no ambiente de trabalho (Tardif, 2014, p. 83).

E essas constantes variabilidades e adequações que o professor vive em seu ambiente de trabalho, acaba resultando em um desgaste mental e físico, inclusive, também, gerando sentimentos que o frustram e o desencantam (Tardif, 2014). Muitas vezes o professor sente que vive sempre tendo que iniciar seu trabalho do zero, um vai e volta ou até mesmo nunca consegue terminar um projeto ou avançar devido ter que mudar de escola ou de classe, essas mudanças, seja de

[...] Comissão Escolar ou de escola é, praticamente, recomeçar de novo a cada vez, pois é preciso, entre outras coisas, conhecer a nova equipe da escola, conhecer a clientela (os alunos), conhecer as expectativas de uma nova direção, conhecer o funcionamento e o regulamento da escola, saber onde solicitar serviços e material, iniciar contatos, novas relações, etc. (Tardif, 2014, p. 83).

Tardif (2014), fala da diversidade e existência de inúmeros objetivos heterogêneos no ensino, que o docente precisa estar atento o tempo todo. Trazendo inúmeras consequências na pedagogia. Um deles seria a constante readaptação, diferente de uma pessoa que trabalha em uma empresa que tenha uma única função: faz o mesmo serviço todos os dias. Nesse sentido, o educador o tempo todo, possui limitações temporais, sociais e materiais. Precisa a todo tempo tomar decisões, ações

e escolhas, visto que, a todo momento o docente passa por situações que não se pode prever, ou até mesmo estar diante de um indivíduo que necessita de apoio psicológico ou emocional, por exemplo. Dessa forma, o autor relata que o professor frequentemente passa por variabilidades, em que precisa estar ajustando praticamente todas as tarefas executadas no ambiente de aprendizagem.

Outro ponto, discutido por Tardif (2014), é a missão da pesquisa e a missão do ensino, pois

[...] os educadores e os pesquisadores, o corpo docente e a comunidade científica tornam-se dois grupos cada vez mais distintos, destinados a tarefas especializadas de transmissão e de produção dos saberes sem nenhuma relação entre si (Tardif, 2014, p. 29).

Assim, os pesquisadores e os professores não estão em grupos separados, já que constituem um corpo só, que almejam alcançar objetivos comuns. Visto que, as pesquisas no passado consideravam somente a organização curricular como principal objeto da aprendizagem do aluno, porém

Toda a pesquisa na área da educação, é o da abstração: essas pesquisas se baseiam com demasiada frequência em abstrações, sem levar em consideração coisas tão simples, mas tão fundamentais, quanto o tempo de trabalho, o número de alunos, a matéria a ser dada e sua natureza, os recursos disponíveis, os condicionantes presentes, as relações com os pares e com os professores especialistas, os saberes dos agentes, o controle da administração escolar, etc. (Tardif, 2014, p. 104).

Os docentes vivenciam experiências, devido seu contato direto com alunos, mas não são eles que elaboram o currículo a partir dessas vivências e sim o outro grupo que está fora da sala de aula (pesquisadores). Dessa forma, Tardif (2014) aponta que o saber dos educadores parece fundamentados na competência técnica e pedagógica, daqueles que estão fora da sala de aula, ou seja, os professores transmitem saberes que são feitos por outros grupos, que podem ser que não conheçam a realidade vivenciada dentro de uma classe. Assim, é possível sugerir que muitas vezes o corpo técnico, ou seja, os pesquisadores, se concentram em produção de saberes, sem considerar os saberes que são exigidos na prática em sala de aula, experimentado em sala de aula pelo docente com seus alunos, conhecimentos esses, diversificados e amplos que estão entrelaçados com os do currículo (Tardif, 2014).

Além da discussão em torno do papel do pesquisador e do professor, Tardif (2014) menciona que frequentemente nas instituições escolares, é como se houvesse a divisão dos docentes em dois grupos: os professores permanentes e os professores contratados. Visto que, os permanentes possuem mais benefícios e não necessitam

demonstrar que são dignos de outro contrato. Enfim, são muitas situações que permeiam o trabalho do professor e que de certa forma interferem no seu rendimento, sendo uma a questão relacionada ao tempo, pois “a relação entre os saberes profissionais e a carreira comporta diferentes facetas e que essa relação está fundamentalmente associada ao tempo” (Tardif, 2014, p. 88).

Outra questão que o autor destaca em sua obra, fazendo parte dos problemas ao longo do tempo de carreira, de um educador, se trata da situação precária de alguns professores, quanto a instabilidade do emprego e de componentes curriculares. Segundo Tardif (2014), essa questão prejudica diretamente o trabalho do professor, a obtenção dos saberes profissionais e a aprendizagem dos alunos. Vê-se isso, numa comparação pertinente que é relatada pelo autor, apontando algumas diferenciações do trabalho do professor contratado e o professor regular em relação ao saber profissional, sendo que ser professor é assumir todas as consequências que a profissão traz ao longo do tempo, visto que, por exemplo podem deparar-se com turmas complicadas, alunos e pais em situação de vulnerabilidade social e/ou psicológica, entre outros problemas e cargas que o aluno reflete em sala de aula.

De acordo com Tardif (2014) a competência do trabalho demora a se consolidar, devido às diversas modificações que os educadores passam. E assim, muitas vezes o professor contratado por mais que ele queira assumir um compromisso com a educação e as pessoas envolvidas, ele não consegue já que sua permanência é instável, hoje está numa escola, amanhã poderá estar em outra; começa um trabalho com uma turma, mas na outra semana pode já não estar trabalhando nesta. Dessa forma, ele basicamente nunca vê resultados do seu trabalho, ou ainda não consegue ter uma continuidade para isso.

Entre os professores regulares, o desenvolvimento da carreira parece também levar a uma certa superposição entre os conhecimentos do professor e a cultura profissional da equipe de trabalho e do estabelecimento. O professor tende, com frequência, a aderir aos valores do grupo; ele partilha com outros membros sua vivência profissional e troca com eles conhecimentos sobre diversos assuntos. Em suma, torna-se um membro familiarizado com a cultura de sua profissão (Tardif, 2014, p.89).

Diferentemente do professor regular que pode iniciar ações com certa classe no início do ano e prosseguir, uma vez que dificilmente trocarão a sua turma, como também possivelmente ficará na mesma escola e com isso, conseguirá aprimorar seu trabalho, haja vista que tendo estabilidade estará “familiarizado” com o seu ambiente de trabalho. Essa familiarização, leva ao que Tardif (2014) denominou como

“rotinização”, que destaca a importância das rotinas no ambiente escolar, ou seja, a associação entre os saberes, o tempo e o trabalho. A rotina faz parte do trabalho do professor, visto que

[...] as rotinas são modelos simplificados da ação: elas envolvem os atos numa estrutura estável, uniforme e repetitiva, dando assim, ao professor, a possibilidade de reduzir as mais diversas situações a esquemas regulares de ação, o que lhe permite, ao mesmo tempo, se concentrar em outras coisas (Tardif, 2014, p.90).

A falta de instabilidade do professor dificulta o alcance pleno dessas competências. Seja quando o professor é novato no ambiente escolar, ou quando mudam ele de sala ou escola. Docentes que iniciam a carreira já com estabilidade do local de trabalho, sugere-se que eles adquirem o saber experiencial mais rapidamente.

Uma primeira dificuldade vivida pelos professores em situação precária diz respeito à impossibilidade de viver uma relação seguida com os mesmos alunos. Este problema ocorre particularmente com os suplentes ocasionais ou ainda com os professores em situação precária que obtêm vários contratos sucessivos num mesmo ano letivo. Os professores ensinam aqui e acolá, perdem “suas turmas” para irem assumir outras e sentem-se frustrados por perderem turmas com as quais se haviam habituado e com as quais tudo estava indo bem (Tardif, 2014, p. 80).

Tanto os alunos quanto os professores são prejudicados quando há essa instabilidade, pois não conseguem estabelecer uma relação sólida nas interações em sala de aula. Consequentemente, os docentes também não conseguirão traçar e adaptar algumas ações futuras, ao lidar com as reflexões de sua prática diária, pelo fato de não permanecerem com o mesmo público por muito tempo. Enfim, esses são alguns aspectos que podem interferir na formação do professor, e consequente, em seu exercício como educador. Dentre alguns problemas enfrentados pelos professores, mencionados por Tardif (2014) nessa seção, pode-se considerar que a formação continuada pode contribuir para ajudar a minimizar e resolver algumas adversidades do educador.

A exemplo da formação contínua, a pesquisa em educação também se volta para as necessidades e situações vividas e nomeadas pelos práticos, considerados, então, parceiros da pesquisa. Se a contribuição da pesquisa para a formação inicial consiste em fornecer aos futuros docentes um repertório de conhecimentos constituído a partir do estudo da própria prática dos professores, a contribuição da pesquisa para o exercício da profissão e para a formação contínua dos professores dependerá de sua capacidade de atender às necessidades deles e de ajudá-los a solucionar as situações problemáticas com as quais podem deparar-se (Tardif, 2014, p. 270).

Tardif (2014), menciona que com o passar do tempo com todos esses desafios diários, o professor tende a alimentar um cansaço, um sentimento de desânimo e alguns questionamentos quanto à continuação desse emprego ou não. Todavia, se considerar que o educador teve o apoio e suporte ao longo da sua profissão, talvez não desista de seu ofício. Portanto, sugere-se que a formação continuada ajude nesse processo de consolidação da carreira do professor.

5 TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

A crescente inserção das tecnologias na sociedade moderna tem transformado diversos setores, incluindo a educação. No ambiente escolar, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) têm sido amplamente adotadas como ferramentas pedagógicas para facilitar o ensino e aprimorar a aprendizagem. A relação entre tecnologia e educação envolve tanto o desenvolvimento de metodologias de ensino que potencializem o processo de ensino e aprendizagem quanto a adaptação dos docentes e alunos a essa realidade dinâmica. Dessa forma, é essencial refletir sobre o impacto dessas tecnologias no processo educacional, compreendendo suas potencialidades e limitações, para que possam ser utilizadas de maneira estratégica e adequada.

As tecnologias na educação têm impulsionado transformações significativas nas práticas pedagógicas, exigindo uma análise criteriosa sobre sua implementação e impacto no aprendizado. Nesse sentido, este texto aborda a relação entre as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e as metodologias ativas, destacando estratégias inovadoras que favorecem o protagonismo estudantil e o processo de ensino. Além disso, explora a aplicação da impressão 3D no ambiente educacional, evidenciando suas contribuições para a construção do conhecimento e os desafios envolvidos em sua adoção. Dessa forma, a discussão busca compreender como essas tecnologias podem ser utilizadas para aprimorar o processo educacional e atender às demandas contemporâneas.

5.1 A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

A tecnologia está presente em todos os aspectos da vida humana, e as pessoas gradualmente se habituariam ao conforto que ela proporciona. Nos tempos primitivos, o ser humano dependia exclusivamente de sua capacidade física e de seus próprios membros para suprir as necessidades de sobrevivência. Ao longo das eras, o avanço científico tem permitido o desenvolvimento contínuo de tecnologias cada vez mais sofisticadas, onde as máquinas, acessórios e coisas que o homem conseguiu criar através do seu poder de inteligência e raciocínio, facilitando suas atividades diárias. O indivíduo transita culturalmente por meio das tecnologias de sua época, o que transforma sua maneira de agir e pensar. A tecnologia acompanha a humanidade

desde sempre, impulsionada pela engenhosidade e pelo raciocínio, gerando constantes inovações (Kenski, 2013).

Para a autora denomina-se tecnologia o conjunto de conhecimentos e princípios científicos aplicados ao planejamento, à construção e ao uso de equipamentos em determinadas atividades. Ainda, para desenvolver qualquer tipo de equipamento, é necessário que o ser humano realize um planejamento cuidadoso, envolvendo a concepção do produto, a prestação do serviço e a definição dos processos. Dessa forma, a noção de tecnologias é alterável e, frequentemente, confundida com inovação (Kenski, 2013), pois com a acelerada evolução tecnológica, torna-se complexo determinar o que é verdadeiramente recente. Além disso, a distinção das tecnologias ocorre tanto por sua essência técnica quanto por sua aplicação, como por exemplo, a informação que é gerada por elas numa base imaterial. Sem elas, a vida cotidiana e a comunicação seriam significativamente limitadas.

Nesse sentido, Kenski (2013) pontua que o vínculo entre conhecimento, poder e tecnologia existe em todas as épocas e relações sociais. Assim, a educação desempenha um papel fundamental nessa articulação, influenciando desde a infância, por meio da família e do ambiente, até a escola, que exerce seu poder sobre o conhecimento e o uso das tecnologias na mediação do aprendizado. Refletir sobre os processos e produtos utilizados no dia a dia revela como a adaptação a tecnologias ocorre de forma natural, uma vez que muitos indivíduos, atualmente, não conseguem mais viver sem elas, tendo incorporado diversas inovações em suas rotinas.

Utilizam-se as tecnologias para saber mais e precisa-se da educação para aprender sobre elas. A educação e a tecnologia possuem uma conexão direta, pois por vezes se utilizam diversas ferramentas tecnológicas para adquirir conhecimento. As tecnologias atuam como suporte no ensino, estando presentes em todas as etapas do processo educacional, desde o planejamento até a certificação dos alunos. Sua incorporação pode provocar grandes mudanças na organização do aprendizado. Por exemplo, ensinar um idioma apenas com livros e aulas expositivas é distinto do ensino que inclui diálogos, vídeos e laboratórios interativos.

O crescente avanço tecnológico na sociedade tem transformado profundamente diversos setores, incluindo a educação. No contexto escolar, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) passaram a desempenhar

um papel central no processo de ensino e aprendizagem, sendo amplamente discutidas como ferramentas para potencializar a prática educativa. No entanto, a simples presença de tecnologias em sala de aula não garante avanços educacionais, exigindo uma abordagem pedagógica bem estruturada e uma formação docente que favoreça sua utilização de maneira adequada.

Nesse sentido, Gouveia e Matos (2022) conceituam tecnologias como o conjunto das telecomunicações e das mídias eletrônicas, utilizadas como instrumento na aplicação de diferentes metodologias para a resolução de problemas. Para os autores, as TDIC vêm sendo amplamente discutidas nos últimos anos, principalmente quanto à sua relevância como recurso para as Metodologias Ativas. Contudo, o debate sobre o uso das TDIC na educação exige uma reflexão sobre seus impactos na aprendizagem, pois, com a presença dessas tecnologias no ambiente escolar, os estudantes não podem mais ser apenas receptores passivos de informação.

No passado, os professores eram os detentores do conhecimento e atuavam como meros transmissores de conteúdo para os alunos. Entretanto, com a revolução digital, esse cenário mudou. O papel do professor passou a ser o de facilitador do acesso ao conhecimento, visto que as informações estão disponíveis instantaneamente, a poucos cliques de distância. Como destaca Rossi (2016, p. 17):

[...] no contexto da escola e do ensino, percebe-se que antes os professores tinham as informações e atuavam como transmissores do conhecimento aos alunos. Com a revolução digital, o papel do professor passou a ser um facilitador do acesso ao conteúdo. As informações estão disponíveis a todos à distância de um clique. O acesso ao conhecimento e à informação foi totalmente democratizado. Agora, os professores precisam atuar como intérpretes e facilitadores da aprendizagem, dando aos alunos filtros para selecionar e estruturar o mar de informação disponível.

Agora cabe ao docente atuar como mediador, auxiliando os alunos a selecionar e estruturar as informações disponíveis na internet.

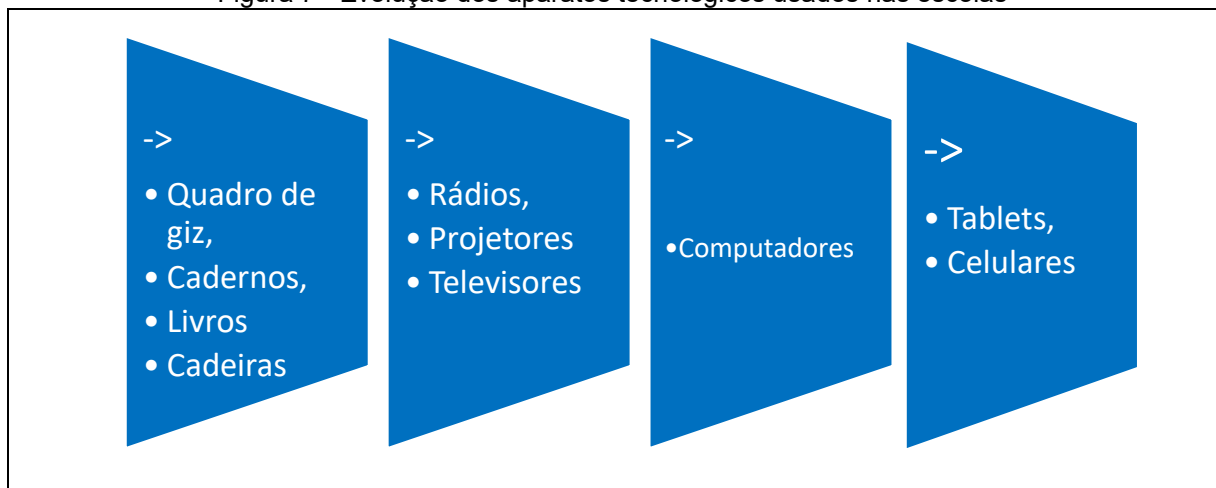
A compreensão do conceito de tecnologia, porém, vai além da visão limitada a dispositivos eletrônicos sofisticados. As pessoas tendem a associar o termo apenas a inovações da era moderna, como computadores e smartphones. No entanto, tecnologias incluem qualquer ferramenta que auxilie na realização de tarefas, desde utensílios domésticos, como geladeiras e garfos, até processos organizacionais e metodológicos. Gouveia e Matos (2022) referem-se ao termo tecnologia como um conjunto de métodos, técnicas e processos aplicados ao planejamento, à construção e à utilização de instrumentos em uma determinada prática. Assim, as tecnologias são

fruto da criatividade humana e refletem a evolução das sociedades. Como aponta Rossi (2016), cada cultura desenvolve suas próprias técnicas de acordo com suas necessidades e valores.

Atualmente, a tecnologia está profundamente inserida no cotidiano das pessoas. Muitos não conseguem iniciar o dia sem antes verificar seus *smartphones*, seja para interagir nas redes sociais, assistir a vídeos, ouvir música ou acessar conteúdos diversos. A inteligência artificial e a conectividade instantânea tornaram o uso das mídias uma questão de sobrevivência no mundo moderno. Como afirma Rossi (2016, p. 11), "[...] não é possível separar o ser humano de suas tecnologias". Diante disso, surge o questionamento: como integrar essas tecnologias ao processo de ensino e aprendizagem? De que forma podem ser exploradas para tornar o aprendizado mais dinâmico e significativo?

Rocha (2023, p. 17) argumenta que "[...] as tecnologias não se sobrepõem, elas se complementam". Ou seja, novas tecnologias não necessariamente eliminam as anteriores, mas ampliam suas possibilidades. Exemplo disso é o fato de que o uso de computadores e dispositivos digitais não eliminou completamente o papel impresso na educação (Figura 7).

Figura 7 - Evolução dos aparatos tecnológicos usados nas escolas



Fonte: Rocha (2023, p.43).

É importante destacar que as tecnologias não são metodologias de ensino, mas sim recursos didático-pedagógicos. Como apontam Gouveia e Matos (2022), sua simples introdução na escola não garante melhorias na aprendizagem. Para que sejam efetivas, é necessário repensar o ambiente de formação e promover o desenvolvimento de competências docentes que favoreçam metodologias

participativas e colaborativas. Um dos principais benefícios da tecnologia é a descentralização do conhecimento, antes restrito ao professor, permitindo que os alunos tenham mais autonomia no aprendizado.

Entretanto, a implementação das TDIC na educação não é isenta de desafios. Muitos docentes passaram a integrar novos recursos tecnológicos ao seu trabalho, mas ainda há resistência entre alguns profissionais. Rocha (2023, p. 58) identifica diferentes fatores que dificultam a adoção das tecnologias digitais no ensino, como:

Alguns professores têm resistência em usar recursos digitais, alegando que eles podem atrapalhar o aprendizado [...] outros aspectos podem dificultar a opção de utilizar tecnologias, como falta de conhecimento técnico [...]. Entre as resistências de professores relacionados as tecnologias digitais, podemos destacar, o medo de ser substituído; medo de sair da zona de conforto; resistência e preconceito; e falta de conhecimento.

Borba e Penteado (2019) alertam que a evolução da informática pode trazer dificuldades à educação, como:

- A possibilidade de os alunos deixarem de pensar logicamente caso o raciocínio seja automatizado pelos dispositivos digitais.
- A dependência excessiva da tecnologia, tornando os estudantes incapazes de resolver problemas sem o uso de *softwares* computacionais ou calculadoras.
- O desafio de garantir acesso igualitário à tecnologia, considerando que, no passado, muitas escolas não dispunham sequer de materiais básicos, como giz e lousa adequada.
- O aumento da carga de trabalho dos professores, que precisarão testar previamente as ferramentas tecnológicas antes de aplicá-las em sala de aula, além de se prepararem para lidar com possíveis falhas dos equipamentos.

Apesar dessas questões, os autores apontam que a tecnologia pode ser uma aliada no processo de ensino, estimulando a motivação dos alunos por meio de interfaces interativas e coloridas. No entanto, alertam que o uso excessivo de determinadas ferramentas pode torná-las repetitivas e desinteressantes, assim como ocorreu com o quadro negro e o giz ao longo do tempo. Além disso, não só nas atividades de lazer ou aprendizagem que se usa os aparatos tecnológicos, mas a crescente informatização do mercado de trabalho reforça a necessidade de preparar os estudantes para lidar com essas tecnologias. Atualmente, diversas profissões

exigem conhecimento em ferramentas digitais, tornando a alfabetização tecnológica uma competência essencial. Segundo Borba e Penteado (2019), garantir esse aprendizado dentro da escola deve ser um direito dos alunos, permitindo que desenvolvam habilidades que os acompanharão ao longo da vida.

Kenski (2013) também afirma que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), como a televisão e o computador, trouxeram mudanças na educação, facilitando a mediação entre professores, alunos e conteúdos. *Sites*, *softwares* computacionais, imagens, sons e movimentos tornam o ensino mais realista e envolvente, dinamizam o espaço de aprendizagem, promovendo melhor compreensão e aprofundamento do conhecimento. No entanto, essas tecnologias ainda não alteraram significativamente a estrutura dos cursos nem a didática dos professores, sendo vistas apenas como recursos auxiliares.

Apesar do uso de computadores e internet nas escolas, o ensino continua segmentado, com disciplinas isoladas e hierarquizadas, sem integração entre áreas do conhecimento. Essa falta de articulação entre conteúdos limita as possibilidades de melhoria no processo educacional. Mais que as tecnologias e métodos pedagógicos modernos, a qualidade da educação depende da adequação do ensino aos objetivos do aluno. Sua história de vida, conhecimentos prévios e motivação são essenciais para a aprendizagem. O professor tem um papel fundamental ao mediar esse processo, auxiliando na busca pelo conhecimento e garantindo o acesso a ele por meio das tecnologias e interações, que definem a qualidade educacional.

A autora menciona que a exposição oral em sala de aula, realizada tanto por docentes quanto por estudantes pode ser estimulante ou monótona, mesmo quando acompanhada de ferramentas tecnológicas como o PowerPoint. Antigamente, a habilidade de falar em público era considerada tão importante que a retórica era uma disciplina obrigatória nos currículos daqueles que precisavam usar a voz como instrumento de trabalho. Estudos recentes mostram que alunos mais jovens, acostumados à oralidade televisiva, tendem a se distrair com aulas expositivas monótonas. O diálogo ativo entre professores e alunos, aliado a um ambiente dinâmico e interativo, favorece o aprendizado, estimulando o raciocínio e a participação.

Além disso, segundo Kenski (2013) o uso exclusivo de textos escritos pode não ser o método mais adequado para esses alunos, pois a linguagem oral evolui

constantemente, enquanto a escrita mantém suas estruturas fixas ao longo do tempo. O público infantil e jovem não está habituado à leitura normal sequencial linear, preferindo navegar pelos textos como fazem no celular e outras mídias, pegando partes aleatórias e rápidas. Revistas e jornais já adaptaram seus conteúdos, usando imagens, gráficos e cores para prender a atenção. Muitas vezes, textos extensos não são adequados para alunos sem a mediação do professor. No entanto, por exemplo, nos livros como *Harry Potter* e RPGs ("*Role-Playing Games*" - Jogos de Interpretação de papéis, em português, nos quais os jogadores assumem os papéis de personagens fictícios e participam de histórias interativas, geralmente guiadas por um mestre de jogo), mostram que, quando a narrativa é dinâmica e envolvente, a leitura se torna atrativa, onde se tem diversas tramas que se conectam simultaneamente, tornando o desfecho imprevisível. Assim, a função da escola seria para estabelecer uma parceria entre as diversas tecnologias e culturas para a construção e aprofundamento do saber.

Embora Kenski (2013) e Borba e Penteado (2019) já apontassem para a necessidade de integração crítica e planejada das tecnologias, estudos mais recentes ampliam esse debate ao considerar os impactos da Inteligência Artificial (IA). Para Azambuja e Silva (2024), a inserção de novas tecnologias na educação não pode se restringir ao domínio técnico, exigindo também uma reconfiguração das práticas pedagógicas, valorizando o pensamento crítico, a ética e as competências relacionais. Nessa mesma direção, Bandeira e Aquino (2024) discutem que a IA pode representar avanços significativos no processo educativo, mas alertam para o risco de uma adesão acrítica e entusiasmada, que, sem políticas públicas consistentes, pode aprofundar desigualdades e desumanizar o ensino.

Assim, Azambuja e Silva (2024), destacam que a presença crescente da Inteligência Artificial demanda que a formação de professores contemple não apenas o desenvolvimento de competências digitais, mas também a preparação para enfrentar dilemas éticos e sociais emergentes, possibilitando uma atuação crítica e responsável frente às mudanças que impactam a educação contemporânea. Nessa perspectiva, Bandeira e Aquino (2024) acrescentam que a simples incorporação de tecnologias avançadas não garante, por si só, processos inovadores de ensino, sendo imprescindível que o uso da IA esteja associado a metodologias que promovam a autonomia do estudante e assegurem práticas pedagógicas humanizadoras.

Dessa forma, a integração das TDIC ao ensino não deve ser encarada como uma substituição do papel do professor, mas como um meio para tornar o aprendizado mais dinâmico e conectado à realidade dos alunos. Um ponto importante para essa transformação está na formação contínua dos docentes, na adaptação das metodologias pedagógicas e na utilização das tecnologias de maneira crítica, estratégica e planejada, garantindo que o ensino acompanhe as demandas do mundo contemporâneo.

Para Kenski (2013) podem ocorrer insucessos e frustrações no uso das tecnologias na educação. A mesma diz que, embora a tecnologia seja indispensável na educação, muitas vezes ela resulta em projetos pouco produtivos. Isso ocorre, em parte, pela falta de conhecimento pedagógico dos professores sobre o uso das tecnologias, tanto novas quanto antigas. A formação dos docentes não inclui a preparação para integrar as tecnologias de forma pedagógica, o que leva a práticas como aulas monótonas com leitura, apresentações excessivas de slides ou vídeos, ou o uso da internet apenas para pesquisas. Além disso, projetos de educação a distância, como as aulas transmitidas para grandes públicos, seguem o modelo expositivo tradicional, sem considerar as necessidades individuais dos alunos. Esses erros comprometem o ensino e esquecem a verdadeira finalidade da educação, que é promover a aprendizagem de todos os alunos. O foco muitas vezes está mais em usar as tecnologias para "passar o conteúdo" do que em realmente ensinar, ou garantir que de fato a aprendizagem do aluno ocorreu.

Além disso, conforme Kenski (2013), um outro problema é a inadequação da tecnologia aos conteúdos e aos objetivos educacionais. Elas são, muitas vezes, usadas como estratégias econômicas e políticas do que como recurso para potencializar o ensino. Cada tecnologia tem suas características e precisa ser integrada corretamente na educação. Muitas escolas, foram equipadas com televisores ou computadores, mas não conseguiram os resultados esperados na aprendizagem dos alunos. Sozinhas, elas não resolveram os desafios educacionais.

E quando ainda, aliados aos problemas de natureza técnica, onde o docente não possui tempo, ou conhecimento para lidar com esses recursos quando estão funcionando, ou ainda, quando apresentam falhas (as escolas não têm verbas suficientes para manutenção diariamente); atrelado à falta de incentivo financeiro na carreira profissional, resultando numa desmotivação em sua condição de trabalho

(Kenski, 2013). Outro detalhe é, que quando as crianças ainda não possuem habilidades ou não dominam as ferramentas apresentadas, é necessário que elas tenham, pelo menos, conceitos básicos sobre como manusear tais recursos. Muitas vezes, os alunos ficam limitados em sua capacidade criativa tecnológica, pois não têm o domínio completo das ferramentas, e, caso o trabalho fosse realizado manualmente, seriam capazes de desenvolver produções criativas.

A autora também aponta diversas problemáticas relacionadas ao ensino a distância, destacando que, se já existem desafios no ensino presencial, a oferta de tecnologias a distância apresenta também complexidades. Muitos profissionais com grande conhecimento e habilidade no uso de tecnologias acreditaram que poderiam aplicá-las diretamente à educação, tornando o acesso dos alunos facilitado, uma vez que poderiam estudar em casa na maior parte do tempo. No entanto, muitos estudantes acabam desistindo e atribuem essa dificuldade às próprias tecnologias. A ênfase excessiva no conhecimento tecnológico na criação de cursos à distância levou ao fracasso de diversas iniciativas. Isso ocorreu porque profissionais sem formação educacional adequada desenvolveram cursos sem o devido domínio das especificidades pedagógicas e comunicativas, desconsiderando as necessidades de aprendizagem dos alunos.

Como consequência, de acordo com Kenski (2013) foi a evasão nos cursos à distância, tornando-se um problema expressivo, pois muitos estudantes se inscrevem, acessam os materiais e, posteriormente, abandonam o curso. Essa desistência pode estar associada ao fato de que muitos cursos não seguem princípios pedagógicos sólidos, limitando-se a oferecer conteúdo já disponíveis em livros e a aplicar testes de múltipla escolha, sem estimular a participação ativa dos alunos. Além disso, a videoconferência, outra ferramenta amplamente utilizada na educação a distância, também enfrenta desafios. Em muitos casos, os professores se dirigem a alunos dispersos e desinteressados, provenientes de diferentes contextos e culturas, pois a abordagem adotada é tradicional e pouco envolvente. Para autora, uma possibilidade para potencializar o uso desse recurso, seria necessário um formato mais dinâmico, com movimentação de câmeras, cortes rápidos e maior interação entre os participantes.

A tecnologia, enquanto ferramenta essencial para o desenvolvimento humano, continua a transformar a sociedade e a maneira como se constrói

conhecimento. No contexto educacional, sua integração não deve ser vista como uma mera modernização dos métodos tradicionais, mas sim como um meio para potencializar o aprendizado e torná-lo mais acessível, dinâmico e significativo. No entanto, para que seu uso seja realmente adequado, é fundamental investir na formação docente, no planejamento pedagógico adequado e na adaptação das metodologias de ensino às necessidades dos alunos. Dessa forma, a tecnologia deixa de ser apenas um recurso auxiliar e se torna uma aliada indispensável na construção do conhecimento, preparando indivíduos para os desafios do mundo contemporâneo.

5.2 TECNOLOGIAS PARA UM ENSINO ATIVO

O ensino tradicional, baseado na transmissão unilateral do conhecimento pelo professor, tem sido progressivamente substituído por abordagens que priorizam a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Nesse contexto, as metodologias ativas surgem como alternativas inovadoras, promovendo maior engajamento e incentivando o protagonismo discente.

Essas metodologias se beneficiam do suporte oferecido pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), que possibilitam a diversificação de práticas pedagógicas e ampliam as possibilidades de interação e construção do conhecimento. No entanto, para que a inserção dessas tecnologias seja possível, é necessário que os educadores compreendam suas potencialidades e saibam utilizá-las estrategicamente no ambiente escolar. Diante desse cenário, este texto explora a relação entre metodologias ativas e o uso de tecnologias na educação, destacando diferentes estratégias pedagógicas que integram esses recursos e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem.

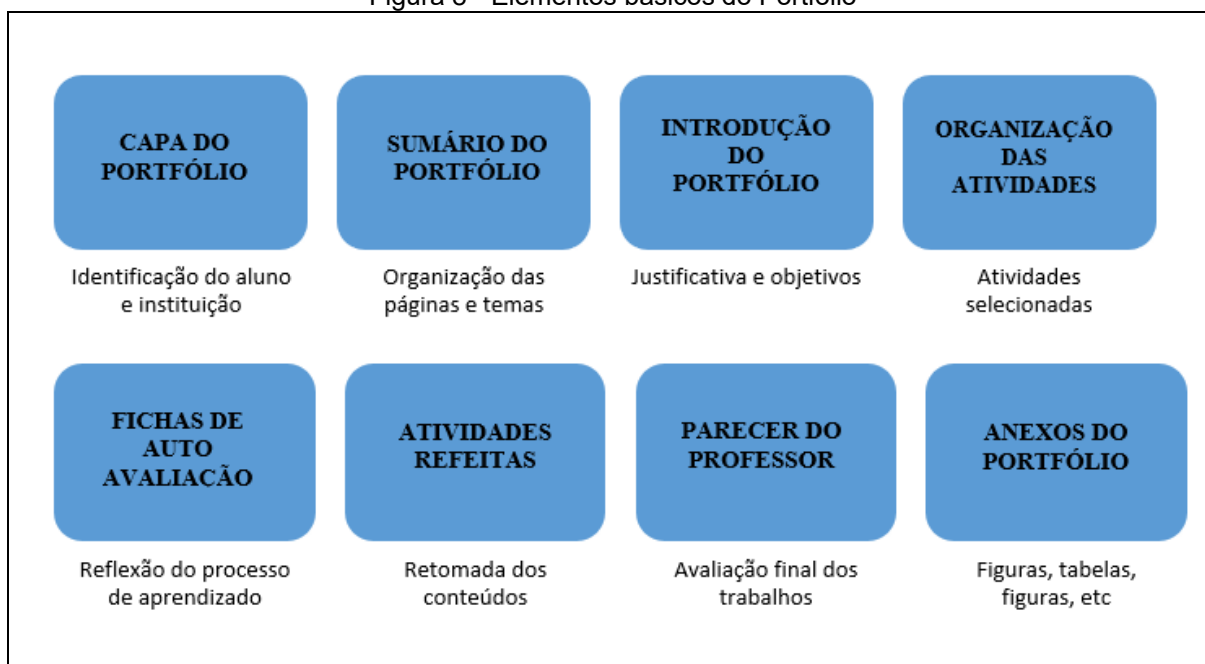
Dessa forma, ao abordar as metodologias ativas, Gouveia e Matos (2022) destacam que esse método promove um ambiente participativo no processo de ensino e aprendizagem, no qual o docente atua como mediador das interações significativas. Além disso, as metodologias ativas fazem uso de ferramentas pedagógicas para orientar e dinamizar esse processo. Nesse sentido, as tecnologias podem favorecer a integração dessas metodologias, ampliando o engajamento e a participação dos alunos na construção do conhecimento. Os autores apresentam diversas práticas pedagógicas baseadas nas metodologias ativas, incluindo:

- *Aula expositiva dialogada*: O docente pode preparar suas aulas previamente com slides, vídeos, demonstrações com uma aula dialogada e participativa, usando ferramentas tecnológicas, *softwares*, simulações online de forma organizada e estruturada. Assim como, enviar via *link*, via e-mail ou navegação online, que permite armazenar e fazer o compartilhamento durante ou após a aula. Também podem ser usados os *clickers games* para avaliar um certo conteúdo proposto e, também tendo como opção coletar respostas dos discentes e guardar, para posteriormente, o educador visualizar dados estatísticos das resoluções dos alunos.

- *Portfólio*: tudo que o estudante produzir durante as atividades escolares podem ser arquivadas, por exemplo, em uma nuvem ou ambiente em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), em formatos de imagens, arquivos de texto, vídeos, que podem ser físicos ou acessados de qualquer lugar que tenha conexão com a rede, entre outros materiais que evidenciam o desenvolvimento e participação do processo de aprendizagem.

Segundo Quaresma, Pastana e Freitas (2017) o portfólio é um método de avaliação dentro das metodologias ativas, permitindo liberdade de criação e inovação. No portfólio individual, cada aluno constrói sua própria avaliação e aprendizado, tornando-o único. Já o portfólio coletivo envolve a socialização dos portfólios individuais, promovendo a troca de saberes. Para evitar influências externas, recomenda-se compartilhar os portfólios apenas após estarem bem desenvolvidos. Segundo Ischkanian *et al.* (2022) há uma sequência de elementos que constituem o portfólio, conforme a Figura 8.

Figura 8 - Elementos básicos do Portfólio



Fonte: Ischkanian *et al.* (2022, p.06).

A Figura 8 apresenta os principais elementos que compõem o Portfólio. Buscando ampliar a compreensão, descreve-se a função de cada elemento.

- Capa do Portfólio – Contém a identificação do aluno e da instituição, funcionando como a apresentação do documento.
- Sumário do Portfólio – Estrutura a organização das páginas e temas, facilitando a navegação pelo conteúdo.
- Introdução do Portfólio – Explica a justificativa do portfólio e seus objetivos, situando o leitor sobre sua finalidade.
- Organização das Atividades – Seção onde são reunidas as atividades selecionadas ao longo do processo de aprendizagem.
- Fichas de Autoavaliação – Espaço para o aluno refletir sobre seu processo de aprendizado, identificando avanços e dificuldades.
- Atividades Refeitas – Permite a retomada dos conteúdos por meio da revisão e aprimoramento de atividades já realizadas.
- Parecer do Professor – Avaliação final dos trabalhos pelo docente, incluindo comentários e sugestões de melhoria.
- Anexos do Portfólio – Seção onde são inseridos materiais complementares, como figuras, tabelas e gráficos, enriquecendo o conteúdo.

Segundo Quaresma, Pastana e Freitas (2017), esses elementos garantem que o portfólio seja um registro completo da trajetória acadêmica do aluno, promovendo a reflexão e o desenvolvimento contínuo. Na entrega do portfólio, os alunos por meio dele expressam suas aprendizagens, apresentam a construção do mesmo para o docente. É momento no qual ocorrerá a análise do desenvolvimento e sua construção. O estudante, ao identificar suas habilidades e desafios, evidencia os pontos críticos no progresso de sua formação. O retorno avaliativo inicia com o aluno compartilhando suas percepções sobre seu portfólio, priorizando a escuta do educador e o reconhecimento dos avanços do estudante. O professor deve registrar as declarações dos alunos e utilizar um documento para acompanhar os desempenhos. O educador encerra o processo com reflexões sobre a aprendizagem, realizando observações de maneira construtiva (Quaresma; Pastana; Freitas, 2017).

Assim, o Portfólio consiste em um procedimento de avaliação, levando em consideração a importância da reflexão do aluno sobre sua aprendizagem, no qual ele participa do processo de aprendizagem e de avaliação, sendo agente ativo na escolha de suas próprias produções desenvolvidas, a fim de registrar no material os melhores trabalhos e seus objetivos alcançados. De acordo com Ischkanian *et al.* (2022), o portfólio propicia uma estruturação e um arranjo dos conteúdos estudados. Permite o registro da realidade do contexto do aluno e organização, facilitando os estudos posteriores. Ele também possibilita que o docente avalie a evolução do aprendizado do aluno e a aplicação dos conteúdos estudados.

Na criação de portfólios por exemplo, pode-se usar ferramentas diferentes do papel. O Cargo Collective (com linguagens CSS e HTML) é uma dessas ferramentas e conta com variadas possibilidades, oferecendo mais de quarenta opções de templates para os usuários escolherem para suas apresentações e exposições. Além disso, plataformas como DevinArt e Behance podem ser utilizadas para a criação de portfólios com modelos inspiradores para as aulas.

O Carbonmade é uma plataforma interessante para criar um portfólio na área de tecnologia. A exemplo do Behance, o Carbonmade também permite organizar os trabalhos por meio de álbuns, divididos por temas e com descrições específicas. O seu uso é muito fácil: basta fazer um cadastro e escolher um layout preferido. Há diversos prontos; determine aquele que mais tem a ver com seu estilo e área de atuação. Os templates não são muito customizáveis, ou seja, é indicado para quem não quer ter muito trabalho e deseja concluir seu portfólio o mais rápido possível (Ischkanian *et al.*, 2022, p. 05).

Boas (2015) afirma que portfólios como formas de avaliação tem sido cada vez mais empregados devido seu potencial para associar currículo e práticas pedagógicas visando o desenvolvimento metacognitivo. E dentre um dos aspectos facilitadores da construção do portfólio mais frequentes segundo o autor é o interesse por novas tecnologias, ao buscar novas possibilidades de registro e uso delas na construção do mesmo.

- *Project based learning (PBL) ou Aprendizagem baseada em projetos ou problemas*: geralmente o docente divide os alunos em grupos, a fim de seguir três etapas básicas. A 1ª etapa consiste no professor indicar o tema a ser pesquisado pelos alunos que farão uma busca online e leituras referentes ao assunto proposto. Na 2ª etapa os alunos poderão responder um questionário via link ou online, com questões para averiguar a preparação deles. E, na última etapa, o educador pode disponibilizar ferramentas tecnológicas para os alunos desenvolverem algum problema ou exercício prático sugerido pelo professor.

Segundo Pereira e Beschizza (2022) um projeto é um trabalho baseado em uma metodologia sistemática, constituído de início, meio e fim, que ao término culmina na apresentação de um produto final. O projeto quando desenvolvido de maneira adequada contribui para construção de competências e habilidades tais como resolução de problemas, interação em grupo, pensamento crítico, entre outros. Neste tipo de aprendizagem os estudantes estão no centro do processo e precisam estar instigados em participar do processo; envolve geralmente conteúdos e princípios de uma disciplina; requer uso de ferramentas, tecnologias e competências; o produto final foi resultado da intenção de resolver o problema investigado; incita a colaboração e utilização de avaliações de todo o processo e feedbacks (aprendizagem com experiência) durante o mesmo.

- *Flipped classroom ou Sala de aula invertida*: o estudante acessa o conteúdo proposto por alguma sala virtual, rede social ou ambiente AVA, através de textos, vídeos, enquetes ou grupos de discussão e interação entre professores e colegas, entre outros, através de recursos como o computador e o celular. O aluno tem a responsabilidade de estudar todo o conteúdo, para posteriormente ser avaliado pelo docente ou ser aplicado em sala de aula. De acordo com Pereira e Beschizza (2022), nesta modalidade há combinação de conhecimentos trocados em sala de aula presenciais com outros fora de sala, podendo ser online ou em qualquer outro

ambiente externo. Possibilitando ao aluno acessar conhecimentos prévios do tema a ser estudado ou retomar informações necessárias para construção do novo aprendizado. Dessa forma, necessita que o aluno tenha comprometimento em realizar as atividades e tarefas fora do ambiente escolar e viabiliza que o docente use diferentes meios de sistematizar a aprendizagem e também distintas maneiras de conduzir a avaliação.

Dessa forma, pode-se afirmar que os docentes possuem, diferentes alternativas para trabalhar com metodologias ativas inserindo também as tecnologias. Além delas possibilitarem uma aula com um ambiente mais diversificado e interessante para o aluno; podendo possibilitar benefícios ao processo de ensino e aprendizagem, já que estão também no cotidiano dos indivíduos, o que torna mais perto da realidade vivenciada no dia a dia.

O ensino baseado nas metodologias ativas coloca o aluno como o principal responsável pelo seu processo de aprendizagem e experiência; visto que, o docente é o mediador no processo de ensino (Sefton; Galini, 2022, p.2). Os autores elucidam sugestões de recursos, que podem ser usados em diferentes inteligências:

- I. Trilhas de aprendizagens ou sequências de atividades de formação diferenciadas - Método contínuo de atividades para o desenvolvimento de habilidades (por meio de palestras, projetos, workshops, Jogos, vídeos, seminários, discussão em grupos etc.). As trilhas podem ser organizadas para estudantes, professores ou até mesmo para equipe pedagógica e administrativa da escola.
- II. Armazenamento de dados com a tecnologia - Organizar dados de necessidade de aprendizagem de cada estudante, para criação de planos de estudos personalizados. Identificar outras variáveis do processo de assimilação, que podem potencializar a aprendizagem individual.
- III. Atividades digitais de conteúdo específicos - Aprendizagem com o uso de atividades sequenciais digitais, por meio de computadores ou tablets, necessitando ou não da mediação do professor, tutor ou outro colega de classe, para o prosseguimento nas atividades propostas.

IV. Uso da inteligência artificial – Preparar um ambiente de aprendizado com base nos dados armazenados das principais dúvidas de cada estudante.

Polesello (2023) afirma que as trilhas de aprendizagem permitem que professores e alunos escolham juntos o melhor caminho no ensino, sendo que os percursos promovem a construção do conhecimento de forma ativa. Essa abordagem permite integrar as demandas dos alunos às competências a serem aprimoradas. Ainda, segundo Polesello (2023), devido à sua relevância na autonomia dos estudantes em seu aprendizado, é implementado nos Projetos Político-Pedagógicos, assegurando a interdisciplinaridade e o fortalecimento das habilidades fundamentais em cada fase da educação. As trilhas incentivam os estudantes a aprofundarem temas de seu interesse por meio de pesquisas, escolhas e experiências interativas, tornando-os agentes ativos no próprio processo educativo. Além disso, a redefinição do conhecimento e as interações sociais são fundamentais para possibilitar diversas formas de aprendizado em um único espaço.

As trilhas de aprendizagem desempenham um papel fundamental na avaliação dos Projetos de Aprendizagem, permitindo a documentação do progresso dos alunos por meio de imagens, vídeos e anotações. Esses registros contribuem para que os estudantes reflitam sobre seu próprio aprendizado e possibilitam que os professores acompanhem sua evolução, podendo ainda ser compartilhados com as famílias. Além disso, essas trilhas favorecem o desenvolvimento de habilidades, levando em conta as expectativas institucionais, as necessidades e os objetivos pessoais dos alunos.

Elas estimulam a autonomia, a criatividade e a pesquisa, promovendo uma aprendizagem integrada ao contexto social e tornando a experiência educacional mais relevante e aplicável ao cotidiano. Os alunos se sentem confortáveis e desenvolvem habilidades de pesquisa, o que representa um dos principais diferenciais das aulas. Eles colaboram em equipe, auxiliando e respeitando uns aos outros. Além disso, aprendem a organizar suas atividades, buscar informações, gerenciar recursos e administrar o tempo de forma apropriada. Conectam os conteúdos curriculares com a prática, tornando a aprendizagem mais significativa e aplicando os conhecimentos adquiridos em sua vida cotidiana (Polesello, 2023).

De acordo com Sefton e Galini (2022) a tecnologia possibilita a personalização do ensino em turmas numerosas ao organizar dados sobre as necessidades individuais dos alunos e gerar planos de estudo personalizados. Um exemplo é a preparação para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), onde *softwares* computacionais identificam lacunas de aprendizagem por meio de testes e sugerem conteúdos específicos. Com inteligência artificial, esse processo se torna ainda mais rápido e efetivo, adaptando atividades e planos com base nas dificuldades dos estudantes. Além disso, recursos tecnológicos podem analisar variáveis como horários ideais de estudo, tipos de conteúdo e estratégias didáticas.

A integração das trilhas de aprendizagem e das metodologias ativas ao ensino se relaciona diretamente com a perspectiva apresentada por Pereira e Beschizza (2022), que enfatizam a importância de conectar o aprendizado escolar com o mundo exterior. A utilização da tecnologia nas práticas pedagógicas, aliada à mediação docente, possibilita um ensino mais acessível, inclusivo e alinhado às necessidades individuais dos alunos. Além disso, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) se mostra uma estratégia para inserir a tecnologia no ensino, estimulando a pesquisa, a colaboração e o pensamento crítico. Dessa forma, a adoção de ferramentas digitais e metodologias inovadoras fortalece o desenvolvimento das competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), preparando os estudantes para utilizar diferentes linguagens, incluindo a digital, de maneira reflexiva e ética em seu cotidiano.

Por isso, Pereira e Beschizza (2022) destacam que, o que deve ser aprendido e utilizado na escola, deve estar relacionado com as coisas fora dela. Pensando nisso, uma aprendizagem com a mediação do professor é uma boa oportunidade de uso das tecnologias nas práticas escolares, onde pode colocar o estudante conectado e com acesso a informações importantes para a construção de conhecimentos, inclusive ela também pode auxiliar alunos com necessidades especiais e em diferentes disciplinas.

Diante dessa possibilidade de tornar o ensino mais próximo do contexto em que o aluno está inserido, a Aprendizagem Baseada em projetos representa uma importante aliada a inserção da tecnologia ao ensino. Partindo do princípio de que a ABP entende a aprendizagem como um processo transdisciplinar e social, uma questão resultante do interesse dos alunos pela temática que está sendo explorada possibilita que eles pesquisem, discutam, formulam hipóteses, busquem, organizem dados e demonstrem suas descobertas (Pereira; Beschizza, 2022, p.45).

Pereira e Beschizza (2022) lembram que, umas das competências da BNCC, mais propriamente a número 4, enfatiza que os alunos precisam em suas formações escolares, compreender, usar na comunicação e ter acesso a informações, na interação, de modo reflexivo e ético em suas rotinas sociais, as tecnologias de informação e comunicação. Assim como, ao terminar a educação básica, o estudante deve ser capaz de saber usar diversas linguagens, inclusive a digital. E a tecnologia está cada vez mais acessível, com isso a educação pode ficar cada dia que passa, mais moderna e trazer inúmeros benefícios, visto que, ela viabiliza que o aprendizado pode ocorrer em diferentes locais, condições, recursos e tempos.

A adoção das metodologias ativas e do uso das tecnologias na educação representa um avanço significativo na forma como o conhecimento é construído e compartilhado. Ao colocar o estudante no centro do processo de aprendizagem, essas abordagens promovem maior engajamento, autonomia e desenvolvimento de competências essenciais para a sociedade contemporânea. Além disso, a mediação docente continua sendo fundamental para orientar e potencializar essas práticas, garantindo um ensino mais dinâmico, acessível e significativo. A Aprendizagem Baseada em Projetos, os portfólios e a sala de aula invertida são exemplos de estratégias que integram tecnologia e ensino, tornando-o mais próximo da realidade dos alunos. Dessa forma, a modernização das práticas pedagógicas, alinhada às diretrizes da BNCC, contribui para a formação de indivíduos críticos e preparados para os desafios do mundo digital e do mercado de trabalho.

5.3 IMPRESSÃO 3D NA EDUCAÇÃO: POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS

O texto a seguir oferece uma visão ampla sobre a tecnologia de impressão 3D. Primeiramente, são apresentadas suas definições e principais características, incluindo os processos envolvidos, os materiais empregados e os *softwares* utilizados para modelagem e fabricação. Em seguida, são discutidas as diversas aplicações dessa tecnologia em diferentes setores, como engenharia, saúde e construção civil, destacando seus benefícios e desafios. Posteriormente, expõe-se a introdução das impressoras 3D no ambiente educacional, ressaltando suas potencialidades para o ensino, os obstáculos à sua implementação e os impactos no aprendizado dos estudantes. Assim, o texto busca fornecer uma análise detalhada sobre a importância e as implicações dessa inovação em diferentes contextos.

5.3.1 Definição e Características das Impressoras 3D

Para Kovatli, Kotz e Locatelli (2019) a impressão 3D é uma tecnologia que possibilita a transformação da forma como os objetos são concebidos. Existem diversas técnicas distintas na impressão 3D, como o uso de filamentos termoplásticos, resinas, pó, deposição de metal, entre outras. Esse método envolve um modelo tridimensional digital, elaborado em um computador, que é então materializado pela impressora 3D por meio da deposição de camadas sucessivas de material.

Segundo Ventura, Lopes, Menezes, Favoni e Santos (2021), para a impressão 3D, um *software* CAD (do inglês *Computer-Aided Design*² - exemplos de *softwares* na Tabela 1), exporta um arquivo de modelo digital, geralmente no formato STL (Standard Tessellation Language)³. Em seguida, um *software* CAM ("Computer Aided Manufacturing")⁴ realiza o fatiamento desse modelo, criando camadas e coordenadas para a impressão. Segundo Figueiredo e Cesar (2022), o método começa com o modelo 3D da peça sendo "fatiado" eletronicamente, gerando "curvas de nível" em 2D que determinam, onde será acrescentado material em cada camada. A peça física é criada pelo empilhamento e adesão sequencial dessas camadas, da base ao topo.

² A sigla CAD vem do inglês "Computer Aided Design" que significa Desenho Assistido por computador, são programas (*softwares*) para computadores, específicos para geração de desenhos e projetos.

³ O formato STL (Stereolithography, ou Standard Triangle Language) é amplamente utilizado na prototipagem rápida e impressão 3D. Ele funciona dividindo seu modelo 3D em uma série de pequenos triângulos, cobrindo cada superfície como uma malha. Essa abordagem é um pouco como usar pequenos blocos de construção para aproximar a forma do seu modelo. Quanto mais triângulos você usar, mais suave e detalhada será a impressão final.

⁴ O *software* CAM ("Computer Aided Manufacturing" ou Fabricação Assistida por Computador). Esse é um passo posterior ao CAD, (na Mecânica) se caracteriza pela geração de códigos específicos interpretáveis por máquinas operatrizes utilizadas na fabricação de peças.

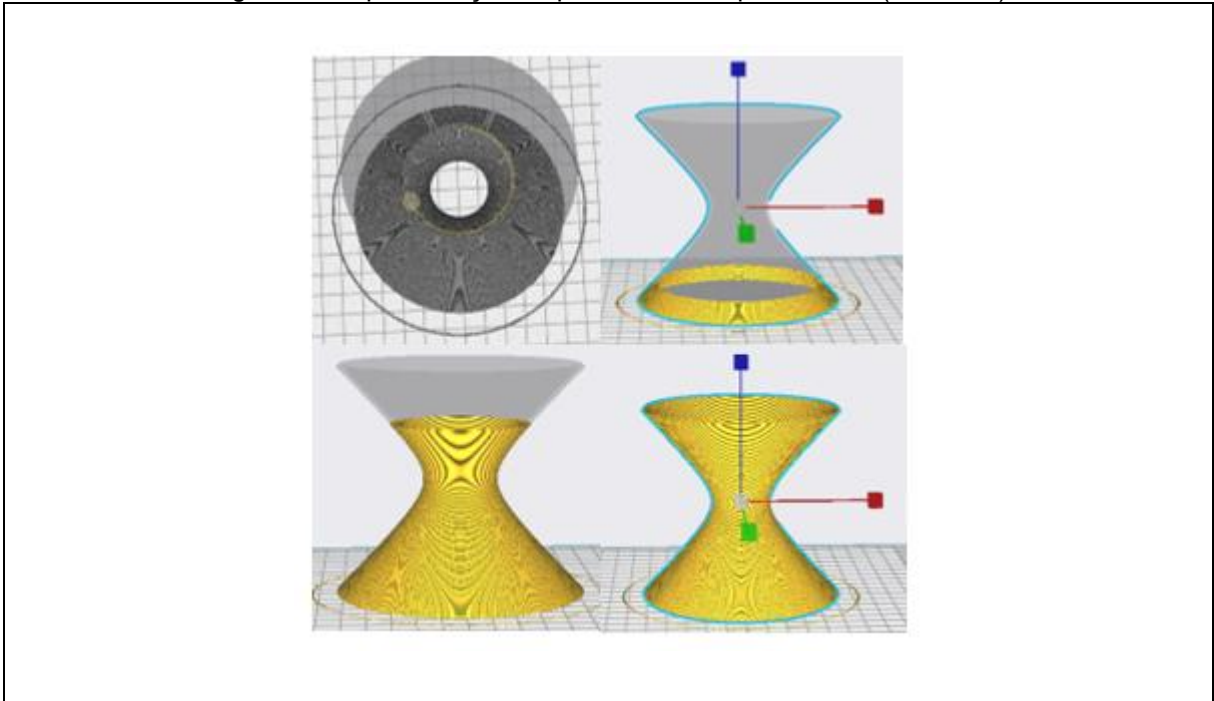
Tabela 1 - Principais *softwares* de desenho para impressão em 3D

SOFTWARE	FUNÇÃO	NÍVEL
<u>Cura</u>	Slicer, 3D Printer Host	Iniciante
<u>PrusaSlicer</u>	Slicer	Iniciante
MatterControl 2.0	Slicer, 3D Printer Host, Design	Iniciante
<u>3DPrinterOS</u>	STL Editor, STL Repair, Slicer, 3D Printer Host	Iniciante
<u>KISSlicer</u>	Slicer	Intermediário
<u>Slic3r</u>	Slicer	Intermediário
<u>SliceCrafter</u>	Slicer	Intermediário
<u>IceSL</u>	Slicer, Design	Intermediário
<u>OctoPrint</u>	Slicer, 3D Printer Host	Intermediário
<u>Repetier-Host</u>	Slicer, 3D Printer Host	Intermediário
<u>AstroPrint</u>	Slicer, 3D Printer Host	Iniciante
<u>3D-Tool Free Viewer</u>	STL Analysis	Intermediário
<u>MakePrintable</u>	STL Editor, STL Repair	Intermediário
<u>Meshmixer</u>	STL Editor, STL Repair	Intermediário
<u>MeshLab</u>	STL Editor, STL Repair	Profissional
<u>Netfabb</u>	STL Repair, Slicer	Profissional
<u>TinkerCAD</u>	Design	Iniciante
<u>3D Slash</u>	Design	Iniciante
<u>ZBrushCoreMini</u>	Design	Iniciante
<u>3D Builder</u>	Design	Iniciante
<u>Vectary</u>	Design	Intermediário
<u>Figuro</u>	Design	Intermediário
<u>SketchUp Free</u>	Design	Intermediário
<u>Fusion 360</u>	Design	Intermediário
<u>FreeCAD</u>	Design	Intermediário
<u>OpenSCAD</u>	Design	Intermediário
<u>Blender</u>	Design	Profissional
<u>OnShape</u>	Design	Profissional

Fonte: Filho *et al.* (2021, p. 3)

Figueiredo e Cesar (2022) salientam que de forma geral, as etapas do processo incluem: modelagem 3D para criar um modelo geométrico da peça (por exemplo, em um *software* CAD); conversão do modelo 3D para um formato específico de manufatura aditiva, geralmente em uma malha de triângulos, como STL ou AMF (Additive Manufacturing File Format); planejamento do processo de fabricação por camadas, incluindo fatiamento, definição de suportes e estratégias de deposição de material; fabricação da peça no equipamento de manufatura aditiva; e pós-processamento, que pode envolver limpeza, processamento adicional e acabamento, conforme a tecnologia usada (Figura 9).

Figura 9 - Representação do processo da impressão 3D (camadas)



Fonte: a pesquisa (*software* Creality).

O formato STL é o mais antigo e comum para impressão 3D, sendo as camadas em modelos de triângulos (conforme Figura 10), mas sem suportar atributos como cor ou textura. O AMF, por outro lado, é uma versão aprimorada, usando triângulos curvos, permitindo assim uma geometria mais elaborada, com estruturas treliçadas e gradientes; possibilitando a adição de cores, texturas e materiais, oferecendo maior versatilidade e precisão para designs mais elaborados na engenharia. Enquanto o STL é simples e amplamente aceito, o AMF proporciona avanços consideráveis para projetos mais detalhados e sofisticados (Dowell 3d Printer, 2025).

Figura 10 - Representação da camada em malha de triângulo



Fonte: a pesquisa (elaborado na impressora 3D).

O funcionamento das impressoras 3D é parecido com o das impressoras convencionais, variando no tipo de material expelido e na presença de um motor extra para controlar a altura. A tecnologia já possibilita imprimir órgãos com células vivas e produzir próteses médicas, como mandíbulas de titânio. No futuro, há planos para impressoras que construam prédios em larga escala e estruturas em nível molecular. Impressoras 3D são amplamente usadas na prototipagem de diversos dispositivos e, em arquitetura e engenharia civil, na criação de maquetes de construções (Figueiredo; Cesar, 2022).

Desse modo, Ferreira, Kruger e Santos (2016) afirma que para aumentar a competitividade, empresas investem em tecnologias que otimizam processos, melhoram a qualidade, reduzem custos e aceleram a produção. Nesse cenário, a impressão 3D se destaca, permitindo criar representações matemáticas de superfícies tridimensionais e desenvolver formas e cenários personalizados por meio de *softwares* específicos. Assim, o uso da impressão 3D visa criar modelos físicos, facilitando ajustes que frequentemente causam retrabalho nos métodos de produção convencionais. O setor de construção civil adota essa técnica para criar maquetes, protótipos 3D, destacando-se pela agilidade na produção de objetos tridimensionais e pela versatilidade do método e; até casas com uma impressora 3D grande, utilizando cimento, conforme a Figura 11.

Figura 11 - Casas construídas com impressão 3D



Fonte: Cimento Itambé (2025)

Leticia Silva e Ronaldo Silva (2020) salientam que a tecnologia de impressão 3D tem ganhado destaque em diversos setores, como construção civil, área da saúde, indústria, arquitetura, etc. Leticia Silva e Ronaldo Silva (2020, p. 34), destacam ainda, que:

Esse recurso consiste em uma técnica de manufatura de objetos tridimensionais sólidos, fundamentada na adição de material em camadas a partir de um modelo digital. Caracteriza-se por permitir a criação de geometrias complexas com menor consumo de material em comparação aos métodos de fabricação tradicionais.

Os autores relatam que as novas técnicas apresentam desafios inéditos, acompanhados pela criação de ferramentas inovadoras, permitindo o uso de modelos geométricos digitais para a fabricação de artefatos físicos, como maquetes em escala, protótipos em tamanho real e até mesmo peças finais. No Brasil, o uso de impressoras 3D ainda se encontra em estágio inicial, sendo majoritariamente direcionado à criação de maquetes arquitetônicas ou estruturais, devido ao alto custo dos equipamentos e à demanda por mão de obra qualificada. Embora esteja disponível no mercado há mais de 30 anos, sua aplicação na construção civil ainda é recente, devido aos desafios associados ao desenvolvimento de impressoras de tamanho adequado para edificar estruturas.

Os avanços tecnológicos nas áreas de projetos e na Construção Civil têm progredido de forma gradual, impulsionados pelo rápido desenvolvimento da computação. Conforme descrito por Leticia Silva e Ronaldo Silva (2020, p. 35) “[...] em Curitiba, engenheiros têm investido no desenvolvimento de tecnologia nacional, apostando na viabilidade econômica como estratégia para ampliar sua presença no mercado”. Fica evidente que, na área da construção civil (Figura 12), o uso dessa tecnologia inovadora desafia o conservadorismo predominante. Enquanto países como Estados Unidos, nações da Europa e a China já incorporaram amplamente a impressão 3D no setor, no Brasil, essa prática ainda se encontra em estágio inicial de desenvolvimento.

Figura 12 - Extrusora soltando cimento com impressão 3D



Fonte: Instituto Sabin (2021).

Ferreira, Kruger e Santos (2016) da mesma forma, afirmam que essa tecnologia foi amplamente aceita no desenvolvimento de produtos por empresas, por exemplo automobilísticas, destacando-se pela redução de falhas graças à facilidade de produzir protótipos semelhantes às peças finais. Isso facilita estudos, testes e simulações antes da fabricação definitiva. Os principais benefícios incluem redução de custos e tempo, otimização de peças, suporte em simulações e testes, além da diminuição de falhas nos produtos. Entretanto, a principal desvantagem é a dificuldade em alcançar geometrias e resistências específicas.

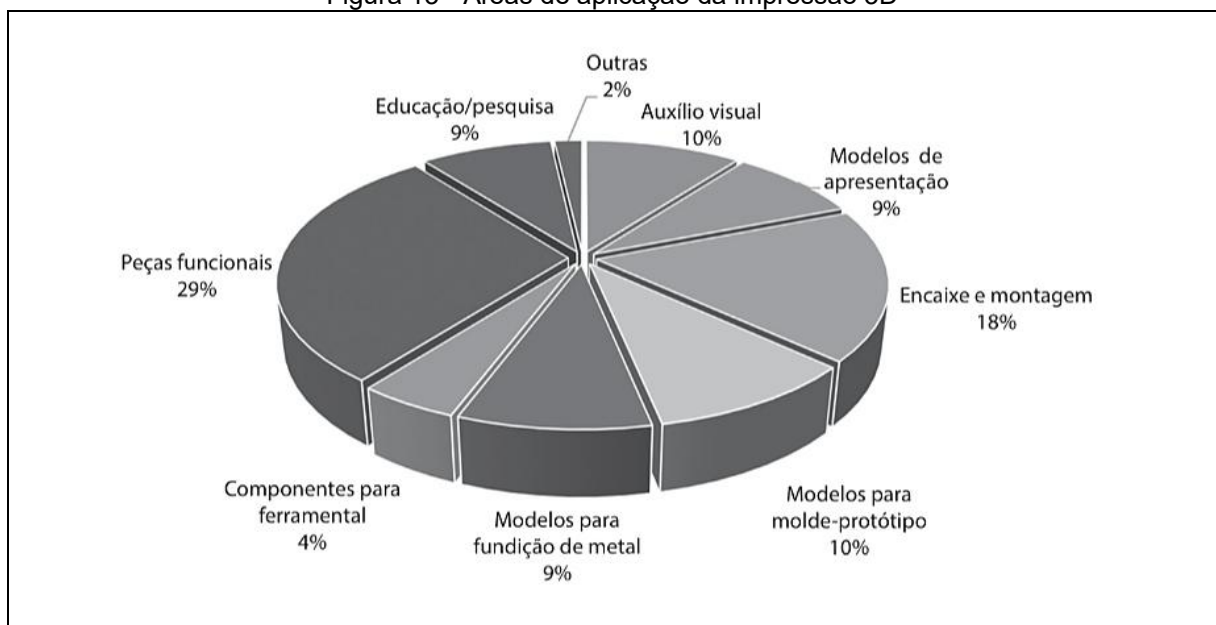
No entanto, apesar de seu potencial, o uso da impressão 3D no Brasil ainda enfrenta desafios, como o alto custo dos equipamentos e a necessidade de mão de obra qualificada. O desenvolvimento gradual da tecnologia, especialmente na construção civil, impulsionado pelo avanço da computação e por inovações locais, sinaliza um futuro promissor. À medida que a técnica ganha mais aplicabilidade, especialmente em setores como arquitetura e engenharia, a impressão 3D pode

transformar ainda mais a produção e a construção de produtos e estruturas. Assim, a impressão 3D tem se destacado como uma tecnologia inovadora em diversos setores, desde a prototipagem até a construção civil e a saúde. Com seu processo baseado na deposição de camadas de material a partir de um modelo digital, essa técnica permite a criação de objetos tridimensionais com geometrias complexas e com menor desperdício de material, se comparada aos métodos tradicionais de fabricação.

A Figura 13 apresenta um gráfico que ilustra as principais áreas de aplicação da impressão 3D, também conhecida como Manufatura Aditiva (AM - *Additive Manufacturing*). Segundo Volpato (2017), o maior percentual de uso está na produção de peças funcionais (29%), destacando a impressão de componentes prontos para uso industrial. Em seguida, a tecnologia é amplamente utilizada para encaixe e montagem (18%), permitindo testes de ajuste antes da fabricação final. Outras aplicações relevantes incluem modelos para molde-protótipo (10%) e auxílio visual (10%), essenciais para o desenvolvimento de produtos e comunicação técnica.

Além disso, a impressão 3D é empregada em modelos de apresentação (9%), modelos para fundição de metal (9%) e na educação/pesquisa (9%), contribuindo para inovação e aprendizado. Aplicações menores, como componentes para ferramental (4%) e outras áreas (2%), mostram que a versatilidade da tecnologia possibilita sua expansão para diferentes setores, otimizando processos produtivos, reduzindo custos e impulsionando a personalização de soluções.

Figura 13 - Áreas de aplicação da impressão 3D



Fonte: Volpato (2017, p. 29).

A participação da educação e pesquisadores no uso da impressão 3D revela que essa aplicação representa 9% do total, ficando atrás de áreas como produção de peças funcionais (29%) e encaixe/montagem (18%). Embora não seja a principal aplicação da tecnologia, sua presença significativa mostra o impacto da impressão 3D no aprendizado e na pesquisa acadêmica. Embora sua porcentagem seja equivalente a outras áreas, como modelos para fundição de metal e modelos de apresentação (ambos com 9%), a tendência é que a aplicação na educação cresça à medida que a tecnologia se torna mais acessível. Assim, a impressão 3D desempenha um papel importante na modernização do ensino, promovendo a interdisciplinaridade, o desenvolvimento de habilidades técnicas e o fortalecimento da pesquisa científica.

No entanto, apesar de seu potencial, o uso da impressão 3D no Brasil ainda enfrenta desafios, como o alto custo dos equipamentos e a necessidade de mão de obra qualificada. O desenvolvimento gradual da tecnologia, especialmente na construção civil, impulsionado pelo avanço da computação e por inovações locais, sinaliza um futuro promissor. À medida que a técnica ganha mais aplicabilidade, especialmente em setores como arquitetura e engenharia, a impressão 3D pode transformar ainda mais a produção e a construção de produtos e estruturas. Na educação, Aguiar (2016) em sua dissertação destaca que o uso da impressão 3D no ensino favorece o compartilhamento de conhecimento e incentiva uma cultura *maker*, onde alunos podem aprender de forma autônoma. E se revelou uma ferramenta capaz de potencializar a construção de experimentos, especialmente no ensino de ciências.

5.3.2 As Impressoras 3D na Educação

A inserção de novas tecnologias no ambiente educacional tem proporcionado transformações significativas nas práticas pedagógicas, permitindo a adoção de metodologias mais dinâmicas e interativas. Entre essas inovações, a impressão 3D tem se destacado como uma ferramenta capaz de ampliar as possibilidades de ensino, possibilitando a construção de conhecimentos e a materialização de materiais didáticos personalizados. No entanto, sua implementação ainda enfrenta desafios, como a necessidade de formação docente, a complexidade técnica do processo de impressão e as limitações estruturais das escolas. Diante desse cenário, este texto discute as potencialidades e dificuldades da impressão 3D na educação, analisando sua aplicabilidade em diferentes áreas do conhecimento.

Nesse sentido, o trabalho de Onisaki e Vieira (2019) teve como objetivo evidenciar os desafios e as facilidades experimentados no processo da impressão, promovendo uma reflexão direcionada à compreensão das potencialidades da tecnologia de impressão 3D para docentes na criação de materiais didáticos; o autor diz que conforme observado, o modelo desenvolvido apresentou diversas falhas. Na percepção inicial, acreditavam que o processo de impressão 3D fosse realizado de maneira simples, sem a ocorrência frequente de erros.

Contudo, segundo o autor ao tratar-se de objetos tridimensionais fabricados por meio da fundição de plásticos, diversas variáveis podem influenciar na qualidade das peças impressas, tais como a temperatura da extrusora, a temperatura da mesa ou bandeja, a umidade do ambiente, entre outros fatores, o que demonstra não ser um processo trivial. Ademais, além das variáveis que impactam a produção de um objeto com qualidade satisfatória, destaca-se outro elemento relevante: o tempo necessário para a impressão, que é considerado prolongado em comparação a outras técnicas de manufatura. Dependendo das configurações adotadas, a impressão de um objeto com dimensões de 0,04 x 0,06 metros pode levar, em média, 4 horas para ser concluída, o que causou surpresa durante a experiência realizada.

Embora o autor tenha apresentado diversos exemplos de materiais didáticos para uso em sala de aula, destaca-se algumas aplicações específicas. Foi desenvolvido, por exemplo, um objeto didático para auxiliar na compreensão de orbitais atômicos, além de um modelo de um animal, com o objetivo de facilitar a compreensão das características e particularidades anatômicas da espécie, no contexto das Ciências. Também foram criados modelos como o coliseu em escala e a representação de um dinossauro, permitindo a exploração de estruturas arquitetônicas de locais históricos e as características de fósseis e espécies extintas, no âmbito da História.

Onisaki e Vieira (2019) menciona que, na área de Engenharia e Tecnologia, destaca-se a construção de robôs, aviões e mini drones funcionais, que permitem a compreensão de princípios de montagem e funcionamento mecânico. No campo das Artes, o modelo impresso da estátua de David, esculpida por Michelangelo, ilustra como réplicas de obras-primas podem enriquecer o ensino e ampliar o acesso dos estudantes à cultura. O autor conclui que, embora a disponibilização de impressoras 3D e cursos técnicos para professores seja essencial, ela não é suficiente. É

necessária a integração de iniciativas que ampliem a formação cultural dos docentes, promovendo a busca contínua pelo conhecimento e incentivando o uso das tecnologias educacionais disponíveis na atualidade.

Considerando os benefícios do uso da impressão 3D, destacam-se a possibilidade de criação de objetos personalizados, ampla flexibilidade em relação ao *design* escolhido, matéria-prima de baixo custo e com perdas mínimas de resíduos. Assim, essa tecnologia torna-se uma ferramenta valiosa para o processo educacional, promovendo o desenvolvimento de uma aprendizagem criativa (Lopes, 2018).

Para Calazans e Martins (2021) os profissionais da educação têm enxergado nas tecnologias uma oportunidade de captar o interesse dos alunos e, com isso, tornar o processo de ensino e aprendizagem inovadores. Como atualmente muitos alunos têm acesso a diversos recursos tecnológicos (como celulares, tablets, computadores, entre outros), integrar esses recursos à educação contribui para fortalecer o ensino, pois permite que os alunos reflitam sobre o papel da tecnologia na sociedade.

Pinho (2020) afirma que a impressão 3D está associada a um aprendizado ativo, permitindo transformar em realidade materiais didáticos de diversas formas, que podem ser explicados por meio do toque e da manipulação. Ela mostra resultados, formatos, informações e outras alternativas. A tecnologia possibilita que os alunos experimentem, através do tato, os elementos e conteúdos abordados teoricamente em sala de aula.

De acordo com Kovatli, Kotz e Locatelli (2019) é evidente que as possibilidades de utilização da tecnologia de impressão 3D na educação são praticamente ilimitadas. As instituições de ensino podem e devem analisar quais opções melhor atendem às necessidades específicas, aos objetivos pedagógicos e se organizar para a transformação das práticas educativas, levando em conta os sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem. Durante atividades realizadas, é possível observar o entusiasmo elevado e a notável dedicação dos alunos diante das demonstrações com a utilização da impressora 3D.

As impressoras 3D possibilitam a criação ágil de protótipos personalizados. Com a disseminação dessa tecnologia na atualidade, essa característica facilita que educadores desenvolvam seus próprios materiais didáticos, atendendo de maneira mais precisa às necessidades identificadas em suas práticas pedagógicas em sala de aula (Onisaki; Vieira, 2019).

A combinação de uma abordagem prática (metodologia ativa) com a tecnologia de manufatura aditiva traz resultados impressionantes, visto por exemplo que a utilização de impressoras 3D na prototipagem de sistemas mecânicos, como caixas de engrenagens, envolve os alunos em um aprendizado mais concreto e interativo.

Ainda, Santos, Brito, Marques e Portela (2024) salientam que a modelagem Matemática das engrenagens, a criação detalhada de modelos 3D e sua posterior materialização por impressão 3D pode permitir uma compreensão mais profunda dos conceitos e características das engrenagens, desde aspectos geométricos até aplicações práticas, nos cursos de engenharias.

Em seu trabalho, Neto, Loubet e Albuquerque (2019) descrevem a elaboração de três materiais didáticos (associação de Espelhos Planos, Motor Eletromagnético, Pêndulo de Newton) voltados para conteúdo de Física, com o objetivo de contribuir para o ensino e a aprendizagem dos alunos do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio, em parceria com estudantes participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio (PIBIC-EM). Durante o projeto, os discentes aprenderam técnicas de modelagem e impressão 3D, incluindo ajustes para garantir qualidade, participando ativamente desde a criação até a aplicação em sala de aula, em colaboração direta com o docente.

Ainda, os autores afirmam que, a experiência demonstrou que a utilização de materiais didáticos e atividades práticas em sala de aula potencializa o processo educativo, promovendo aprendizado interativo e inovador. Os materiais produzidos foram disponibilizados à comunidade acadêmica para uso e observação, reforçando a receptividade dos estudantes a métodos alternativos de ensino. Tal abordagem lúdica e criativa se mostrou bem-sucedida e válida para a busca de inovações no ambiente escolar.

Pinho (2020) destaca que o processo de formação continuada de professores deve levar em conta que é frequente a presença de educadores que não utilizam tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas. É essencial incentivá-los a incorporar estratégias que integrem essas ferramentas no contexto escolar. Nesse sentido, o autor destaca que alguns pontos devem ser levados em consideração sobre a utilização dessa metodologia em sala de aula como: a necessidade da formação continuada de professores, é necessário um conhecimento tecnológico e digital do

professor para a utilização efetiva das ferramentas de confecção, como também na forma de trabalhar com o material produzido.

De acordo com Oliveira *et al.* (2021), em seu trabalho, onde realizou uma formação com docentes, no que tange à utilização da cultura *maker*, foi possível constatar que apenas dois professores já possuíam conhecimentos prévios acerca da impressora 3D. Todavia, somente um docente integrou o uso do equipamento aos conteúdos de sua disciplina, evidenciando a importância de promover mais iniciativas que possam difundir a cultura *maker* nas instituições de ensino. Podem ser refletidos a apreensão de alguns educadores durante a demonstração da impressora 3D no momento da trilha formativa.

Nesse contexto, um dos docentes relacionou o uso dessa tecnologia exclusivamente a professores com conhecimentos avançados em informática. A educadora participante da pesquisa, declarou que não considera utilizá-la, uma vez que não saberia operá-la adequadamente, o que poderia ocasionar danos ao equipamento. Tal declaração reforça a relevância de estudos, considerando a necessidade de orientar os professores no enfrentamento de barreiras para a adoção dessas ferramentas tecnológicas no processo educativo.

Diante disso, a formação continuada configura-se como uma oportunidade para que os professores adquiram habilidades no manejo de tecnologias, incluindo a impressão 3D, considerando que a maioria dos docentes se afastou da sala de aula como aluno há bastante tempo. Apenas os profissionais mais recentemente formados tiveram acesso à disciplina de tecnologias em suas matrizes curriculares durante a graduação. Tal contexto evidencia a importância de o professor atualizar-se continuamente, incorporando recursos diversificados, modernos e contemporâneos ao processo de ensino e aprendizagem.

Contudo, Aguiar (2016) sustenta que, para que essa tecnologia seja de fato incorporada ao ensino, é essencial a formação de professores. O processo desenvolvido em sua pesquisa não só orienta o uso da tecnologia, mas também contribui para a capacitação docente, promovendo uma abordagem mais inovadora no ensino. A impressão 3D, portanto, não apenas auxilia a visualização de conceitos matemáticos, mas também pode promover um aprendizado mais ativo e envolvente, incentivando a experimentação e a criatividade.

Diante das análises apresentadas, fica evidente que a inserção da impressão 3D no ambiente educacional oferece um enorme potencial para transformar as práticas pedagógicas. Exemplos práticos incluem desde modelos de orbitais atômicos e estruturas anatômicas até representações arquitetônicas históricas e componentes mecânicos para disciplinas de Engenharia. Os trabalhos discutidos mostram que essa tecnologia viabiliza a criação de materiais didáticos personalizados e interativos, favorecendo a aprendizagem ativa e concreta.

6 METODOLOGIA

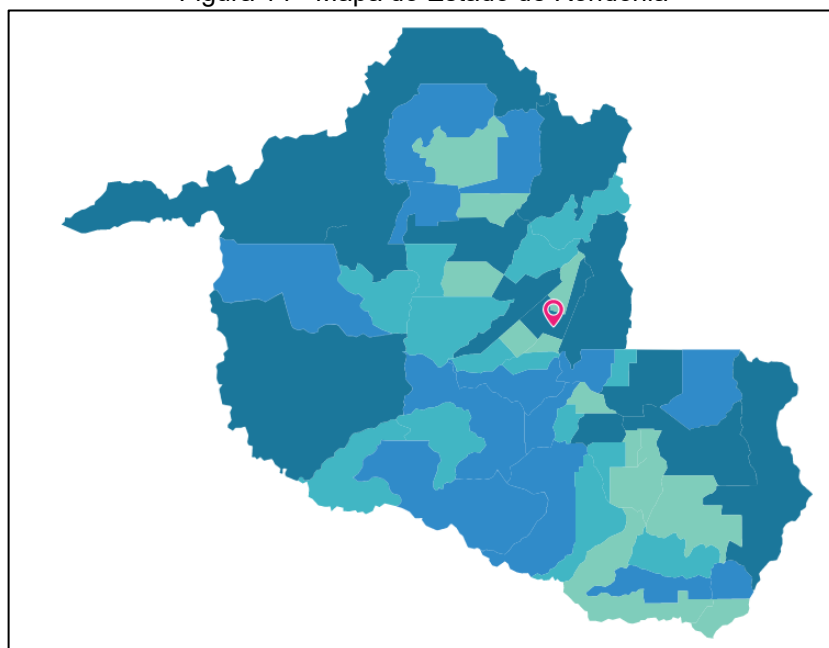
Esta seção apresenta a metodologia adotada para este projeto envolvendo a formação de professores de Matemática e a construção dos Saberes usando as tecnologias.

6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA

O município de Ouro Preto do Oeste (Figura 14) localizado em Rondônia é uma das cidades que está na região central do mesmo, possuindo no último Censo (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE-2010), 37.928 pessoas e com densidade demográfica 19,25 hab/km², com PIB Per Capita de R\$ 22.252,80 (IBGE, 2018) e o seu Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM- 2010) é 0,682 (2018).

A região do Estado de Rondônia teve um grande avanço economicamente nas últimas décadas nas áreas agrícolas e pecuária, na atualidade, o estado é um grande produtor de soja e carne bovina, o que promove um grande desenvolvimento para os indivíduos que moram nele. Possui infraestruturas de hidroelétricas, pelo fato de ser um estado rico em Rios e Nascentes, que inclusive contém usinas que distribuem energia para todo o país. Quanto à educação, possui uma rede pública significativa, contendo várias escolas municipais, estaduais e até mesmo federais. O estado contém 52 municípios que predominam atividades de agronegócio como frigoríficos, laticínios, plantações de soja, extração de madeira e estanho, atividades comerciais e funcionalismo público (Campos, 2021). Na Figura 14, apresenta-se o mapa do Estado de Rondônia, com destaque para a localização do Município de Ouro Preto do Oeste.

Figura 14 - Mapa do Estado de Rondônia



Fonte: IBGE (2010).

Segundo os dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), Rondônia atingiu somente 4,9 no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB); apesar de que nos anos iniciais (até o 5º ano do Ensino Fundamental) esse índice foi maior (5,7), entretanto quando sobe para os outros anos seguintes esse número diminui o que sugere a indagação: qual o motivo dessa redução no índice de desenvolvimento dos alunos a medida que eles avançam nas séries seguintes, como por exemplo, no ensino médio, a avaliação ficou longe da meta. Logo, torna-se necessária novos processos de metodologias educacionais para os estudantes dessa região e pesquisas neste âmbito, nas áreas de Ciência e Matemática, no intuito de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, facilitar o trabalho do professor e promover um desenvolvimento intelectual nos estudantes (pensamento formal).

6.2 PESQUISA QUALITATIVA

A metodologia de pesquisa a ser utilizada é a pesquisa qualitativa, pois buscará entender as experiências subjetivas vivenciadas pelos participantes. Os sujeitos de pesquisa serão selecionados com certa intencionalidade, levando em consideração sua formação em Matemática e/ou atuação pedagógica na escola e a localização dos mesmos.

Os métodos qualitativos de pesquisa permitem que seja estudado, com maior profundidade, o contexto de ocorrência de determinado fenômeno, além de possibilitarem a observação de vários aspectos em uma pequena população de estudo (Oliveira, 2021, p.12).

O trabalho se insere numa pesquisa qualitativa, pois, um dos aspectos importantes a ser considerados é o significado do processo e perceber a perspectiva dos participantes, no caso, o grupo participante da formação continuada de professores, de modo que consigam expressar suas reflexões cheias de significados. Levando em conta todo o processo e não somente os resultados.

A principal preocupação em pesquisas qualitativas é a real aproximação com o objeto de estudo, por meio, por exemplo, do levantamento de dados, de características e comportamentos em um grupo de indivíduos, procurando trabalhar esses dados na busca por seu significado. Desse modo, não há preocupação efetiva em medir determinado fenômeno, sobretudo em grandes populações, mas sim em entender o contexto em que certo fenômeno acontece ou suas razões de ocorrência (Oliveira, 2021, p.12).

Uma pesquisa qualitativa leva em conta o ser em seu caráter singular e por estar inserido num contexto social, que possibilita considerar a subjetividade. Assim, para Macedo, Galeffi e Pimentel (2009, p. 303) há necessariamente na pesquisa qualitativa o desenvolvimento de meios descritivos que favorecem a apreensão das qualidades dos conjuntos-objetos investigados. Portanto, nesta pesquisa pretende-se considerar o contexto que os professores participantes estão inseridos, sua trajetória de vida, trabalho e seus saberes.

6.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA

A cidade de Ouro Preto do Oeste possui escolas estaduais e municipais; das escolas estaduais, tanto dentro da cidade, quanto nos municípios circunvizinhos que fazem parte da mesma Coordenadoria Regional de Educação (CRE), apresenta-se na Figura 15, a quantidade de professores de Matemática. As escolas de (A) até (F) são propriamente da cidade de Ouro Preto do Oeste (OPO), sendo as outras restantes dos municípios arredores.

Figura 15 - Quantitativo de professores de Matemática⁵

Escola	Ensino Fundamental (EF)- Anos Finais e Ensino Médio (EM)	Nº Docentes da Disciplina de Matemática (Atuação Atual)
A	EF e EM	4 professores
B	EM	4 professores
C	EF e EM	5 professores
D	EF	3 professores
E	EF	3 professores
F (CEEJA) ⁶ *	EF (Semestral) e EM	2 professores
G	EF e EM	3 professores
H	EF e EM	3 professores
I (Indígena)	EF e EM	1 professor
J	EF	2 professores
K (CEEJA) *	EF (Semestral) e EM	5 professores
L	EF e EM	2 professores
M	EF e EM	2 professores
N	EF e EM	1 professor
O	EF e EM	3 professores

Fonte: informação fornecida pela Coordenadoria Regional de Educação de Ouro Preto do Oeste, comunicação pessoal, 2025.

De acordo com a Figura 15, no total são 43 profissionais que atuam do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental e Ensino Médio, em 2025. Foram contabilizados todos os professores, que ministram aulas do componente curricular de Matemática, inclusive aqueles formados em outras áreas. Considerando que alguns docentes possuem formação em campos distintos, acredita-se que a oferta de formação continuada em Matemática seja fundamental para aprimorar seus conhecimentos e metodologias de ensino. Dessa forma, foram convidados a participar da pesquisa e da formação continuada todos os professores que atuam na disciplina de Matemática nesta região. Entretanto, na impossibilidade de um professor de Matemática participar, outro docente foi designado para substituí-lo, mesmo sendo de outra componente curricular, garantindo que a escola não ficasse sem aulas da disciplina. Algumas escolas limitaram o número de professores participantes para não comprometer o funcionamento das aulas. Por conveniência, o convite foi aos professores da cidade de Ouro Preto do Oeste, local onde a pesquisadora principal exerce sua função docente.

A formação continuada foi idealizada com foco na capacitação de professores das áreas de Ciências e Matemática, considerando a aplicabilidade direta da

⁵ O levantamento apresentado nesta figura foi realizado antes da solicitação da Secretaria para inclusão de professores de outras áreas. Apesar disso, o foco da formação continuada voltou principalmente para os professores das áreas de Ciências e Matemática.

⁶ Centros Estaduais de Educação de Jovens e Adultos (CEEJA).

impressão 3D nos conteúdos dessas disciplinas. No entanto, a gestão pedagógica de algumas escolas participantes indicou a participação de docentes de outras áreas, com o objetivo de ampliar o uso pedagógico da tecnologia. Assim, apesar de a formação ter sido pensada especialmente para professores de Ciências e Matemática, nem todos puderam participar, devido à disponibilidade de tempo, carga horária, dias letivos e compromissos já estabelecidos. Para não comprometer o andamento das aulas, as escolas optaram por selecionar professores com maior flexibilidade de horários e interesse no tema, o que resultou na composição de um grupo participante com docentes de áreas diversificadas.

Por essa razão, a pesquisa contempla experiências que vão além das disciplinas de Ciências e Matemática, incorporando também outras perspectivas pedagógicas interdisciplinares. É importante destacar que as impressoras 3D utilizadas durante a formação pertenciam às próprias escolas participantes. Os professores foram orientados a levá-las para o espaço da formação, o que possibilitou atividades práticas de configuração e uso, criando vínculo entre os docentes e os equipamentos de suas realidades escolares, favorecendo a continuidade do trabalho após o término da formação. Além disso, durante a formação foram realizados sorteios de brindes, como forma de incentivar a participação e tornar o ambiente mais descontraído e colaborativo.

A formação continuada contou com a participação de 11 professores de quatro escolas da rede estadual de ensino de Ouro Preto do Oeste – RO (Figura 16). Desses, oito docentes responderam ao questionário inicial (Apêndice A) e todos os 11 participantes responderam ao questionário final (Apêndice B). A seleção dos professores ocorreu por convite, de forma não obrigatória, considerando a disponibilidade de cada unidade escolar. A gestão de cada escola indicou os docentes, priorizando-se, sempre que possível, professores das áreas de Ciências e Matemática, embora profissionais de outras áreas também tenham participado, conforme a necessidade de não comprometer o andamento das aulas.

Figura 16 - Participação nas etapas da pesquisa

Etapas da Pesquisa	Número de Participantes	Observações
Questionário inicial (Apêndice A)	8	Aplicado no início da formação
Participação na formação continuada	11	Professores de 4 escolas; com uso de 4 impressoras 3D

Etapas da Pesquisa	Número de Participantes	Observações
Questionário final (Apêndice B)	11	Todos os participantes responderam
Entrevistas semiestruturadas	2	Critério: convite, interesse e disponibilidade voluntária dos docentes

Fonte: a pesquisa.

As entrevistas com dois professores buscaram compreender a aplicação prática da impressora 3D nas escolas após a formação. A escolha foi feita por convite, com base na disposição dos docentes em relatar suas experiências, sem obrigatoriedade de participação.

Nesta pesquisa, o critério de inclusão adotado foi a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – APÊNDICE F) por todos os participantes que desejassem integrar o estudo. O critério de exclusão correspondeu à não assinatura do referido termo. Ressalta-se, ainda, que caso o participante sentisse qualquer desconforto, poderia solicitar a sua retirada da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Cabe ressaltar que para a realização dessa pesquisa foi encaminhada a Carta de Anuência do Local da Coleta de Dados (APÊNDICE G).

6.4 ETAPAS DA PESQUISA

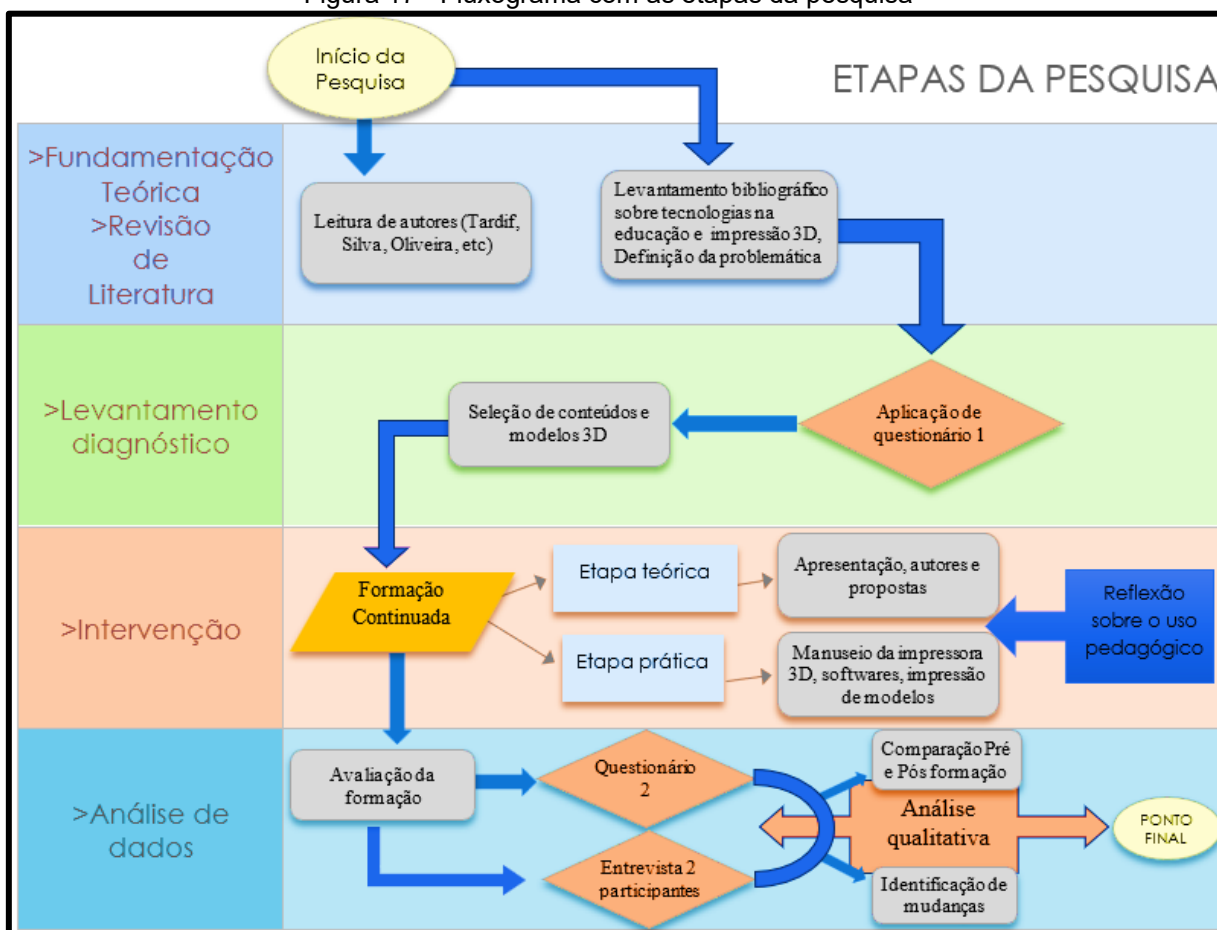
Para compreender as contribuições da impressão 3D na formação continuada de professores de Matemática e Ciências, a presente pesquisa foi estruturada em etapas que permitissem tanto a construção teórica quanto a intervenção prática no contexto escolar. O delineamento metodológico teve como base uma abordagem qualitativa, norteadas por princípios investigativos que valorizam a experiência docente, a escuta ativa e a experimentação pedagógica. Inicialmente, realizou-se um aprofundamento teórico a partir de autores que discutem os saberes docentes e a formação continuada como processo permanente de desenvolvimento profissional.

Paralelamente, foi realizada uma revisão da literatura sobre o uso das tecnologias na educação, com ênfase na aplicação da impressão 3D no ensino de conteúdos abstratos. A partir dessas fundamentações, delineou-se um percurso investigativo envolvendo o levantamento de dificuldades enfrentadas pelos professores em sua prática, seguido da elaboração e aplicação de uma formação continuada que buscasse integrar recursos tecnológicos de maneira crítica e

contextualizada. E posteriormente a aplicação de um questionário avaliativo, com o intuito de verificar os impactos percebidos pelos participantes. Por fim, a análise dos dados obtidos foi realizada de maneira qualitativa, a partir das respostas fornecidas nos instrumentos aplicados antes e após a formação, possibilitando a reflexão crítica sobre os resultados e contribuições da intervenção proposta.

Em um outro momento, foi feita uma comparação direta com as respostas anteriores, ou seja, foi realizado um cruzamento dos dados provenientes dos questionários aplicados nos momentos pré e pós-formação, com o objetivo de identificar variações individuais nas percepções e/ou conhecimentos dos participantes, a análise considerou apenas os respondentes que participaram de ambas as etapas, possibilitando uma comparação dos dados em dois momentos distintos. Como complemento à análise, foram realizadas entrevistas semiestruturadas, com roteiro reduzido, junto a dois professores participantes. O objetivo foi aprofundar as percepções sobre os efeitos da formação em suas práticas pedagógicas, verificando se eles conseguiram utilizar a impressora 3D para produzir materiais e aplicar essa tecnologia na educação das escolas onde atuam. A Figura 17 sintetiza os percursos metodológicos desenvolvidos no trabalho.

Figura 17 - Fluxograma com as etapas da pesquisa



Fonte: a pesquisa.

A seguir, detalham-se as etapas desse processo investigativo.

- Inicialmente a realização de leituras de trabalhos sobre a construção dos saberes docentes da obra de Maurice Tardif (2014) como aporte teórico, a fim de efetuar reflexões sobre a formação do docente no contexto atual, sua importância, vantagens, desvantagens e limitações refletidas em seu trabalho e ações na sala de aula. E também as outras obras sobre a formação continuada docente. Assim como, as que tratam do uso das tecnologias na educação.
- Em seguida, buscou-se trabalhos existentes sobre o uso de tecnologias e a impressão 3D no ensino de Matemática e Ciências.
- Realizou-se um levantamento junto aos professores sujeitos da pesquisa, por meio de um questionário (Apêndice A), sobre quais conteúdos seus alunos tinham mais dificuldade na aprendizagem, identificando a falta de recursos em

sua prática de ensino e quais ferramentas tecnológicas eles manuseavam em aula. Foram selecionados modelos por meio da impressora 3D, que podem ser utilizados em sala de aula pelos professores de Matemática e ciências, como suporte no ensino de conteúdos dos componentes curriculares, assim como *softwares* que poderiam ser agregados à sua prática escolar, incluindo softwares de modelagem 3D, *slicers* e, quando necessário, *printer hosts*.

- Posteriormente, com as reflexões feitas a partir das leituras sobre o Saber Docente, elaborou-se uma formação continuada que considerou esse aspecto, direcionada aos professores de Matemática da CRE-OPO (Coordenadoria Regional de Educação), realizada em momentos diferentes. A primeira etapa foi dedicada à parte teórica, com a apresentação dos objetivos da formação. Em um segundo momento, ocorreram demonstrações de objetos impressos em 3D aplicáveis a diversos componentes curriculares. Posteriormente, em outra sessão, realizou-se a etapa prática, na qual os participantes aprenderam a manusear a impressora 3D, utilizar os softwares de modelagem 3D, os *slicers* e, quando necessário, os *printer hosts* para desenhar os objetos e, por fim, imprimir alguns modelos. A formação enfatizou o uso de recursos tecnológicos e modelos impressos previamente, evidenciando como esses podem ser empregados como recursos pedagógicos para conteúdos específicos. Esta formação pôde propiciar reflexão e discussão sobre a implantação das tecnologias em sala de aula, assim como, apresentou-se algumas ferramentas educacionais para que possam aprender manuseá-las corretamente, além de oferecer uma exemplificação de sua possível utilização em atividades didáticas..
- Aplicação de um questionário (Apêndice B), para verificar as impressões dos professores, sujeitos da pesquisa, sobre o trabalho desenvolvido, suas vantagens e desvantagens e o que poderia ser adequado para trabalhar com esses modelos nos planos de aula.
- Aplicação de uma entrevista (Apêndice D) com dois participantes, com o objetivo de verificar a produção de objetos impressos e a utilização da impressora 3D em suas escolas, considerando que, após a formação, eles já estavam capacitados para manuseá-la e dar os primeiros passos sozinhos.

- A análise dos dados foi feita com base nos questionários aplicados antes e depois da realização da formação docente continuada, buscando compreender as percepções dos professores. Para a análise dos dados, foram construídas categorias com base nos objetivos da pesquisa e na fundamentação teórica. As categorias definidas — que também são apresentadas aqui como eixos de análise — são: (i) conhecimentos prévios relacionados ao uso das tecnologias; (ii) concepções sobre o uso de tecnologias no ensino; (iii) dificuldades enfrentadas; (iv) expectativas em relação à formação; (v) percepções sobre a formação recebida; e (vi) mudanças percebidas na prática docente.

Dessa forma, a metodologia adotada possibilitou articular teoria e prática, favorecendo uma análise qualitativa das percepções docentes sobre a formação continuada e o uso da impressão 3D no contexto escolar.

6.5 INSTRUMENTAÇÃO DA PESQUISA

Para a coleta de dados, foram utilizados mais de um instrumento, incluindo um questionário inicial (APÊNDICE A) para conhecer o perfil dos professores, com consentimento formal prévio. Durante a formação, imagens e áudios foram registrados com autorização (APÊNDICE E) para analisar seu impacto. Também foi aplicado um questionário final (APÊNDICE B) para avaliar os principais aspectos abordados.

Os dados foram armazenados com sigilo e utilizados apenas para fins científicos. A pesquisadora manteve um diário de campo com observações relevantes e realizou entrevistas com dois professores para verificar a aplicação da impressora 3D nas escolas onde trabalham (Figura 18). Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA/RS, sob o número do parecer consubstanciado 5.975.656, CAAE 66353522.4.0000.5349.

Figura 18 - Instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa

Instrumento de coleta de dados	Objetivo do instrumento
Questionário inicial (APÊNDICE A)	Descrever o perfil dos participantes e sua trajetória profissional.
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE F)	Garantir a autorização ética dos participantes antes da coleta de dados.
Autorização para uso de imagem e voz (APÊNDICE E)	Permitir o uso de registros audiovisuais durante a formação para fins de análise.
Registros em vídeo e áudio da formação	Analisar as contribuições da formação com base nas interações e participação dos professores.

Instrumento de coleta de dados	Objetivo do instrumento
Questionário final (APÊNDICE B)	Avaliar os principais aspectos abordados na formação e as impressões dos participantes.
Diário de campo da pesquisadora	Registrar observações relevantes durante a formação para complementar a análise dos dados.
Entrevistas com dois professores (APÊNDICE D)	Verificar a aplicação prática da impressora 3D nas escolas após a formação.
Armazenamento dos dados no drive da pesquisadora	Garantir a segurança e o sigilo dos dados coletados para uso exclusivo em publicações científicas.

Fonte: a pesquisa.

Segue o detalhamento dos instrumentos:

- Um questionário inicial (Apêndice A) que foi aplicado aos professores de Matemática, com o objetivo de conhecer o público alvo da formação e um pouco de sua trajetória de vida profissional. Este questionário é composto por perguntas abertas e fechadas. Antes da aplicação desse instrumento foi solicitado assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE F).
- O uso de imagem e voz para análise da formação continuada proposta, buscando identificar as contribuições da mesma para os participantes da pesquisa. Para isso, foi solicitada a autorização, conforme o APÊNDICE E, a autorização para uso da imagem e voz.
- O questionário final (APÊNDICE B), foi utilizado com a finalidade de verificar os principais aspectos referentes a temática abordada.
- Dados coletados durante a formação, foram arquivados no drive da pesquisadora que terá o cuidado com o sigilo de tais dados, sendo utilizados somente para publicações científicas, sem a identificação dos participantes. Na formação continuada para os professores, pretendeu-se utilizar os recursos tecnológicos como a impressão 3D, visualização de projetos já existentes que podem ser aplicados em diversos componentes curriculares e simulações online do *software* Geogebra para criação de modelos 3D. Foi disponibilizado o contato da pesquisadora para os participantes, caso tivessem alguma dúvida, durante o manuseio da impressora 3D.
- Aplicação de um questionário final (APÊNDICE B) com o objetivo de verificar as impressões dos participantes da pesquisa, sobre o trabalho desenvolvido, juntamente com a observação e registros da pesquisadora

que manteve um diário de campo, no qual foram anotados detalhes que considera pertinente para a análise dos dados.

- Aplicação entrevista com 2 professores para verificar o desenvolvimento deles usando a impressora na escola onde trabalham.

A utilização desses instrumentos possibilitou uma coleta de dados diversificada e abrangente, garantindo uma análise mais completa sobre o impacto da formação continuada com foco no uso de tecnologias, especialmente a impressão 3D, no contexto escolar. A integração de múltiplas fontes de informação possibilitou a triangulação dos dados, contribuindo para uma análise mais consistente e confiável dos resultados.

A análise dos dados nesta pesquisa foi realizada com base em uma abordagem qualitativa, buscando compreender as percepções, experiências e transformações ocorridas nos professores participantes após a formação continuada com foco no uso da impressão 3D. Inicialmente, os dados foram organizados a partir dos questionários aplicados em dois momentos distintos — antes e depois da formação — sendo possível identificar a evolução nas respostas dos docentes em relação ao uso de tecnologias e à inserção da impressão 3D no ensino. A correspondência entre os participantes das duas etapas foi estabelecida por meio de codificação específica, garantindo o anonimato e permitindo o cruzamento das informações.

A partir do cruzamento dos dados dos dois questionários, buscou-se observar variações individuais nas percepções e conhecimentos dos participantes. A análise considerou apenas os respondentes que participaram de ambas as etapas, possibilitando uma comparação entre os dois momentos. As respostas foram organizadas em categorias temáticas que permitiram identificar mudanças na postura pedagógica, reconhecimento de desafios, potencialidades percebidas da tecnologia e intenção de aplicabilidade prática nas escolas.

Esse processo de categorização e comparação contribuiu para uma interpretação mais aprofundada sobre os impactos da formação. Como etapa complementar, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com dois professores, com o objetivo de aprofundar as reflexões trazidas nos questionários e compreender se, de fato, os docentes conseguiram aplicar os conhecimentos adquiridos, utilizando a impressora 3D em suas práticas pedagógicas. As entrevistas possibilitaram captar

aspectos mais subjetivos da experiência, como o entusiasmo, as dificuldades enfrentadas e o nível de autonomia no uso da tecnologia.

6.6 EXPERIÊNCIAS PESSOAIS COM A IMPRESSÃO 3D

Por ser professora de Matemática, e atuar com diversas turmas, abrangendo diferentes níveis de ensino, com o objetivo de tornar a aprendizagem mais concreta e acessível, foi produzido nos momentos de planejamento, por meio da impressão 3D, uma série de recursos que auxiliam na visualização e manipulação de conceitos abstratos. Esses modelos incluem sólidos geométricos, superfícies tridimensionais, representações gráficas de funções e materiais interativos que estimulam o raciocínio lógico, onde os estudantes utilizam os modelos tridimensionais para revisar conteúdos já estudados, enquanto outros têm o primeiro contato com conceitos que serão explorados futuramente.

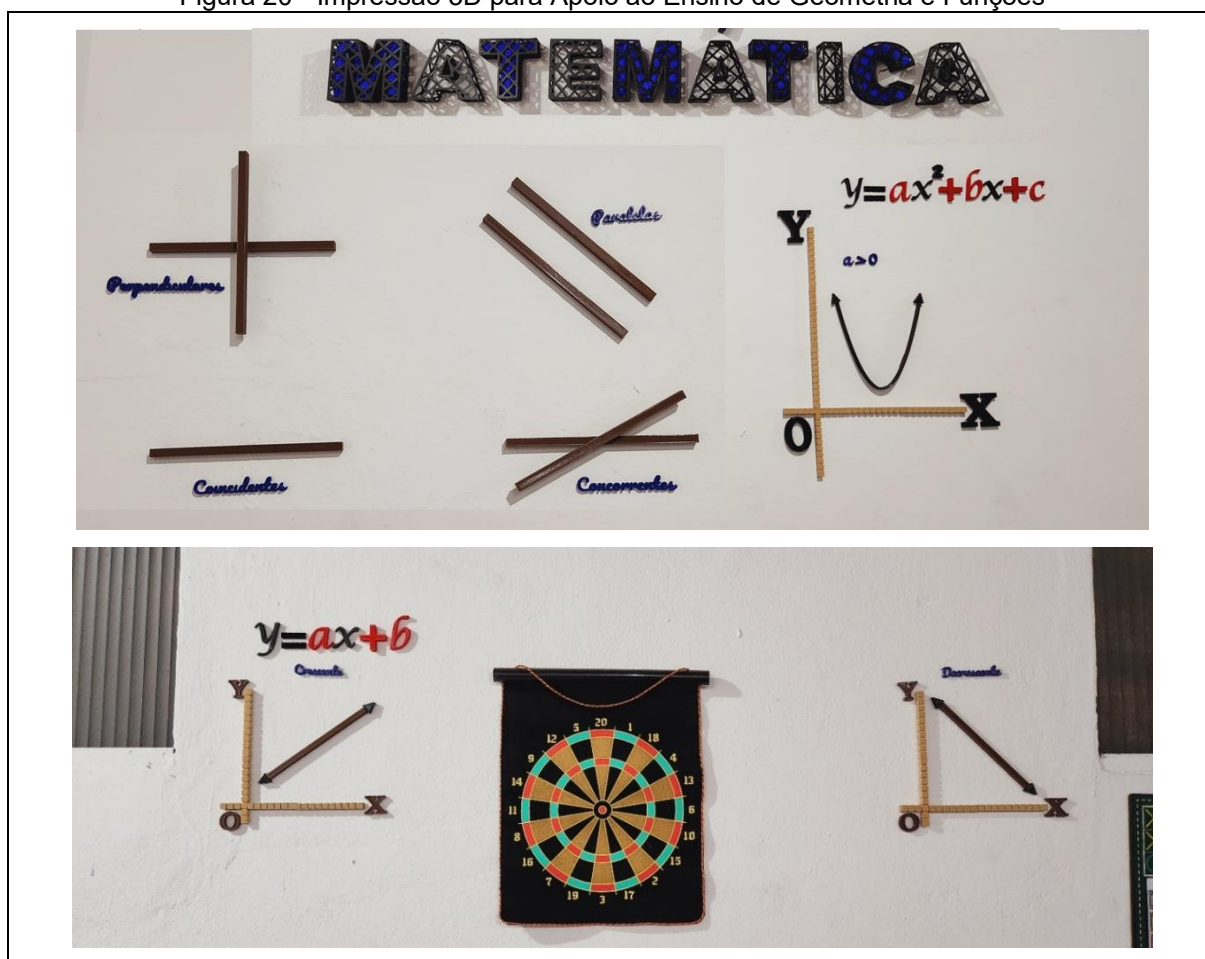
Uma sala temática de Matemática é importante para os alunos porque transforma o ambiente de aprendizagem em um espaço interativo e estimulante. Ter conceitos matemáticos representados nas paredes, como fórmulas, gráficos, figuras geométricas e padrões numéricos, ajuda os estudantes a se familiarizarem constantemente com os conteúdos, reforçando o aprendizado de forma visual e intuitiva. Quando combinada com recursos como a impressão 3D, a sala temática se torna ainda mais dinâmica, permitindo que os alunos manipulem objetos e explorem conceitos matemáticos de maneira prática. Dessa forma, o aprendizado se torna mais significativo e motivador.

Apresentar os conceitos matemáticos de diferentes formas, no livro didático, no caderno, na lousa e inclusive nas paredes da sala de aula é uma estratégia pedagógica poderosa, pois cria um ambiente de aprendizado contínuo e imersivo. Essa abordagem é importante por vários motivos, sendo eles:

- **Reforço Visual Contínuo**

Os alunos são constantemente expostos a fórmulas, gráficos, figuras geométricas e conceitos matemáticos, conforme a Figura 19, facilitando a assimilação do conteúdo. Mesmo sem perceber, eles reforçam o aprendizado ao visualizar essas informações diariamente.

Figura 20 - Impressão 3D para Apoio ao Ensino de Geometria e Funções



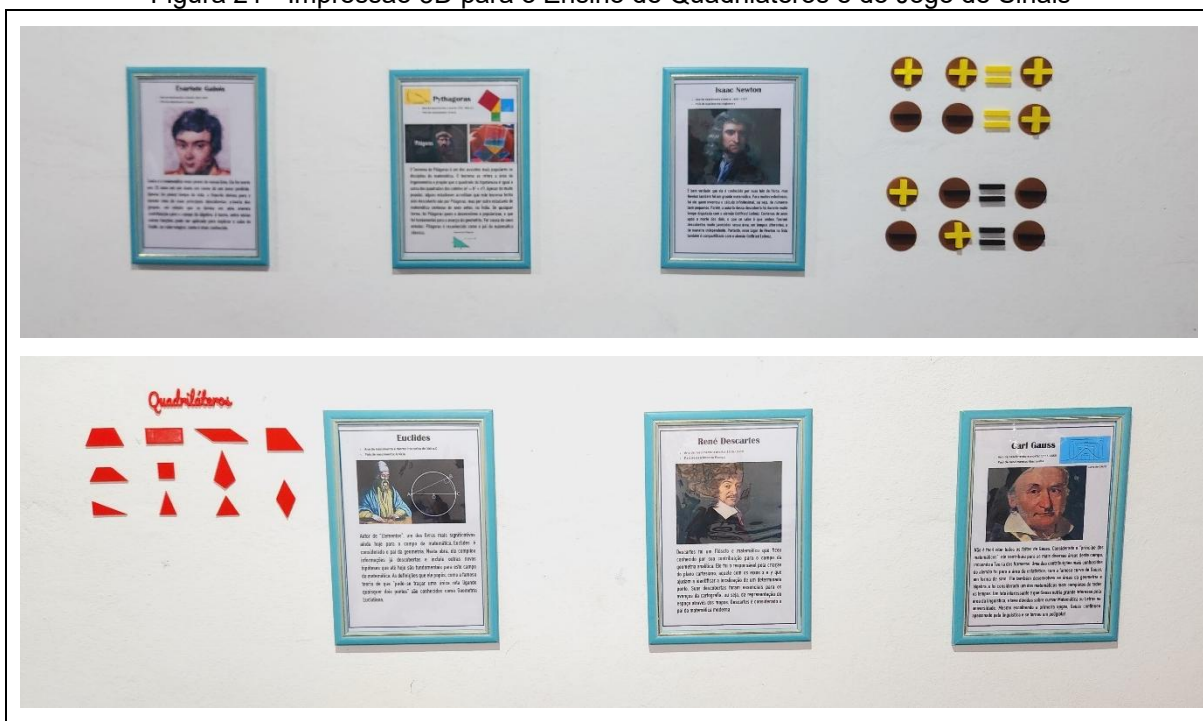
Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Thingiverse (2023).

A visualização concreta facilita o entendimento, apoiando-se na perspectiva de Moreira (1999), para quem a aprendizagem por descoberta envolve manuseio, percepção e simbolização. Tornar os conceitos visíveis e concretos facilita o processo de aprendizagem, especialmente quando o aluno pode interagir diretamente com o conteúdo. Segundo Moreira (1999), a aprendizagem por descoberta se torna mais adequada quando envolve três elementos fundamentais: o manuseio (lidar diretamente com objetos ou representações), a percepção (compreensão sensorial e cognitiva do que está sendo estudado) e a simbolização (capacidade de representar e dar significado ao que foi aprendido). Dessa forma, a visualização concreta do conteúdo não apenas torna o aprendizado mais acessível, mas também ativa esses três processos, permitindo que o estudante construa o conhecimento de forma mais profunda e autônoma.

▪ Estímulo à Curiosidade e Exploração

Na Figura 21, observa-se que os elementos matemáticos expostos no ambiente escolar, como os quadros com matemáticos e os jogos visuais (por exemplo, o jogo de sinais na parede), podem despertar a curiosidade dos estudantes, incentivando questionamentos e reflexões sobre o porquê daqueles resultados. Esse tipo de recurso contribui para que o aprendizado seja mais instigante e significativo, mesmo quando o material está fixo no espaço. No entanto, quando os recursos didáticos também são manipuláveis, como os modelos em impressão 3D dos quadriláteros, ampliam-se as possibilidades de exploração ativa, permitindo que os estudantes toquem, testem hipóteses e construam conhecimentos de forma mais concreta. Dessa forma, a interação pode ocorrer tanto pelo contato visual, que provoca a reflexão, quanto pela manipulação, que favorece a experimentação e a aprendizagem prática.

Figura 21 - Impressão 3D para o Ensino de Quadriláteros e do Jogo de Sinais



Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Thingiverse (2023).

De acordo com Vygotsky (apud Martins; Giraffa, 2018), os instrumentos culturais, como as tecnologias digitais, ampliam os processos mentais superiores e despertam a aprendizagem mediada. Ou seja, atuam como ferramentas externas que ampliam nossas capacidades naturais e transformam nossos processos mentais. Ou

seja, a cultura digital influencia diretamente a forma como aprendemos, ajudando a desenvolver e reestruturar nossas funções cognitivas.

▪ **Facilitação da Conexão entre Conteúdos**

Ao visualizar diferentes conceitos matemáticos simultaneamente, os alunos podem perceber relações entre eles, desenvolvendo um raciocínio mais integrado e abrangente sobre a disciplina, como ilustrado na Figura 22: relação entre raio e diâmetro, número de Pi e o círculo, graus e radianos.

Figura 22 - Impressão 3D para visualizar a Matemática do Círculo



Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Thingiverse (2023).

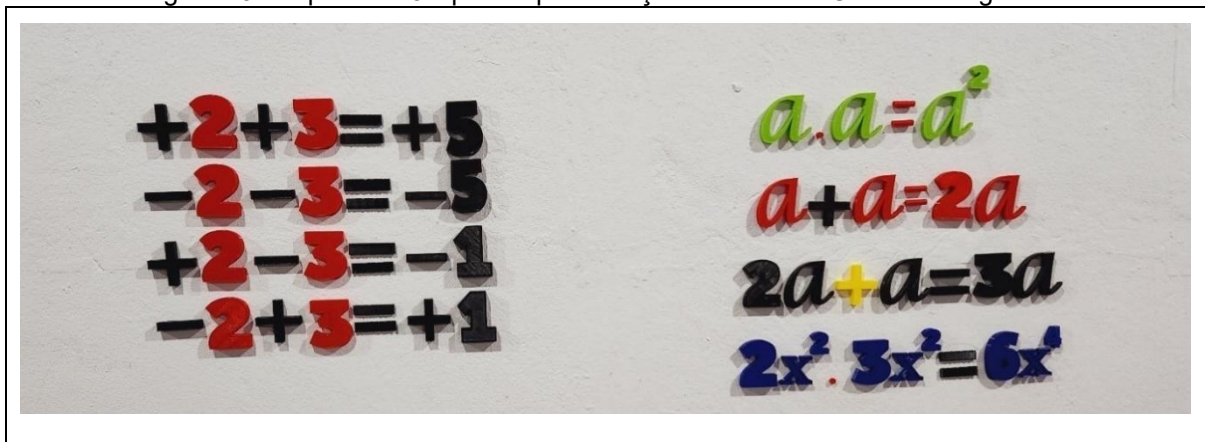
Segundo Kenski (2013) estabelece-se um ciclo contínuo: à medida que o acesso à informação se amplia, várias informações juntas, cresce também a demanda por constante atualização para acompanhar as novidades. E nesse processo, a escola desempenha um papel central como espaço social essencial, para sustentar e impulsionar essa dinâmica de relação das informações que chegam até os alunos. Mais do que apenas acessar dados, é essencial compreender as relações que os unem, a informação isolada tem pouco valor; é nas conexões entre os dados que o conhecimento se constrói.

▪ **Apoio Durante as Aulas e Estudos**

Os alunos podem recorrer às informações nas paredes como referência rápida na hora de uma resolução de exercício durante as aulas ou atividades, reduzindo a dependência exclusiva dos livros, cadernos e professor para tirarem suas

dúvidas. A Figura 23 exemplifica regras de operações algébricas como na multiplicação, soma e potência, assim também operações com números inteiros e seus respectivos sinais.

Figura 23 - Impressão 3D para representações visuais de Conceitos Algébricos



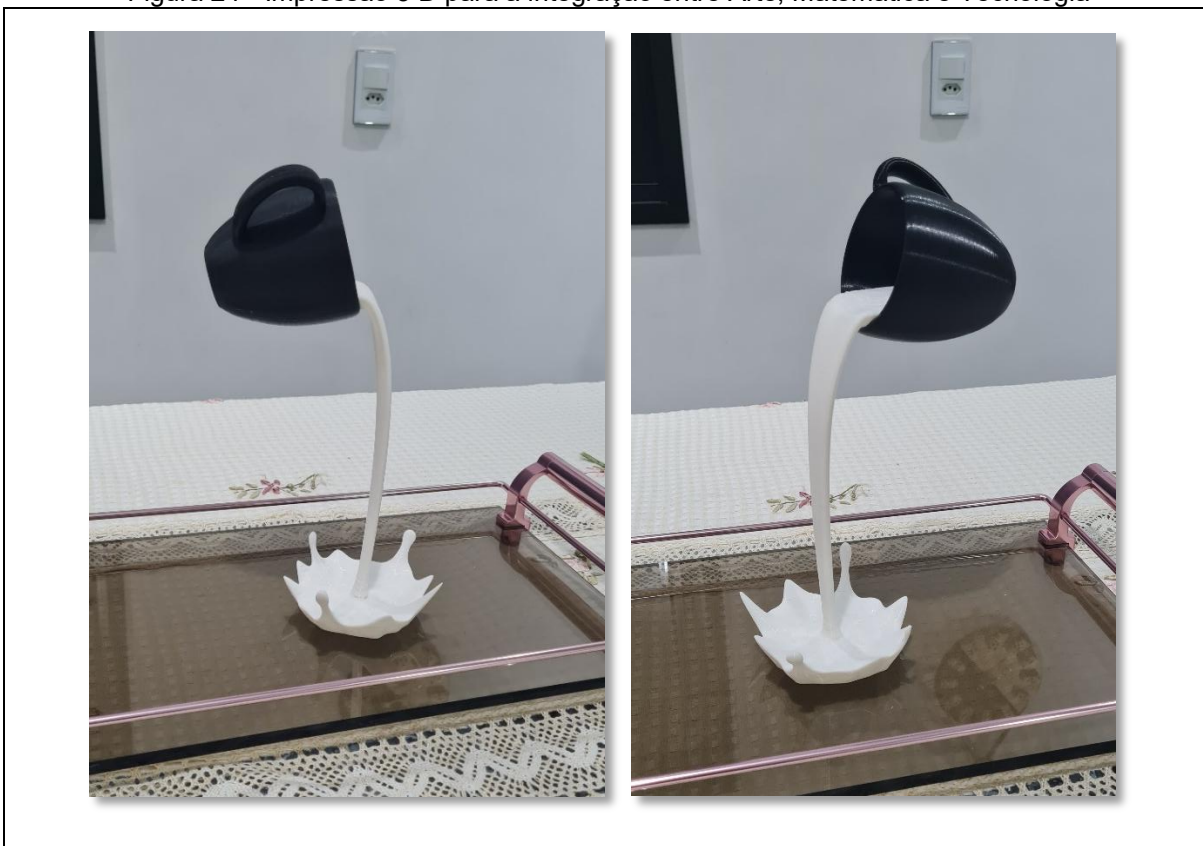
Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Thingiverse (2023).

Nesse sentido, Pataro e Balestri (2018, p.31) indicam diversas possibilidades de abordagem das tecnologias no ensino, ressaltando seu uso como recursos que tornam o aprendizado mais dinâmico e facilitam a compreensão de conceitos, construções, aplicações e até mesmo incluindo no processo de aprendizagem o momento de esclarecimentos de dúvidas pelos alunos. Entre essas possibilidades, destacam o uso de equipamentos e ambientes tecnológicos — como laboratórios equipados com computadores, *softwares* e impressoras 3D — que podem ser preparados e utilizados pelo professor para ampliar as oportunidades de aprendizagem. Assim, a impressora 3D, como uma das ferramentas tecnológicas que podem ser integradas estrategicamente no processo pedagógico.

▪ Ambiente Inspirador e Motivador

Uma sala decorada com Matemática cria um clima acadêmico envolvente e reforça a importância da disciplina, tornando o espaço mais estimulante para o aprendizado. Um exemplo disso é a peça representada na Figura 24, na qual um objeto artístico produzido por impressão 3D ilustra de forma engenhosa o conceito de movimento e forma; integrando elementos visuais ao ambiente escolar e podendo motivar os estudantes, trazendo arte e criatividade com a ilusão do derramamento em suspensão.

Figura 24 - Impressão 3 D para a integração entre Arte, Matemática e Tecnologia



Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Thingiverse (2023).

Uma sala decorada com objetos criativos, que chamam a atenção e desperta a curiosidade, cria um clima acadêmico envolvente e reforça a importância da disciplina, tornando o espaço mais estimulante para o aprendizado. Essa ambientação favorece a criação de rotinas no ambiente escolar, processo que Tardif (2014) denomina como “rotinização”. Segundo o autor, a rotinização corresponde à organização das ações do professor em esquemas estáveis e repetitivos, que promovem familiaridade com o ambiente e permitem que ele direcione sua atenção para aspectos pedagógicos mais complexos. Assim, a decoração com recursos matemáticos na sala não só incentiva os alunos e os despertam, mas também contribui para a consolidação de um ambiente propício à rotina pedagógica estimulante e à continuidade do trabalho docente.

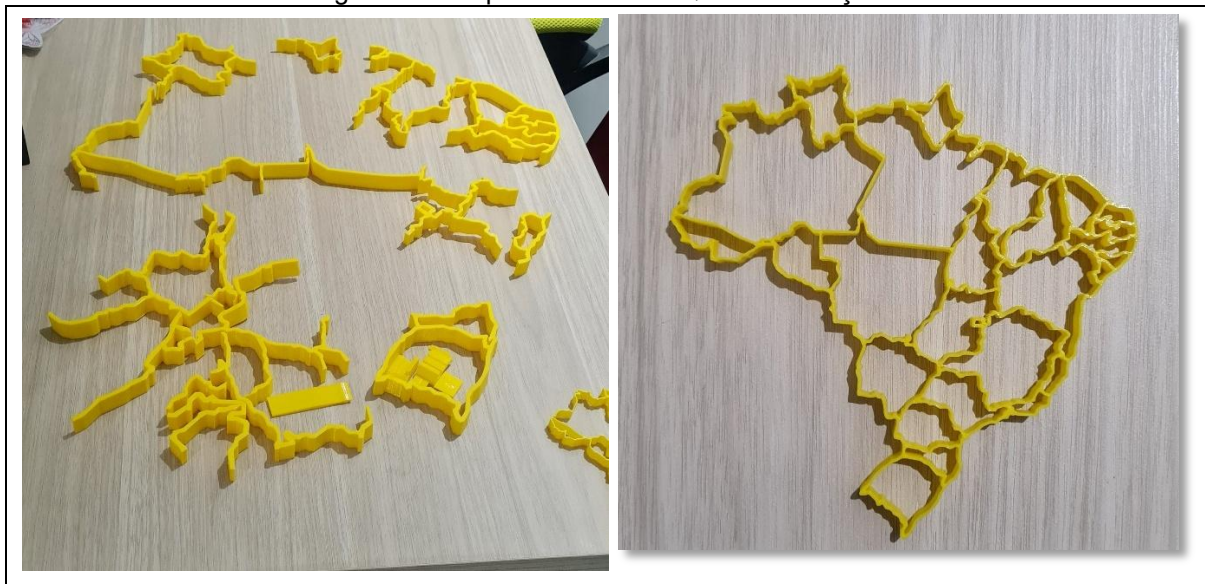
▪ **Inclusão de Diferentes Estilos de Aprendizagem**

Alunos com perfis de aprendizado visual se beneficiam imensamente de estímulos gráficos, enquanto aqueles que aprendem melhor por associação encontram suporte na exposição contínua dos conceitos.

A imagem da Figura 25, mostra um conjunto de peças amarelas produzidas com impressora 3D, representando os estados do Brasil. À esquerda, as peças estão separadas, enquanto à direita elas estão montadas formando o mapa completo do país. Esse recurso didático é extremamente útil para aulas de Geografia, especialmente no ensino de divisão territorial, localização geográfica e noções de regionalização do Brasil.

Essas peças tridimensionais proporcionam uma abordagem mais interativa e visual, contribui para o desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas permitindo que os alunos manipulem os estados, encaixem-nos como em um quebra-cabeça e compreendam melhor as dimensões e os limites de cada unidade federativa. O material pode ser utilizado em diversas atividades pedagógicas, como: identificação dos estados e suas respectivas regiões, discussões sobre características geográficas, culturais e econômicas de cada local, exercícios de montagem colaborativa do mapa do Brasil, avaliações práticas de conhecimento espacial e territorial.

Figura 25 - Mapa do Brasil em Quebra-Cabeça 3D

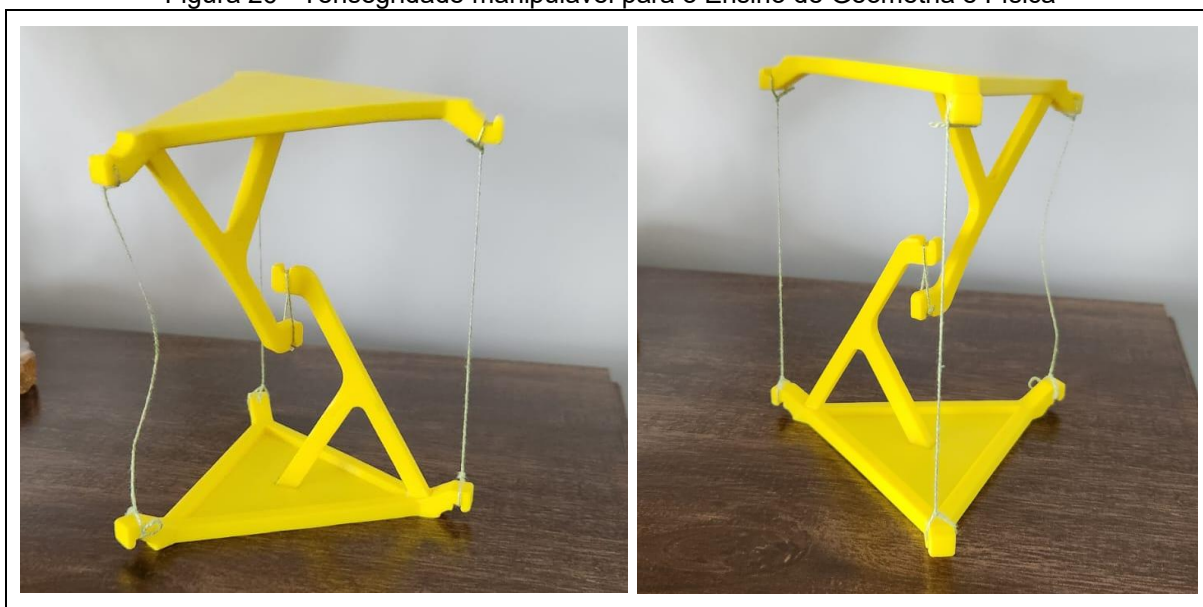


Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Thingiverse (2023).

A imagem da Figura 26, elucida uma ponte de tensegridade feita em impressora 3D, composta por peças rígidas e cordas que mantêm a estrutura estável por meio de tensão e compressão. Apesar de parecer instável, ela é firme e serve como excelente recurso didático. Pode ser usada em aulas de Física, Matemática e Engenharia para ensinar conceitos como equilíbrio de forças, geometria, vetores e design estrutural.

Além de promover o aprendizado prático, pode despertar o interesse dos alunos e integrar tecnologia ao ensino de forma interdisciplinar. Sefton e Galini (2022) destaca a importância de adaptar o ensino aos diferentes perfis de aprendizagem dos alunos. Os exemplos das peças impressas em 3D — como o mapa do Brasil e a ponte de tensegridade — ilustram como recursos visuais e manipuláveis favorecem aprendizagens visuais e cinestésicas. Esses materiais tornam o conteúdo mais acessível e envolvente, promovendo metodologias ativas e o uso prático da tecnologia para enriquecer a aprendizagem.

Figura 26 - Tensegridade manipulável para o Ensino de Geometria e Física



Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Thingiverse (2023).

Portanto, a fixação de conceitos matemáticos nas paredes não é apenas uma questão estética, mas sim uma estratégia didática para tornar o ensino mais acessível, dinâmico e envolvente. A inserção desses recursos na sala temática de Matemática permite que os alunos compreendam melhor propriedades espaciais, relações entre formas e fórmulas matemáticas, além de incentivar a participação ativa no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, a impressão 3D não apenas complementa as estratégias pedagógicas tradicionais, mas também contribui significativamente para o desenvolvimento de um ensino mais dinâmico e inclusivo.

6.7 ETAPAS DA FORMAÇÃO CONTINUADA

Com o objetivo de promover a integração entre teoria e prática no uso de tecnologias educacionais, especialmente no manuseio de impressoras 3D, foi organizada uma formação voltada aos professores das escolas vinculadas a esta coordenadoria de Outro Pedro do Oeste que já dispõem desse equipamento. A iniciativa buscou contemplar diferentes áreas do conhecimento e garantir a participação de docentes. A seguir, descrevem-se os aspectos da organização, dinâmica e participação na formação.

- Foram abertas inscrições para os professores das escolas pertencentes a coordenadoria de Outro Pedro do Oeste que possuem impressoras 3D, considerando que algumas escolas já dispõem desse equipamento. Como os docentes têm carga horária quase integral em sala de aula, buscou-se garantir a participação de pelo menos 2 a 3 professores de diferentes disciplinas, a fim de que pudessem levar as impressoras 3D para serem utilizadas na parte prática da formação. Ao todo, participaram 11 pessoas de 4 escolas distintas, com a presença de 4 impressoras 3D.
- Foram preparados lanches e realizados sorteios de brindes, proporcionando um ambiente mais descontraído e agradável para os participantes. As impressoras foram organizadas em uma mesa em formato de “U” para facilitar a interação de todos durante as atividades.
- A formação ocorreu em diferentes momentos, organizados de forma sequencial ao longo do processo. Inicialmente, os participantes responderam a um questionário sobre suas práticas com o uso de tecnologias, experiências anteriores em formações e aspectos relacionados à atuação docente. Em outro momento, foram assinados os termos de autorização e consentimento, assegurando a participação ética e voluntária na pesquisa. Ao final da formação, todos os participantes responderam a um segundo questionário, com o objetivo de avaliar a experiência vivenciada. Dias após a conclusão da formação, foi realizada uma entrevista com os docentes que se dispuseram, voluntariamente, a compartilhar suas percepções sobre a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos. O contato com os participantes foi realizado por meio do aplicativo WhatsApp, e o link do formulário foi disponibilizado para preenchimento e posterior devolução.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta uma análise dos dados coletados por meio de 2 questionários (APÊNDICE A e B): um com 24 questões aplicadas antes da formação continuada a um grupo de oito participantes. O objetivo foi compreender aspectos relacionados à experiência docente, uso de tecnologias, formação continuada e práticas pedagógicas. As respostas revelam perfis variados em termos de idade, carga horária, vínculos profissionais e hábitos pedagógicos, permitindo identificar padrões e diferenças.

A partir dessas informações, buscou-se explorar desafios e oportunidades no contexto educacional, com foco em tecnologia e aprimoramento profissional dos educadores. O outro questionário com 11 perguntas após a formação tecnológica, explorou a percepção dos docentes sobre os recursos tecnológicos, a relevância da formação continuada, as potencialidades da impressão 3D no ensino e as dificuldades de sua aplicação. Com base nas respostas, procurou-se identificar padrões, compreender as demandas específicas e discutir como essas experiências podem contribuir para aprimorar práticas pedagógicas e o uso de tecnologias no ambiente escolar.

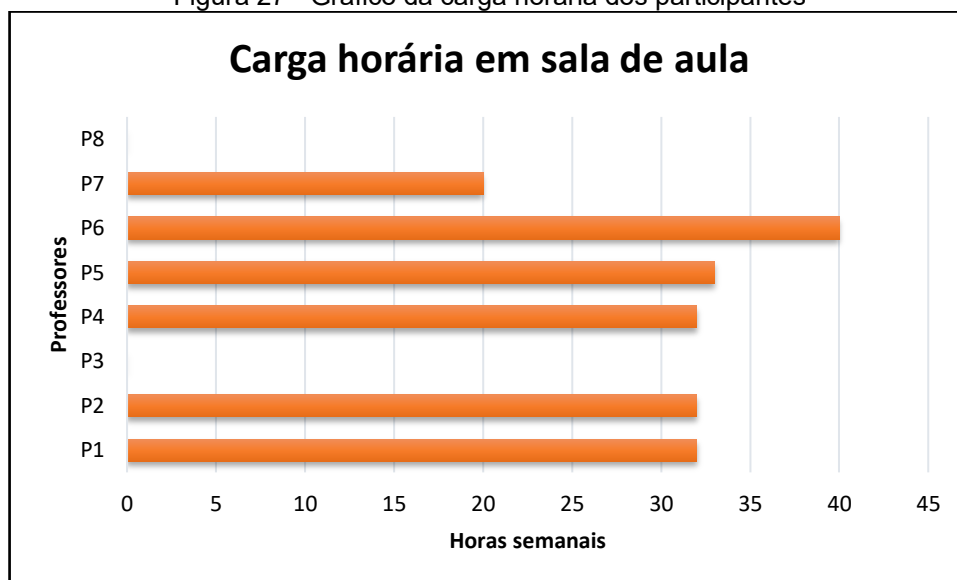
Para a análise dos dados para manter o anonimato dos participantes os professores foram identificados por P1, P2, P3 e assim por diante.

7.1 PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os participantes da pesquisa foram 11 professores da rede estadual de ensino da cidade de Ouro Preto do Oeste- RO. Desses, somente 8 responderam ao questionário inicial, sendo que os outros 3 inscritos responderam somente o roteiro de perguntas 2.

Os 8 professores têm idade entre 38 e 53 anos. Observou-se que 7 professores são efetivos da rede e um não respondeu, sendo a carga horária desses profissionais apresentada na Figura 27.

Figura 27 - Gráfico da carga horária dos participantes

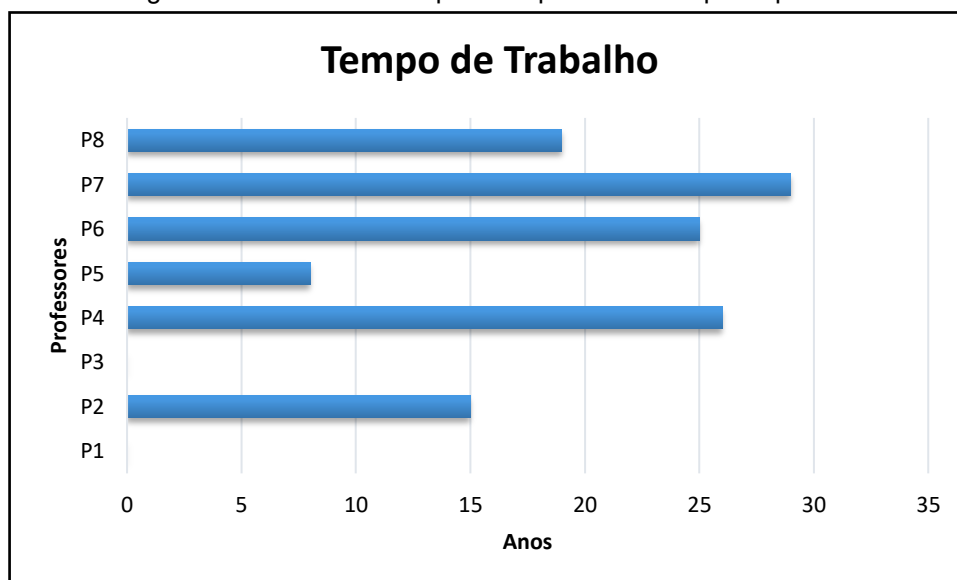


Fonte: a pesquisa.

Todos os outros professores possuem uma carga horária significativa de, no mínimo, 40 horas semanais e são efetivos, exceto o P7, que informou uma carga de apenas 20 horas, e o P3, que não declarou a quantidade, deixando o campo em branco e o P8 afirmou ter 40 horas fora de sala de aula.

O grupo de participantes possuem de 8 a 29 anos de experiência atuando na função, com exceção de P1 e P3 que deixaram em branco, conforme a Figura 28. Essa variação pode refletir deferentes perspectivas em relação ao ensino, técnicas pedagógicas e desafios enfrentados ao longo da carreira. E 6 dos professores atuam em mais de um nível de ensino, sendo o Ensino Fundamental e Ensino Médio; 1 deixou em branco e o outro somente Ensino Médio. Isso sugere que esses profissionais possuem flexibilidade e adaptabilidade para lidar com diferentes faixas etárias e conteúdos curriculares. A alternância de atuação e variação (Ensino Fundamental e Médio) pelos participantes, indica que os professores constroem saberes relacionados aos desafios específicos de cada etapa educacional, alinhado à visão de Tardif (2014) sobre a contextualização dos saberes docentes.

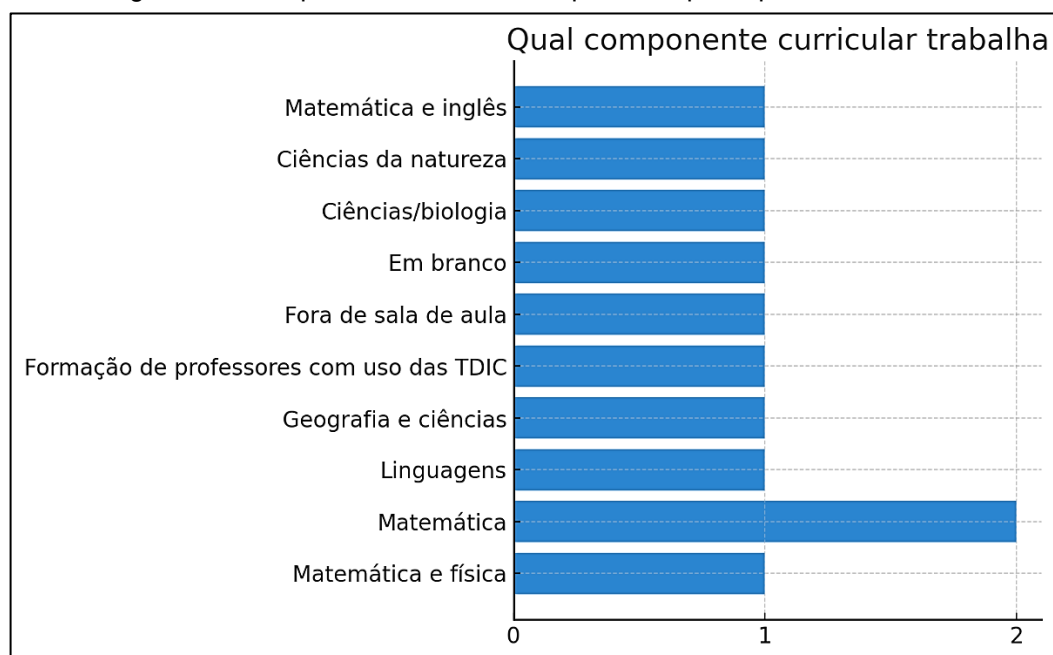
Figura 28 - Gráfico do tempo de experiência dos participantes



Fonte: a pesquisa.

Os dados da Figura 29 revela uma predominância de menções às áreas de Matemática e Ciências da Natureza, incluindo disciplinas específicas como Biologia e Física. A interdisciplinaridade aparece com a combinação de Geografia e Ciências, refletindo práticas integradas no ensino ou somente que o mesmo professor trabalha com essas duas áreas. Um destaque é a atuação fora de sala de aula e a formação de professores com uso de tecnologias digitais (TDIC), indicando uma diversificação nas funções docentes. Esses dados evidenciam a heterogeneidade da formação e da atuação docente, aspecto que enriquece a análise, uma vez que permite compreender como o uso das tecnologias e, em especial, da impressão 3D, pode dialogar com diferentes áreas do conhecimento. Tal diversidade reforça a natureza interdisciplinar da formação proposta e demonstra que o interesse pela integração das tecnologias educacionais ultrapassa os limites de um único componente curricular.

Figura 29 - Componentes curriculares que os 11 participantes trabalham

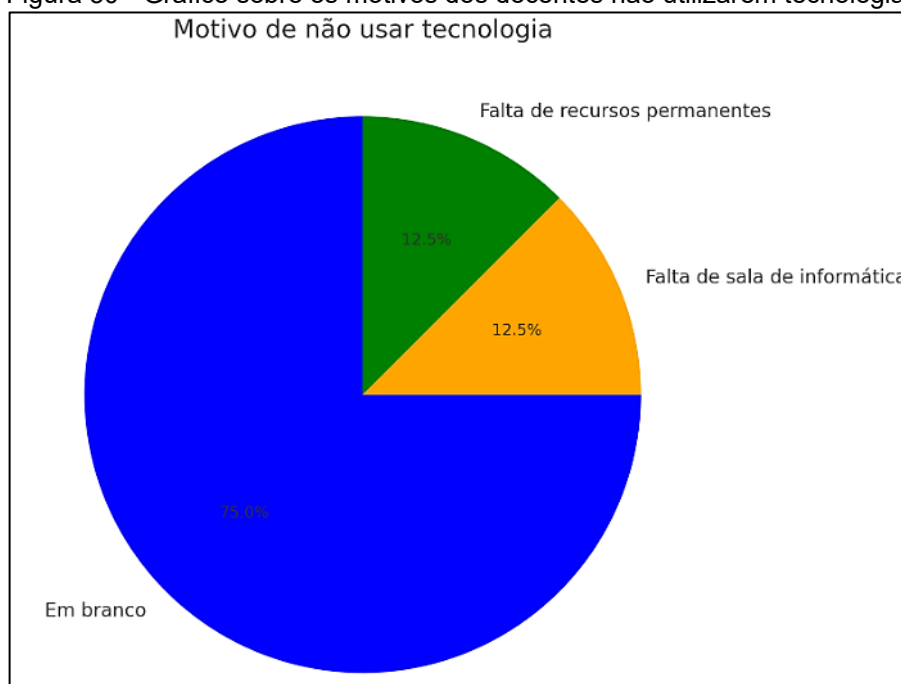


Fonte: a pesquisa.

A diversidade de respostas mostra que a formação contou com professores de áreas variadas, o que pode enriquecer o processo de troca de experiências. O uso de tecnologias deve ser interdisciplinar e adaptar-se às necessidades de cada componente curricular, promovendo a integração de saberes disciplinares e curriculares, envolvendo saberes plurais e heterogêneos (Tardif, 2014).

Embora todos os professores participantes da pesquisa tenham declarado gostar de utilizar tecnologias, um deles afirmou que não as utiliza em suas aulas e outro não respondeu. Esse dado aponta para uma possível discrepância entre a preferência declarada e a prática efetiva em sala de aula, o que pode refletir barreiras como falta de formação específica, infraestrutura inadequada ou insegurança no uso pedagógico desses recursos. Os demais confirmaram o uso de tecnologias em suas práticas pedagógicas. E destacaram motivos da não utilização delas em sala de aula, como mostra a Figura 30.

Figura 30 - Gráfico sobre os motivos dos docentes não utilizarem tecnologias



Fonte: a pesquisa.

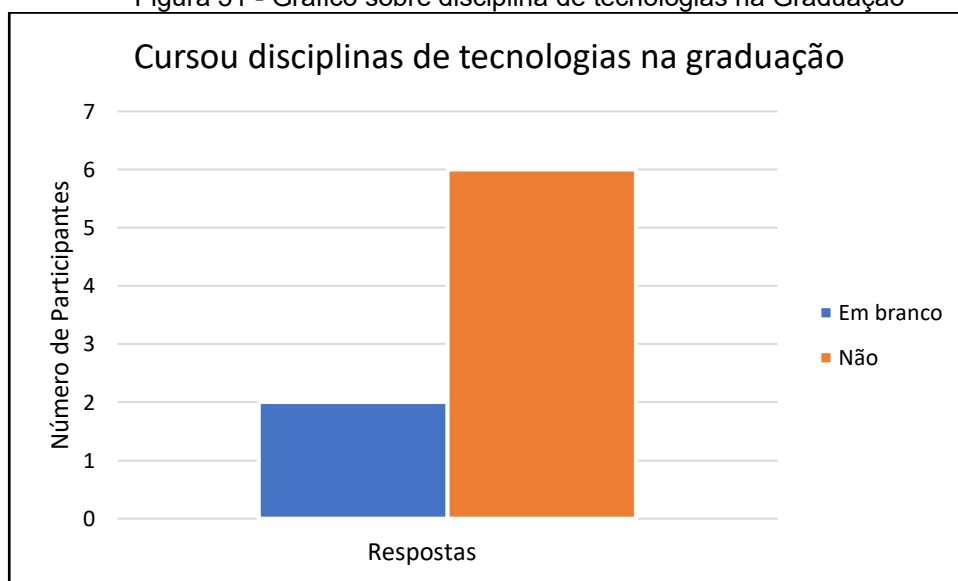
Embora todos os entrevistados afirmem gostar de tecnologias no dia a dia, muitos não as utilizam regularmente em sala de aula devido à falta de recursos ou porque essas ferramentas geram dispersão nos alunos; com isso nem todos conseguem empregá-las efetivamente em classe. Dos respondentes que utilizam recursos tecnológicos, os P1, P2, P5 e P7 optam por uma frequência semanal ou mensal, representando práticas regulares. No entanto, a existência de duas respostas em branco (P3 e P8) e de usos menos frequentes como bimestral ou trimestral (P4 e P6) sugere que a utilização dos recursos ainda não é uniforme.

Isso pode refletir desigualdades no acesso, na capacitação ou na relevância percebida dos recursos tecnológicos para as aulas. Reforçar a formação continuada e o suporte técnico pode ajudar a aumentar a regularidade e eficiência do uso. Matos e Gouveia (2022) abordam as metodologias ativas como formas de tornar as aulas mais dinâmicas, explorando tecnologias como simuladores, portfólios digitais, e ferramentas interativas. A ausência do não uso, identificada na prática dos professores pode ser preenchida com metodologias ativas, que conectem a realidade dos alunos ao aprendizado. Isso exige, entretanto, treinamento prático e acesso a ferramentas adequadas.

Em relação à pergunta do questionário 1 sobre o curso de disciplinas relacionadas a tecnologias na graduação, houve predominância da resposta 'Não', (6

no total)); conforme a Figura 31. Tal fato, sugere que a maioria dos participantes não teve acesso a esse tipo de formação, indicando lacunas na formação inicial de educadores no que se refere ao uso de tecnologias. A ausência de disciplinas sobre tecnologia na formação pode explicar possíveis dificuldades no uso de recursos tecnológicos em contextos profissionais. Esse resultado revela que a formação inicial dos professores participantes não contemplou, de forma sistemática, o desenvolvimento de competências relacionadas às tecnologias digitais, o que reflete uma realidade comum em cursos de licenciatura até poucos anos atrás. Tal lacuna evidencia a importância das ações de formação continuada, que possibilitam o contato com recursos tecnológicos e o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras.

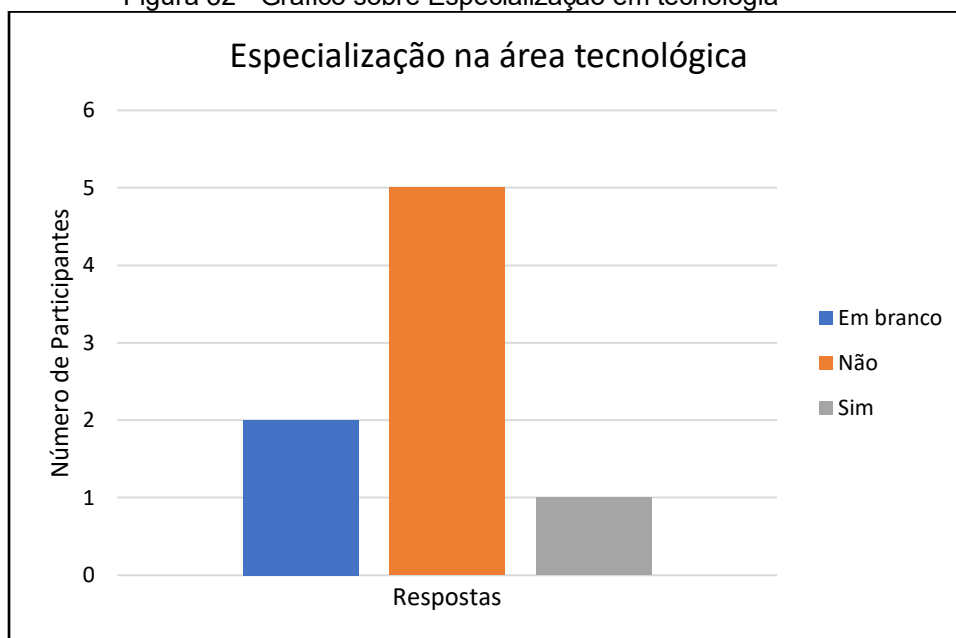
Figura 31 - Gráfico sobre disciplina de tecnologias na Graduação



Fonte: a pesquisa.

Embora um participante tenha informado já ter cursado alguma especialização na área tecnológica, conforme indicado na Figura 32, todos declararam não ter utilizado a impressão 3D ainda, sendo esta formação a primeira oportunidade de contato e aprendizado sobre o tema.

Figura 32 - Gráfico sobre Especialização em tecnologia



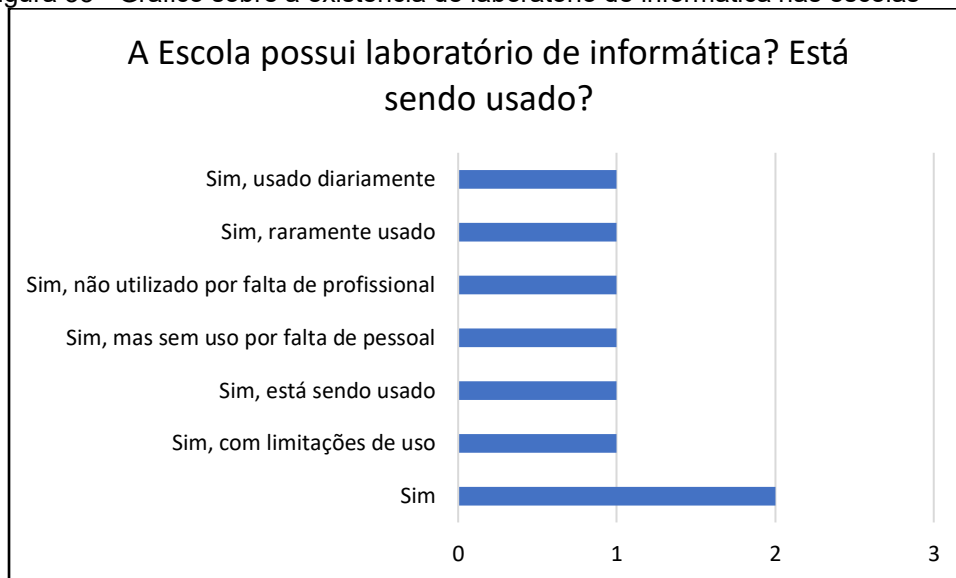
Fonte: a pesquisa.

A formação continuada para Tardif (2014) é um processo essencial para a atualização e o aprimoramento dos saberes docentes, especialmente diante das mudanças tecnológicas e sociais. Baseado nos comentários e respostas há um desejo claro por mais formações continuadas, principalmente em áreas tecnológicas. Considerando que as idades dos participantes variam entre 38 e 53 anos, com a maioria deles acima dos 40, é possível inferir que, por terem concluído a graduação há alguns anos, talvez não tenham tido acesso à disciplina de tecnologias em sua grade curricular. Visto que todos os participantes responderam não ter feito nenhuma especialização na área de tecnologias. Além disso, por serem mais vividos, podem não demonstrar tanta afinidade com as ferramentas tecnológicas ou não ter disponibilidade para aprender a manuseá-las. Ainda que todos tenham afirmado apreciar o uso de tecnologias, mostrando uma inclinação positiva.

Pode se observar na Figura 33, que todas as escolas dos participantes da pesquisa trabalham possuem laboratório de informática. Entretanto o uso do laboratório varia significativamente entre as escolas, apresentando diferentes limitações. As respostas "sem uso por falta de pessoal" e "não utilizado por falta de profissional" revelam problemas estruturais que vão além da infraestrutura. A falta de capacitação ou contratação de profissionais especializados impede o uso efetivo desses espaços. Inclusive durante a formação mencionaram que determinadas escolas, o profissional que trabalha no setor é um funcionário readaptado ou afastado

da sala por problemas de saúde e não um especialista em tecnologia da informação (TI). "Com limitações de uso" e "raramente usado" podem indicar problemas relacionados à manutenção, equipamentos desatualizados ou barreiras no planejamento pedagógico.

Figura 33 - Gráfico sobre a existência de laboratório de informática nas escolas



Fonte: a pesquisa.

Kenski (2013) também afirma que, diversas investigações e publicações na área educacional revelam problemas frequentes relacionados ao uso de tecnologias, que explicam, em parte, os insucessos na incorporação de recursos tecnológicos modernos no ensino. Um dos principais obstáculos é a ausência de preparo dos docentes para empregar adequadamente as tecnologias no processo de ensino, sejam elas recentes ou antigas.

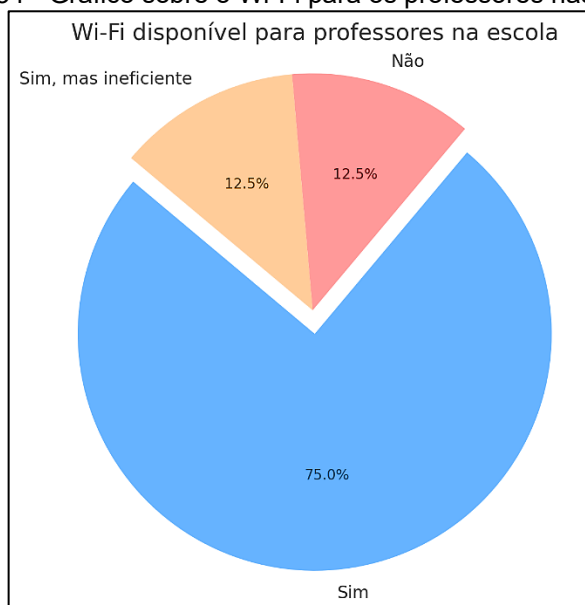
A autora enfatiza que, de modo geral, os professores não recebem formação voltada para a aplicação didática das tecnologias, especialmente das TDIC. Como consequência, há práticas menos pertinentes, como ler o conteúdo para os alunos de forma monótona, apresentar sequências intermináveis de slides no PowerPoint, exibir vídeos que ocupam toda a aula ou ainda utilizar a internet apenas como fonte de dados para que os estudantes façam "pesquisas". A falta de recursos financeiros nas escolas compromete a manutenção, atualização e capacitação contínua dos profissionais para o uso de tecnologias digitais. É necessário prever orçamentos mais robustos para aquisição de equipamentos e programas. Mesmo nas instituições que possuem computadores com acesso à internet, surgem outros desafios. Professores

precisam monitorar o uso feito pelos estudantes, tentando prevenir o acesso a conteúdo impróprios e atividades inadequadas. Para isso, são implementados filtros e bloqueios, que muitas vezes são burlados pelos próprios alunos. Cria-se, assim, uma disputa entre sistemas de restrição e as tentativas de rompê-los (Kenski, 2013).

Os professores mencionaram o uso restrito de tecnologias (P3 e P4) devido à ausência de profissionais capacitados. O docente P5 relatou que, embora o laboratório esteja em funcionamento, ele opera com limitações. Além disso, o P2, P3, P5 e P7 destacaram em suas falas durante a formação, a indisponibilidade de recursos adequados ou dificuldades estruturais que frequentemente comprometem a utilização dos equipamentos. Geralmente, o responsável pelo espaço é um profissional afastado da sala de aula por questões de saúde, o que pode resultar na falta de familiaridade com as tecnologias.

De acordo com a Figura 34, apenas uma escola relatou a ausência de Wi-Fi. A ausência total de Wi-Fi em uma escola revela um problema de inclusão digital, comprometendo o acesso de professores a recursos online. Do mesmo modo, 1 escola apontou que, embora o Wi-Fi esteja disponível, ele é ineficiente. Visto que, os outros 6 participantes declararam que as escolas oferecem Wi-Fi para professores, o que mostra avanços na infraestrutura tecnológica voltada ao suporte pedagógico e administrativo.

Figura 34 - Gráfico sobre o Wi-Fi para os professores nas escolas



Fonte: a pesquisa.

A predominância de respostas "Sim" na Figura 35, sugere que o Wi-Fi está disponível em várias escolas, indicando progresso na oferta de conectividade digital para os alunos. No entanto, ainda há escolas em que o Wi-Fi não é acessível, o que reflete uma desigualdade no acesso a recursos tecnológicos, por falta de aparelhos que suporte a conectividade de todos. Alternativamente, essa indisponibilidade também pode ser resultado de políticas administrativas que restringem seu uso, fundamentadas no receio de que a conectividade cause dispersão por parte dos alunos e possa interferir no aprendizado, nas escolas onde o Wi-Fi não está disponível, os alunos podem estar em desvantagem, especialmente em atividades que dependem de conexão.

De acordo com Kenski (2013), um dos problemas enfrentados pelas instituições escolares em relação à inserção das tecnologias digitais é a escassez de verbas destinadas à manutenção e atualização dos programas, bem como à formação continuada dos profissionais da educação. Embora a maioria das escolas possua Wi-Fi disponível para os docentes, ainda há casos de sinal ineficiente e, em algumas unidades, essa conectividade não se estende aos alunos.

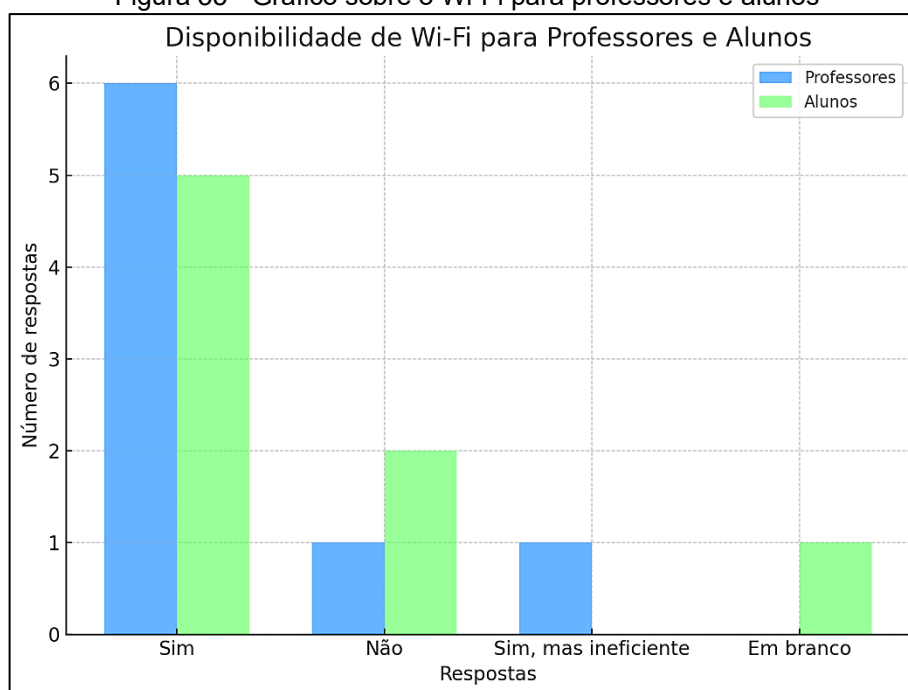
Tal desarmonia revela uma limitação significativa na democratização do acesso às tecnologias no ambiente escolar. Ainda que o acesso à internet esteja presente em parte das instituições, como mostra o gráfico da Figura 35, a autora ressalta em sua obra que novos desafios emergem, como o monitoramento do uso pelos alunos, a necessidade de filtros e dispositivos de segurança, além do combate a conteúdos inapropriados e práticas digitais condenáveis; isto é, o professor pode até desistir de não utilizar tecnologia, devido ter que "vigiar" (jogos, conteúdos inapropriados, etc.) o que o aluno está acessando durante o uso. Esse fator pode, inclusive, justificar o fato de que todos os professores participantes da pesquisa afirmaram gostar de tecnologia, embora nem todos a utilizem efetivamente em sala de aula, em razão dos cuidados relacionadas durante o uso dos computadores pelos alunos.

Dessa forma, evidencia-se que, para além da disponibilização de infraestrutura, para a autora é imprescindível que as escolas contem com investimentos contínuos e políticas de uso das tecnologias, associadas à formação pedagógica que possibilite uma utilização crítica e produtiva dos recursos digitais no processo educativo. No entanto, como aponta Kenski (2013), ainda que grande parte

do tempo online dos estudantes seja dedicada a brincadeiras, jogos e interações com amigos virtuais, tais comportamentos não devem ser vistos apenas como obstáculos.

Ao contrário, podem representar oportunidades para que a escola explore esses interesses e os transforme em formas mais engajadoras e significativas de aprendizagem. Essa afirmativa da autora reforça a ideia de que, além da infraestrutura, aspectos humanos e administrativos impactam o uso das tecnologias como o Wi-Fi, colaborando diretamente com sua análise sobre as restrições por parte das escolas.

Figura 35 - Gráfico sobre o Wi-Fi para professores e alunos



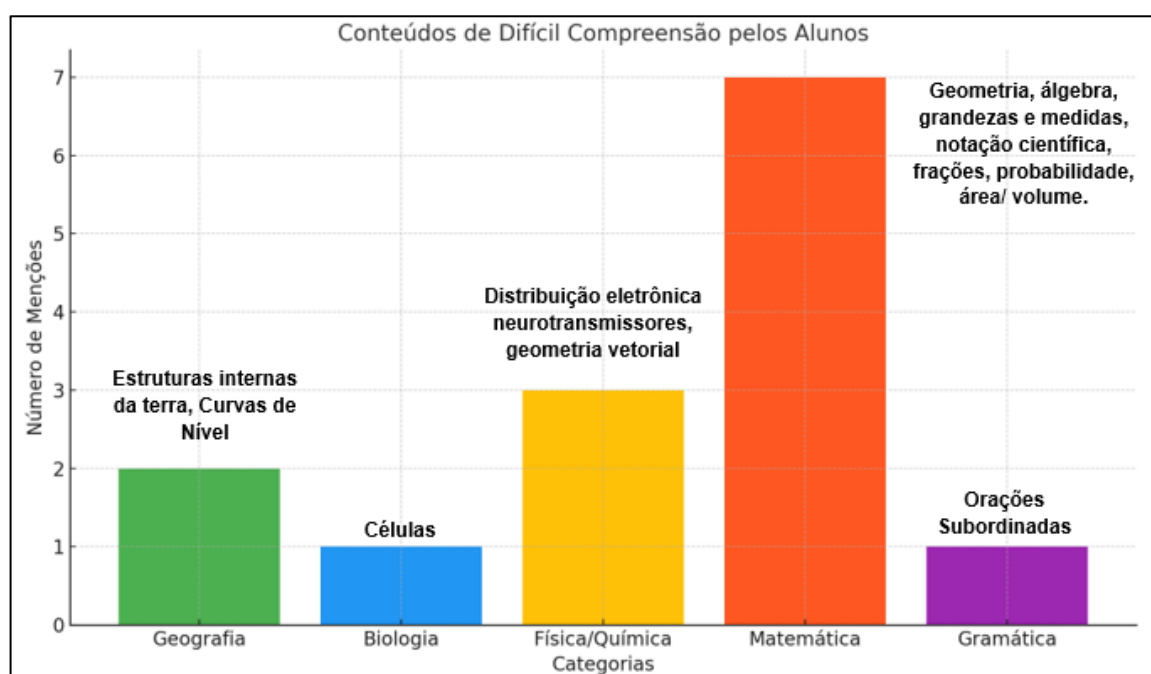
Fonte: a pesquisa.

Quando se observa o acesso dos alunos à rede, percebe-se uma desigualdade em relação ao oferecido aos professores. Essa discrepância compromete propostas pedagógicas que envolvem atividades colaborativas online, indicando a necessidade de infraestrutura mais equitativa entre professores e estudantes.

Os conteúdos citados conforme a Figura 36 abrangem diferentes áreas do conhecimento, incluindo Ciências Naturais, Matemática, Geografia e Língua Portuguesa. Matemática aparece com maior diversidade de tópicos, sugerindo que é uma área onde os alunos enfrentam dificuldades significativas, especialmente em temas que envolvem abstração, cálculos e conceitos geométricos. Conteúdos como

"estrutura interna da Terra" ou "distribuição eletrônica" podem ser desafiadores por envolverem conceitos abstratos. "Orações subordinadas" reflete dificuldades relacionadas à gramática avançada e análise sintática, que exigem raciocínio linguístico detalhado.

Figura 36 - Gráfico sobre conteúdos de difícil compreensão pelos alunos



Fonte: a pesquisa.

Os resultados mostram que os conteúdos de Matemática se destacam entre os mais apontados como de difícil aprendizagem. Esse dado reforça a relevância da formação continuada com ênfase em metodologias ativas e recursos concretos, como a impressão 3D, que podem auxiliar na visualização e compreensão de conceitos abstratos.

Os saberes curriculares, segundo Tardif (2014), envolvem os conteúdos que os professores devem ensinar e as dificuldades encontradas na transmissão desses conteúdos. Nos conteúdos desafiadores, os professores apontaram áreas como geometria, álgebra e conceitos científicos como difíceis de serem compreendidos pelos alunos. Isso reforça a ideia de Tardif (2014) de que os saberes docentes incluem estratégias para mediar conteúdos complexos, o que exige domínio curricular aliado à didática. Isso inclui o uso de metodologias diversificadas: a aplicação de métodos como trabalhos em grupos, recursos digitais, etc. reflete a busca por estratégias adaptativas, uma habilidade que, para Tardif (2014), está intimamente ligada aos saberes experienciais.

A maioria dos professores (P1, P5, P8) considera a formação continuada importante, seja para constante aprendizagem e atualização; sendo a formação continuada vista como uma forma de manter o professor atualizado. Alguns professores (P4, P7) destacaram que a formação é necessária e relevante, enfatizando a melhoria das práticas. Professores como P2 e P7 apontaram que contribui para aprimorar planejamento e práticas docentes. Apenas um professor (P6) deu uma resposta mais neutra, indicando que a formação é parcialmente relevante. Um professor (P3) não respondeu. Há um destaque para a importância de ter professores qualificados durante a formação (P5). Assim, Tardif (2014) reforça essa perspectiva, que a formação profissional exige um processo constante e contínuo de aprendizado, pois os saberes da profissão estão em permanente evolução. Após a formação inicial, é essencial que o profissional busque atualizar e aperfeiçoar seus conhecimentos ao longo de toda a carreira, já que esses saberes, assim como os científicos e técnicos, devem ser revistos, criticados e aprimorados continuamente.

Todos os participantes mencionaram que costumam participar de formações, com destaque para o docente P4, que participa ativamente e demonstrou em sua resposta a preferência pelas formações presenciais. Sobre se a formação que eles sempre participam são em horário acessível, metade das respostas indica que os horários são acessíveis, 3 docentes mencionaram que nem sempre os horários são viáveis ou que há a necessidade de reposição de aulas, o que pode ser um fator de dificuldade. As 2 respostas "Nem sempre" e 1 "Não" evidenciam que há casos em que os horários oferecidos não atendem a todos de forma plena.

Nesse sentido, como sugestão de melhoria, os docentes mencionaram verbalmente, que os responsáveis do setor das formações deveriam proporcionar diferentes opções de horários, podendo aumentar a acessibilidade; entender os motivos por trás das respostas negativas ou neutras e buscar soluções, como ajustar o planejamento das formações, garantir que todos tenham informações claras e possam expressar suas preferências previamente. Falando sobre incentivos, 6 docentes responderam que deveria haver um incentivo financeiro. O docente P3 deixou essa pergunta em branco, enquanto o docente P4 respondeu que não deveria haver nenhum tipo de incentivo para as formações.

Os participantes ao serem questionados sobre como gostariam que fossem as formações continuadas eles sugeriram:

- Presenciais com acesso aos materiais;
- Teoria e prática;
- Presenciais e práticas;
- Metodologias e práticas;
- Aulas práticas, laboratórios e certificado;
- Com material prático;
- Práticas, sem muita teoria.

De acordo com Tardif (2014), os saberes docentes são múltiplos e se originam de diferentes fontes: formação inicial, experiência profissional, socialização escolar, entre outras. Tardif (2014) enfatiza que os saberes docentes não se limitam ao conteúdo acadêmico, mas também incluem saberes experienciais, construídos ao longo da prática profissional. Os dados avaliados indicam que a maior parte dos docentes consultados reconhece a relevância da formação continuada como forma de melhorar sua atuação profissional, isto é, desenvolver seus saberes. Contudo, há críticas sobre a relevância prática e a adequação ao contexto escolar. Isso reflete o conceito de saber experiencial de Tardif (2014), que valoriza o aprendizado acumulado a partir da prática, mas evidencia um desafio em alinhar esse saber com as formações ofertadas, que muitas vezes são descritas como teóricas, desconectadas do cotidiano e pouco aplicáveis.

Teve respostas que indicaram insatisfação com formações distantes da realidade (P6). Conforme os dados, a sugestão dos docentes é que as formações sejam formações presenciais, práticas e voltadas para o uso de tecnologias aplicáveis em sala de aula. Eles também propõem que as formações ocorram em horários que não interfiram com as aulas. Visto que, os professores entrevistados consideram a formação continuada relevante, Tardif (2014) salienta que ela deve ser vista como um processo contínuo de construção de saberes, ajustado conforme as necessidades no dia a dia dos professores. As respostas dos professores quando indagados de como gostariam que fossem as formações continuadas (pergunta 12 do questionário 1), sinalizaram em relação as formações excessivamente teóricas ou fora do contexto, que expressam uma desvinculação entre as necessidades do docente em sala de aula e os programas de formação ofertados. Essa problemática é citada por Tardif (2014), quando aponta a separação entre os saberes gerados pelos pesquisadores com a realidade dos professores.

Os desafios relatados pelos entrevistados, como a dificuldade em lidar com conteúdos abstratos e a falta de apoio tecnológico, são evidências do que Tardif (2014) chama de heterogeneidade e complexidade do trabalho docente. Ele ressalta que o trabalho do professor envolve objetivos ambíguos e depende de interações humanas dinâmicas e imprevisíveis. Isso evidencia a frustração por parte de docentes que estão insatisfeitos com o resultado do produto final, em sua prática profissional e, muitas vezes não querem participar de formações. Entretanto, com base nos dados a formação continuada para os participantes é vista como essencial e relevante, com pedidos por mais oportunidades.

Matos e Gouveia (2022) reforçam que as tecnologias não devem ser vistas apenas como ferramentas, mas como recursos pedagógicos que exigem um repensar do ambiente de formação. A formação docente deve incluir estratégias que integram tecnologias para promover aprendizagens participativas e colaborativas. A ausência de formação específica reflete a realidade apontada no texto, onde a inserção tecnológica na educação muitas vezes ocorre sem o suporte necessário. Isso pode comprometer o impacto positivo das tecnologias no ensino. Rocha (2023) menciona a resistência dos professores ao uso de recursos digitais devido ao medo de sair da zona de conforto ou por falta de conhecimento técnico. Também destaca que as tecnologias devem complementar e não substituir métodos tradicionais. Essa resistência não é apenas um reflexo da infraestrutura limitada, mas também da necessidade de maior confiança e domínio dos recursos digitais. Isso evidencia a importância de uma formação mais robusta e contextualizada.

Quanto ao formato predominante das aulas dos participantes, são majoritariamente expositivas, com uma abordagem focada na apresentação de conteúdos pelo professor. Isso reflete uma tendência tradicional de ensino, valorizada pelos participantes. O uso de recursos didáticos é consistente em quase todas as respostas. Esse termo abrange os materiais impressos, trabalhos em grupos, jogos e plataformas online e outros meios que facilitam a aprendizagem, citados pelos docentes. Isso mostra a preocupação dos professores em utilizar ferramentas que auxiliem o ensino e aprendizagem. Assim, Sefton e Galini (2022) destacam, em sua obra, que os alunos aprendem de maneiras distintas e que o ensino deve contemplar essas diferentes formas de aprendizagem.

Considerando que, em uma sala de aula, há múltiplas inteligências, é fundamental que os processos formativos incluam essa dimensão, a fim de que o professor possa conduzir suas aulas de maneira produtiva. Por isso, os autores mencionam que as metodologias ativas levam em conta os objetivos educacionais e os métodos de ensino que, por sua vez, colocam o estudante não apenas como foco do processo, mas também como agente participativo e principal responsável por sua própria trajetória de aprendizagem, visando construir um ambiente educacional mais relevante. Entretanto, o modelo tradicional costuma adotar um ensino uniforme, com conteúdos e ritmos iguais para todos, além de avaliações padronizadas.

A organização escolar ainda separa os alunos por séries ou anos, limitando a convivência entre diferentes faixas etárias. Dessa forma, Sefton e Galini (2022) salienta que é preciso romper com esse modelo e reconhecer as mudanças do mundo atual, como o trabalho em colaboração, a integração entre áreas do conhecimento e o uso da tecnologia como apoio às práticas pedagógicas.

Embora a maioria das aulas siga um formato tradicional, algumas respostas destacam elementos inovadores, como: plataformas online e dispositivos digitais: indicando uma adaptação à tecnologia e às metodologias ativas. Jogos educativos: Revelando criatividade para engajar os alunos em atividades interativas. Uma das respostas não apresenta informações. Esse ponto pode indicar desinteresse, dificuldade de resposta ou ausência de práticas diferenciadas para relatar. Sefton e Galini (2022) apresentam diferentes estratégias didáticas, como a aprendizagem baseada em problemas e projetos, estudos de caso, trabalho colaborativo e a sala de aula invertida, além do ensino híbrido.

No entanto, alertam que utilizar essas práticas isoladamente não garante a adoção das metodologias ativas. Para que elas resultem em experiências educativas significativas, é essencial haver uma proposta pedagógica intencional, com planejamento coerente, atenção ao perfil dos alunos, personalização das aprendizagens, escuta atenta e comunicação respeitosa, bem como avaliação contínua e formativa. Eles ainda observam que muitos docentes já utilizam elementos dessas metodologias em sala, mesmo sem nomeá-las dessa forma, e que o verdadeiro desafio está em incorporá-las de modo consciente, com uma visão integrada e formativa do processo de ensino-aprendizagem. Muitos professores já

aplicam práticas semelhantes às metodologias ativas, mas o desafio é refletir se realmente colocam o aluno no centro do processo.

Semanalmente foi a resposta mais frequente, mencionada por dois participantes, quando indagados sobre a frequência que utilizam ferramentas tecnológicas. Dois participantes indicaram o uso mensal, o que sugere uma menor frequência, possivelmente em atividades específicas ou planejamentos que exigem menos recorrência. Um participante respondeu nessa categoria bimestralmente, representando uma utilização ainda mais esporádica. Outra resposta única reflete uma periodicidade mais rara que foi trimestralmente. Duas respostas não foram preenchidas, o que pode indicar falta de uso ou desconhecimento sobre a frequência. A maior concentração de respostas em "Semanalmente" indica que alguns professores utilizam a tecnologia como parte integrante de suas práticas pedagógicas. As respostas menos frequentes, como "Mensalmente", "Bimestralmente" e "Trimestralmente", podem sugerir a necessidade de maior incentivo ou treinamento para o uso consistente da tecnologia.

Tardif (2014) destaca que a utilização de tecnologias ao ensino requer uma articulação entre os saberes disciplinares, pedagógicos e experienciais. Essa conexão deve respeitar a experiência acumulada dos professores, pois eles não têm todos os subsídios e bagagem quando se formam, além de não terem também todos os recursos ou condições adequadas em seu ambiente de trabalho. Com base no que os professores responderam, eles relatam falta de recursos tecnológicos, laboratórios não utilizados, problemas na infraestrutura escolar e falta de pessoal capacitado.

Esses fatores limitam o uso de tecnologias nas aulas, algo que Tardif (2014) menciona como parte das condições materiais e sociais que moldam o trabalho docente. Para o autor, a prática educativa não ocorre e não se limita ao que acontece no espaço sala de aula, mas é profundamente influenciada pelas condições externas e pela organização do sistema educacional. A ausência de suporte adequado por parte da administração escolar, pode comprometer o desenvolvimento de saberes curriculares e profissionais, fundamentais para inovação da prática docente. Apesar de todos afirmarem gostar de tecnologias, Tardif (2014) enfatiza que as condições institucionais e materiais influenciam a prática, o que é evidente na ausência de recursos relatada (ex.: falta de Wi-Fi funcional e infraestrutura tecnológica). A carga

horária alta dos participantes, também impacta a possibilidade de engajamento em formações continuadas e inovações pedagógicas.

Assim, o conjunto de professores desta investigação apresenta perfis heterogêneos quanto ao tempo de atuação, faixa etária e níveis de ensino — com experiência variando de 8 a 29 anos e carga horária majoritariamente integral. Essa diversidade sinaliza trajetórias distintas e riqueza de saberes a serem compartilhados na formação continuada. Embora demonstrem apreço pelas tecnologias, constata-se lacunas na formação inicial e no suporte institucional: laboratórios de informática e conexão Wi-Fi existem, mas nem sempre são utilizados por falta de pessoal especializado ou de manutenção.

Em contrapartida, os docentes enfatizam a relevância dos cursos de atualização — preferencialmente presenciais, práticos e com incentivos — o que reforça a necessidade de investimentos em políticas formativas que viabilizem o uso crítico e consistente de recursos digitais, incluindo a impressão 3D. Essa valorização da formação contínua por parte dos professores, aliada à indicação de modalidades diversificadas (teoria e prática, laboratórios, metodologias ativas), reforça a necessidade de dedicar maior atenção a esse aspecto do docente e de instituir um suporte sólido ao qual ele possa recorrer sempre que necessário.

7.2 FORMAÇÃO CONTINUADA

Apresenta-se na Figura 37 o cronograma detalhado das etapas que compuseram a formação continuada realizada entre os meses de setembro a dezembro de 2024. As atividades foram distribuídas ao longo desse período, contemplando tanto aspectos teóricos quanto práticos, com o objetivo de proporcionar aos participantes uma experiência formativa completa sobre a utilização da impressão 3D na prática pedagógica. A carga horária total estimada foi de 30 horas, distribuídas em ações que vão desde a organização inicial e diagnóstico até a aplicação prática.

Figura 37 - Cronograma das etapas da formação continuada

Etapa da Formação	Duração Estimada
Contato com a SEDUC/CREA e o Núcleo de Tecnologia Educacional (NTE) para organização da formação	2 horas
Identificação dos professores participantes, produção do folder e abertura das inscrições	1 hora
Divulgação nas escolas participantes com a gestão escolar	1 hora

Etapa da Formação	Duração Estimada
Análise das inscrições recebidas	1 hora
Aplicação de questionário diagnóstico inicial	1 hora
Apresentação da proposta e objetivos da formação	1 hora
Explanação teórica sobre a impressão 3D e sua aplicabilidade	2 horas
Apresentação e funcionamento dos componentes da impressora 3D	2 horas
Mostra de recursos educativos físicos confeccionados com impressão 3D	2 horas
Orientação sobre <i>softwares</i> livres para modelagem 3D	3 horas
Atividade prática: criação de modelo digital para impressão	3 horas
Etapa de configuração e operação da impressora 3D	2 horas
Impressão de modelos criados pelos participantes	3 horas
Avaliação e discussão sobre as aplicações pedagógicas dos modelos	2 horas
Aplicação de questionário final (percepções e autoavaliação)	2 horas
Retorno dos participantes sobre a prática	2 horas
Carga horária total estimada	30 horas

Fonte: a pesquisa.

A formação foi realizada com professores da rede estadual de Ouro Preto do Oeste, na Coordenadoria Regional de Educação (CRE) de Ouro Preto do Oeste, com o apoio do Núcleo de Tecnologia Educacional (NTE). O tema foi: “uso da impressão 3D como recurso pedagógico: construção de objetos para utilização no processo de ensino e aprendizagem”.

A organização da formação está descrita na Figura 38. Apresentando os principais momentos da formação continuada, detalhando as atividades desenvolvidas e suas respectivas descrições. Essa organização evidencia a sequência pedagógica adotada, que contempla desde a introdução teórico-conceitual e a experimental da impressão 3D até momentos de reflexão coletiva e avaliação final; com o objetivo de garantir a qualidade da dinâmica formativa e a participação ativa dos envolvidos durante toda a mesma.

Figura 38 - Momentos da formação continuada

Momentos	Atividades	Descrição
1º	Apresentação	Apresentação da pesquisadora e da proposta, disponibilizar os termos do comitê de ética para realização da pesquisa e aplicação do questionário inicial. Foi

		disponibilizado um espaço reservado na sala contendo uma variedade de itens, como frutas, salgados, pães, sucos, café, chá, entre outros, para que os professores, conforme sua conveniência, pudessem servir-se e desfrutar de algum alimento durante os momentos passados ali.
2°	Introdução a impressora 3D	Apresentação do conceito da impressão 3D e sua expansão nos dias atuais.
3°	Sorteio	Brindes de recursos didáticos desenvolvidos na impressora 3D.
4°	Aplicações da impressão 3D	Demonstração de objetos impressos que podem ser usados em diferentes componentes curriculares para o ensino, tanto foto, quanto peças que foram levadas para que pudessem manipular.
5°	Componentes da impressora 3D	Exposição das principais peças da impressora 3D e noções básicas de funcionamento e manutenção.
6°	Sorteio	Brindes de recursos didáticos desenvolvidos na impressora 3D.
7°	Reflexão coletiva	Discussão das vantagens e desvantagens da utilização da impressão 3D no ensino e aprendizagem. E também das facilidades e dificuldades do seu uso no contexto e realidade atual das escolas locais.
8°	Apresentação dos <i>softwares</i> e instalação	Apresentação de <i>softwares</i> aplicáveis à elaboração de projetos em três dimensões, incluindo o <i>software</i> Creality, destinado à configuração e edição das peças a serem impressas. Ademais, foram abordadas as noções fundamentais de manuseio. Realizou-se este momento dedicado à instalação dos <i>softwares</i> necessários para a modelagem do projeto em 3D, visando a posterior utilização na impressora para a impressão. Durante essa etapa, os professores puderam realizar o procedimento em seus próprios notebooks, permitindo que, em seguida, transferissem seus projetos para a impressão.
9°	Sorteio	Brindes de recursos didáticos desenvolvidos na impressora 3D.
10°	Funcionamento	Foi o momento da parte prática, onde todas as quatro máquinas foram ativadas para operação. Inicialmente, duas delas apresentaram falha na impressão devido à desatualização do <i>software</i> da impressora. Após a realização das respectivas atualizações, todas as máquinas foram configuradas para imprimir projetos selecionados ou editados diretamente pelos professores. Como por exemplo, seus próprios nomes, caixas, curvas de nível, etc. Neste momento foram citados os tipos de filamentos e suas diferenciações e, alguns cuidados no manuseio das máquinas.
11°	Sorteio	Brindes de recursos didáticos desenvolvidos na impressora 3D.

12°	Finalização	Término da impressão das peças e reflexões finais sobre a importância da formação, da impressão 3D e aplicação do questionário final.
-----	-------------	---

Fonte: a pesquisa.

No primeiro momento da formação continuada, a apresentação da pesquisadora, seguida pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE F) e pela aplicação do questionário inicial, configurou-se como um espaço propício à introdução de novos conhecimentos e à reflexão crítica sobre a prática docente. Esse momento inicial não apenas buscou levantar as percepções e expectativas dos participantes, mas também iniciou um diálogo sobre o conceito de impressão 3D e suas múltiplas aplicações no contexto educacional, abrangendo diversas áreas curriculares, como Matemática, Química, Física, Artes, Geografia, Ciências, História e Língua Portuguesa. Durante a discussão acerca das possíveis aplicações da impressão 3D, foram apresentados diversos exemplos de objetos empregados em diferentes áreas do conhecimento, tanto no ambiente escolar quanto fora dele.

Para ilustrar essas aplicações, foram exibidos slides com imagens representativas, destacando como a impressão 3D pode ser um recurso inovador para a prática pedagógica. A sequência de slides contemplou diferentes áreas do conhecimento. No contexto da Saúde, conforme a Figura 39, foram exibidos exemplos de próteses e órteses personalizadas, além de modelos anatômicos que auxiliam no ensino e na prática médica. A Química foi abordada por meio da apresentação de estruturas moleculares tridimensionais e instrumentos pedagógicos, como réguas de desenho especializadas. Na área da Matemática, os participantes puderam visualizar sólidos geométricos impressos, facilitando o ensino de conceitos espaciais e trigonométricos.

Figura 39 - Possibilidades da impressão 3D em diversas áreas



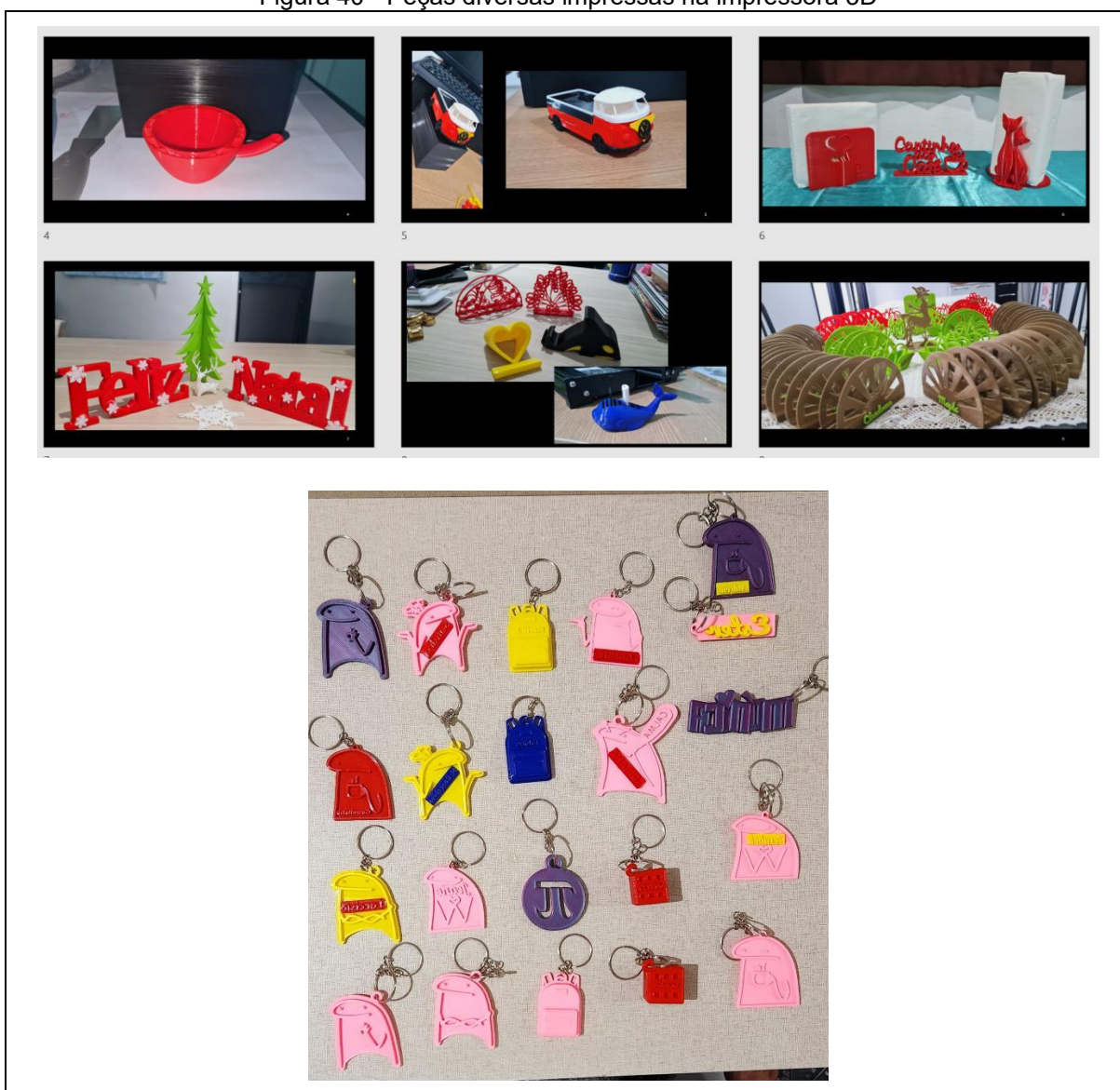
Fonte: imagem adaptada de Yller (s.d.), Tribuna Online (2021) e Thingiverse (s.d.).

Ao longo da formação, os professores puderam refletir sobre como esses recursos podem ser incorporados às suas práticas pedagógicas, promovendo um ensino mais dinâmico e interativo. A exposição dos slides serviu como um ponto de partida para explorar as possibilidades da fabricação digital na educação, incentivando a adoção de metodologias inovadoras que favoreçam a aprendizagem significativa.

Além das aplicações educacionais abordadas anteriormente, a formação continuada também contemplou o uso da impressão 3D para a confecção de objetos diversos, que podem ser utilizados na escola em eventos, decoração, brindes e outras finalidades. Como ilustrado nos slides apresentados, conforme a Figura 40, a fabricação digital permite a criação de itens personalizados, promovendo a inovação e a criatividade dentro do ambiente escolar. Os modelos exibidos destacam a versatilidade da impressão 3D.

No contexto de eventos escolares, por exemplo, foram apresentadas peças decorativas temáticas, como enfeites natalinos e suportes para guardanapos personalizados, que podem ser usados em confraternizações e comemorações institucionais. Outro ponto relevante é a possibilidade de criação de brindes exclusivos, que podem ser distribuídos em premiações, feiras de ciências ou outros eventos educativos.

Figura 40 - Peças diversas impressas na impressora 3D



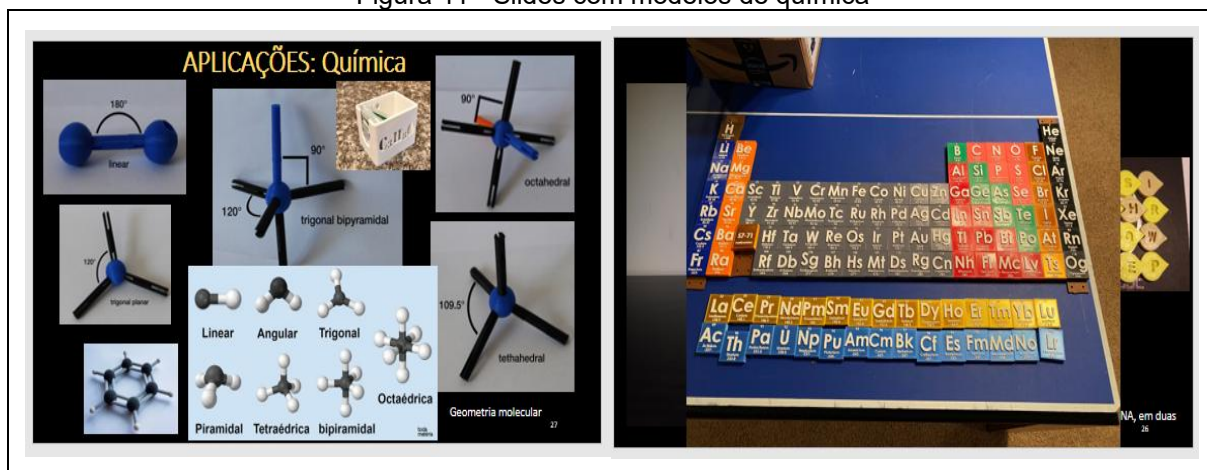
Fonte: a pesquisa.

Esses exemplos evidenciam como a fabricação digital pode extrapolar o ambiente da sala de aula e se tornar um recurso estratégico para a valorização das atividades pedagógicas e institucionais. Dessa forma, a impressão 3D não apenas auxilia no ensino, mas também fortalece a identidade visual da escola, incentiva a criatividade dos alunos e permite a produção de materiais personalizados de forma acessível e sustentável.

Dando continuidade à apresentação da formação continuada, também foram abordadas as diversas aplicações da impressão 3D nas áreas de Química, Biologia, Ciências e Geografia. Na Química (Figura 41), foram exibidos modelos tridimensionais de estruturas moleculares, representações geométricas das ligações químicas e até

mesmo uma tabela periódica impressa em 3D. Esses materiais permitem que os estudantes compreendam melhor conceitos abstratos, como as diferentes formas de ligação química e a estrutura dos compostos. A utilização desses modelos facilita a visualização das interações atômicas e moleculares, enriquecendo o aprendizado e promovendo uma compreensão mais intuitiva dos conteúdos.

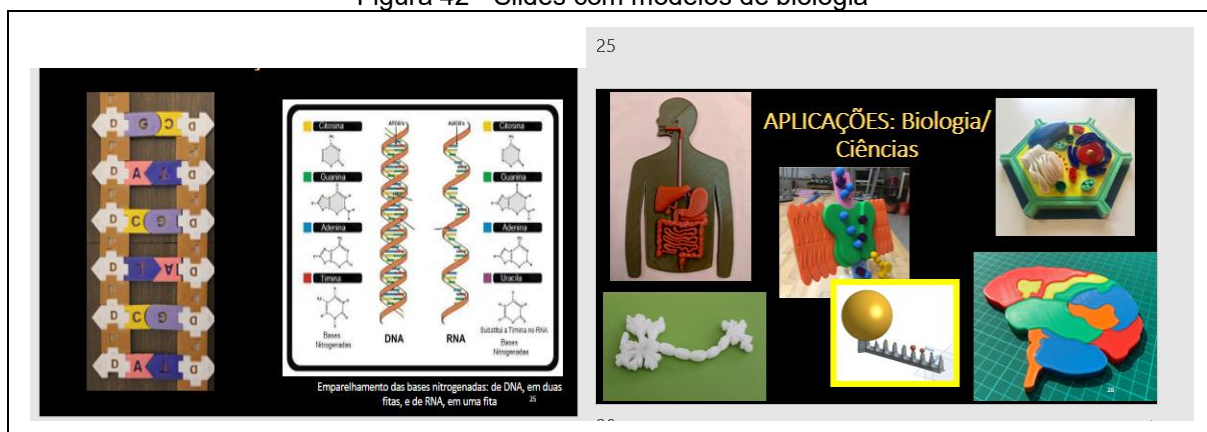
Figura 41 - Slides com modelos de química



Fonte: adaptado dos projetos do *site* Thingiverse.

No campo da Biologia e Ciências (Figura 42), foram apresentados modelos anatômicos que auxiliam na compreensão da fisiologia humana, estruturas celulares e até representações de cadeias de DNA. Com esses materiais, os alunos podem explorar detalhes do corpo humano, compreender a organização celular e visualizar conceitos que, tradicionalmente, são ensinados apenas por meio de imagens bidimensionais. A modelagem 3D também possibilita a construção de réplicas precisas de organismos e estruturas naturais, tornando as aulas mais ilustrativas.

Figura 42 - Slides com modelos de biologia



Fonte: adaptado dos projetos do *site* Thingiverse.

Já na área da Geografia, a impressão 3D revelou-se uma ferramenta valiosa para a criação de mapas físicos, modelagem de relevo e representações topográficas.

Os exemplos apresentados incluíram maquetes de regiões geográficas, mapas tridimensionais de países e continentes e modelos de curvas de nível, permitindo que os estudantes compreendam melhor a relação entre altitude, relevo e formações geográficas (Figura 43). Esse tipo de material facilita a assimilação de conceitos como escala, orientação espacial e dinâmica terrestre, tornando o estudo da geografia mais interativo e aplicado ao mundo real.

Figura 43 - Slides com modelos de Geografia



Fonte: adaptado dos projetos do *site* Thingiverse.

Na sequência, os slides apresentados trouxeram aplicações da impressão 3D no ensino de Artes, Matemática, Física e até mesmo em jogos educacionais (Figura 44). A diversidade de exemplos reforça como essa tecnologia pode ser integrada a diferentes disciplinas para tornar o aprendizado mais visual, concreto e interativo. Os exemplos apresentados nos slides, ilustram como esse recurso pode contribuir para tornar o ensino mais dinâmico e acessível, proporcionando aos alunos uma experiência mais concreta e interativa.

Figura 44 - Slides com modelos de Artes, Física e Matemática



Fonte: adaptado dos projetos do *site* Thingiverse.

Na área de Artes e Matemática, foram ilustrados padrões geométricos impressos em 3D, permitindo que os alunos explorem conceitos como simetria, mosaicos e tesselações. Esses modelos facilitam a compreensão da relação entre formas e estruturas, promovendo um aprendizado mais prático e exploratório.

Já na Física, foram apresentados modelos que auxiliam na explicação de conceitos fundamentais, como a curva braquistócrona, que mostra o princípio da minimização do tempo em trajetórias inclinadas. Além disso, houve a exposição de um experimento sobre conservação da energia mecânica, utilizando uma rampa impressa em 3D para simular o comportamento de uma bolinha em movimento. Esses recursos permitem que os estudantes visualizem e experimentem fenômenos físicos de maneira mais concreta e didática.

Outra aplicação relevante foi a dos jogos educacionais, com um exemplo de um tabuleiro de jogo da velha personalizado e impresso em 3D. Essa abordagem lúdica reforça como a fabricação digital pode ser utilizada para criar materiais pedagógicos interativos, incentivando o raciocínio lógico, a estratégia e o engajamento dos alunos.

Por fim, o uso do *software* GeoGebra aliado à impressão 3D também foi destacado. Foram exibidos gráficos tridimensionais que representam superfícies matemáticas complexas, permitindo que os alunos explorem conceitos de geometria analítica e cálculo diferencial de forma visual e manipulável.

Essas aplicações revelam o potencial da impressão 3D como ferramenta pedagógica interdisciplinar, tornando o ensino mais dinâmico e estimulante para os estudantes.

A proposta de reflexão, associada à exemplificação de objetos e peças, bem como às possibilidades de impressão de jogos educativos e aplicações em diferentes campos como saúde e vida cotidiana, foi uma estratégia que possibilitou a discussão dos saberes docentes referente a temática. Segundo Tardif (2014), os saberes docentes são provenientes de múltiplas fontes e elementos específicos da prática profissional, entre eles o saber curricular, relacionado aos objetivos, métodos e técnicas presentes nos programas e manuais curriculares, e o saber experiencial, validado pelo cotidiano de trabalho e pela interação com o contexto escolar.

Esse momento oportunizou evidenciar como os professores articulam o uso da impressora 3D e suas possíveis aplicações, considerando o saber curricular, que orienta os objetivos pedagógicos, e o saber profissional, que inclui a utilização de recursos inovadores. Essa integração reflete a importância de uma formação continuada que promove a atualização e ampliação dos saberes, como enfatiza Chimentão (2009), ao entender a formação contínua como um processo permanente de aprimoramento dos saberes necessários à prática docente.

O uso de tecnologias como a impressão 3D também dialoga com os desafios da profissão docente apontados por Tardif (2014), como a necessidade de adaptação às inovações tecnológicas e metodológicas. A apresentação de objetos, peças e jogos educativos, bem como a reflexão sobre as aplicações da impressão 3D na saúde e no cotidiano, reforçam o caráter pragmático e contextual da prática pedagógica, alinhando-se à visão de Tardif (2014) sobre o trabalho docente como uma atividade que requer flexibilidade, criatividade e constante renovação. Na Figura 45, segue momentos da formação continuada, que ilustram essas práticas, evidenciando a articulação entre os saberes docentes e o uso pedagógico da impressão 3D.

Figura 45 - Formação continuada sobre impressão 3D

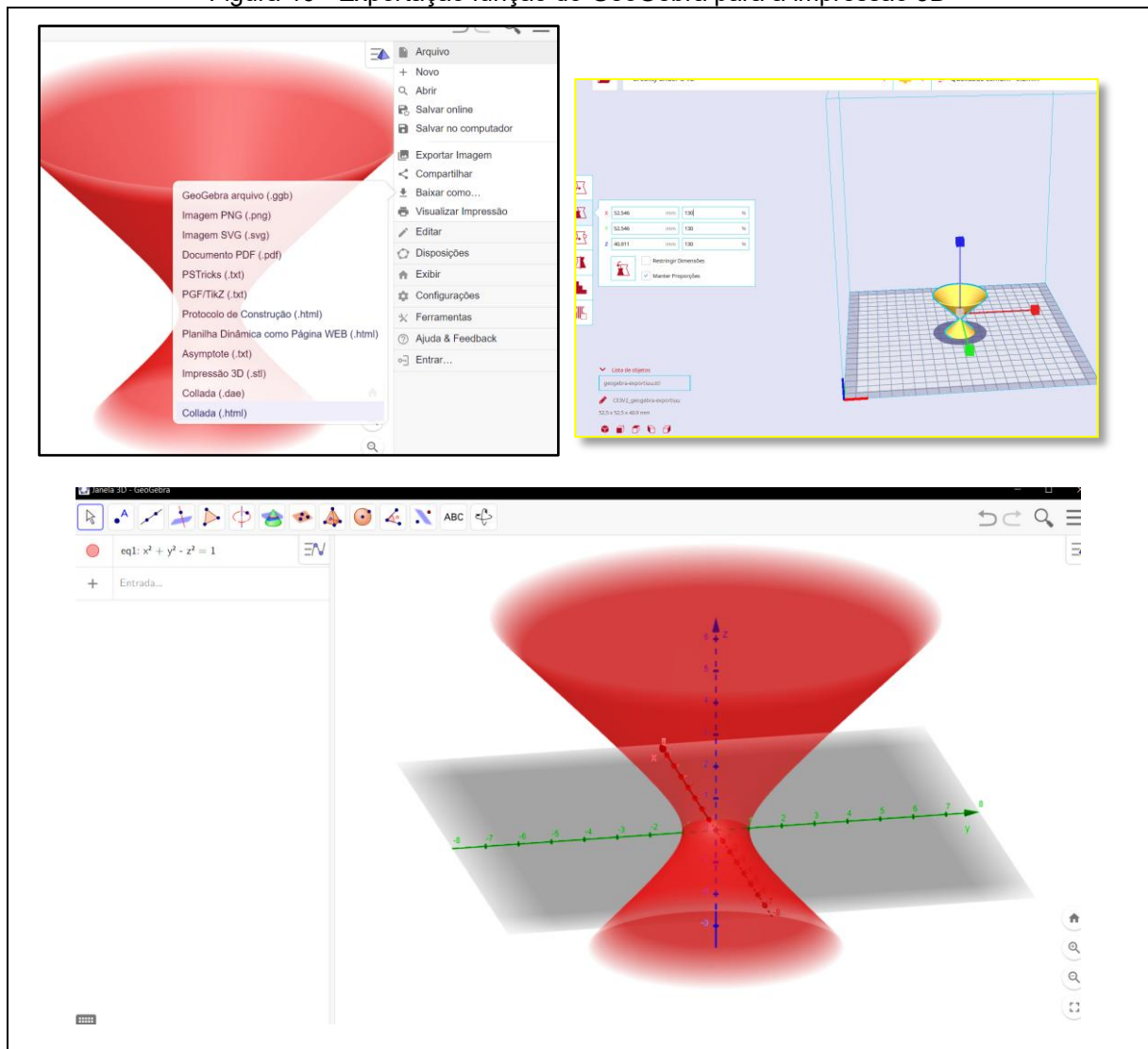


Fonte: a pesquisa.

Além disso, alguns *softwares* educacionais, como o GeoGebra, permitem salvar modelos em 3D, como um hiperboloide, por exemplo, para imprimir o sólido formado por ela em uma impressora 3D, conforme a Figura 46. Durante a exibição dessa funcionalidade, o integrante número 7 indagou "se seria viável empregar outros *softwares*, como o Google Earth". Ele explicou estar refletindo sobre um conceito matemático específico que utiliza o Google Earth para ensinar seus alunos e questionou se seria possível realizar a impressão 3D a partir desse programa. Segundo ele, tal possibilidade contribuiria significativamente para suas aulas, facilitando a ilustração do conceito apresentado. A partir desse momento, os participantes começaram a refletir sobre as diferentes possibilidades de uso da impressão 3D para ensinar os conteúdos nas disciplinas em que atuam.

Assim, de acordo com Tardif (2014) os conhecimentos dos professores são construídos a partir da vivência, assimilados e ressignificados na prática diária da docência; isso exemplifica como os professores mobilizam seus saberes da experiência e os articulam com novas tecnologias, em busca de melhorar a aprendizagem dos alunos. Essa situação evidencia que os saberes não vêm apenas da formação acadêmica, mas também da vivência e prática docente. Há um processo de reflexão e adaptação constante, conforme destacado pelo autor.

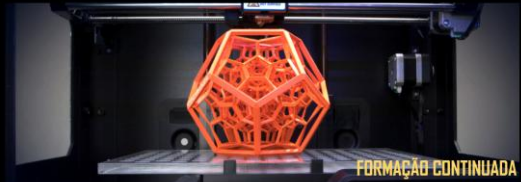
Figura 46 - Exportação função do GeoGebra para a impressão 3D



Fonte: a pesquisa.

Foram explorados os conceitos apresentados por autores como Lopes (2018), Pinho (2020) e Calazans e Martins (2021), ressaltando a ampla aplicabilidade dessa tecnologia no contexto educacional, segundo a Figura 47. Destacou-se, ainda, sua potencialidade como uma ferramenta criativa de ensino e aprendizagem, assim como a relevância de integrá-la a uma sociedade que, diariamente, evidencia o surgimento de recursos cada vez mais avançados e sofisticados.

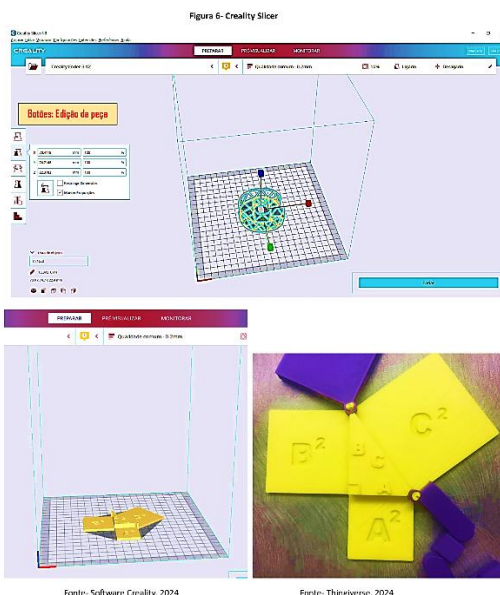
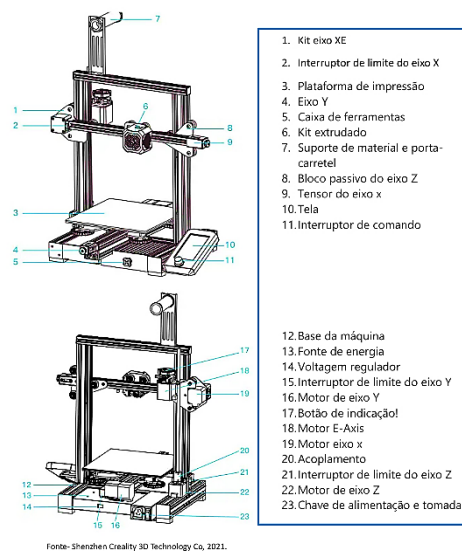
Figura 47 - Slides usados na formação continuada

Uso da Impressão 3D como um recurso pedagógico: construção de objetos para utilização no processo de ensino e aprendizagem  FORMAÇÃO CONTINUADA Org. NTE- Núcleo de Tecnologia Educacional- Ouro Preto do Oeste Doutoranda Claydiane Torres Andrade Orientadora: Dra. Clarissa Olgin	APLICAÇÕES Pensando nas vantagens da utilização da impressão em 3D, encontram-se a possibilidade de fabricação de objetos sob medida, grande flexibilidade quanto ao design adotado, matéria-prima de baixo custo e com perdas mínimas de resíduos. Tonando-se assim uma tecnologia enriquecedora para o processo educativo no desenvolvimento de uma aprendizagem criativa (LOPES, 2018).
APLICAÇÕES Pinho afirma (2021, p. 4): “A impressão 3D é relacionada com uma aprendizagem ativa, onde consegue trazer para a realidade materiais didáticos com diferentes formas, para que possa ser explicada ao tocar e manusear. Demonstra resultados, formas, informações dentre outras possibilidades. Ela possibilita trazer através do tato dos alunos os elementos e conteúdos expostos na teoria dentro da sala de aula”.	APLICAÇÕES Para Calazans e Martins (2021), os profissionais da educação têm visto nas tecnologias uma possibilidade de atrair a atenção dos alunos e com isso efetivar um processo de ensino e aprendizagem. Como hoje muito dos alunos tem acesso a vários recursos tecnológicos (celulares, tablets, computadores, entre outros), trazer estes recursos para junto da educação contribuem para potencializar o ensino, pois os alunos podem refletir a respeito do uso da tecnologia na sociedade.

Fonte: a pesquisa.

Em seguida, foi entregue aos participantes um material didático, a Figura 48 apresenta parte deste, contendo informações sobre os componentes básicos da impressora e seu funcionamento, tipos de filamentos utilizados, incluindo as diferentes cores, além de detalhes sobre o *software* de edição da peça para preparação antes da impressão (*Creality Slicer*).

Figura 48 - Apostila elaborada para a formação

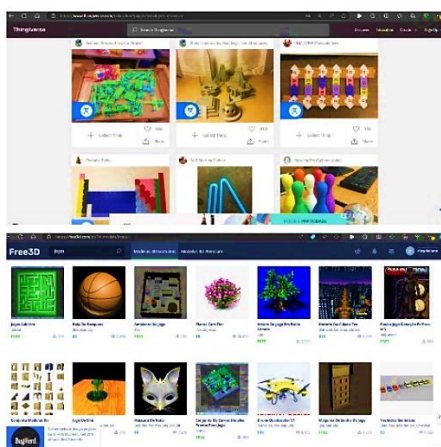


2- ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

2

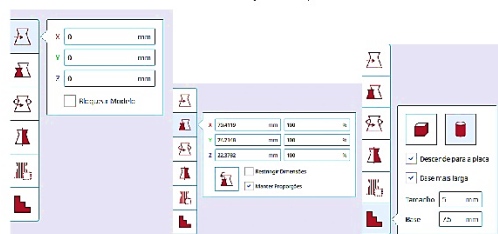
Botões: Edição da peça

6



- Peças pequenas podem ser duplicadas, para impressão mais rápida.
- A função FATIAR indica o tempo aproximado que será gasto para imprimir aquela peça e possibilita uma pré-visualização dos passos do projeto, assim como, salvar no formato para execução.
- A função MOVER possibilita movimentar o objeto nos 3 eixos: X,Y,Z.
- A função ESCALA permite alterar o tamanho do objeto nos 3 sentidos (horizontal, vertical e altura), tanto em mm ou em porcentagem.
- A função GIRAR facilita a disposição do objeto sobre a mesa, viabilizando o posicionamento do mesmo, de forma que haja economia de material, redução do tempo de impressão e melhor qualidade da peça.
- A função ESPELHAR permite fazer o reflexo da peça que foi duplicada para um melhor posicionamento.
- A função SUPORTES gera estruturas para suportar partes do modelo que têm saliências. Sem essas estruturas, essas peças entrariam em colapso durante a impressão.
- A função QUALIDADE permite escolher o modo da impressão da peça, de acordo com a perfeição esperada (qualidade baixa - 0,28 mm, qualidade comum - 0,2 mm, qualidade dinâmica - 0,16 mm, super qualidade - 0,12 mm). Quanto melhor qualidade esperada, maior tempo gasto para impressão.

Figura 7 - Creality Slicer



5- SOFTWARE IMPRESSORA CREALITY E CONFIGURAÇÕES DA PEÇA

5

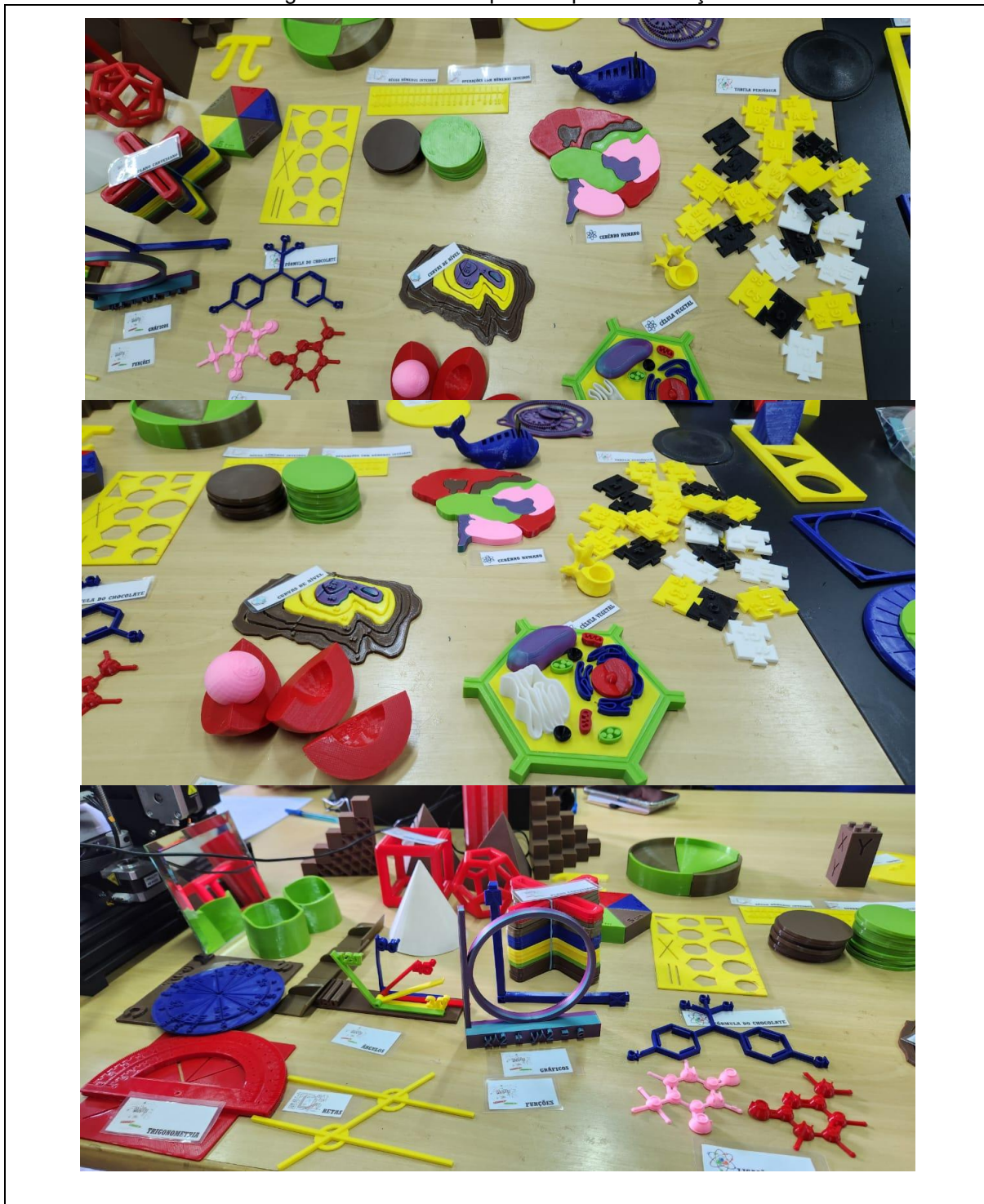
7

Fonte: adaptado de *Creality - Manual do Usuário*, *Software MatterControl*, *site Thingiverse* e *Free3D* (2024).

Modelos impressos de diversos componentes curriculares, como pode ser visto na Figura 49, foram levados para que pudessem ser observados e manipulados

pelos participantes, (conforme vemos na imagem de baixo, em que um dos docentes monta o quebra cabeça da tabela periódica), com o objetivo de verificar como ficam os modelos prontos, sua montagem, as variações de cores e suas aplicações em diferentes áreas do conhecimento.

Figura 49 - Modelos impressos para a formação





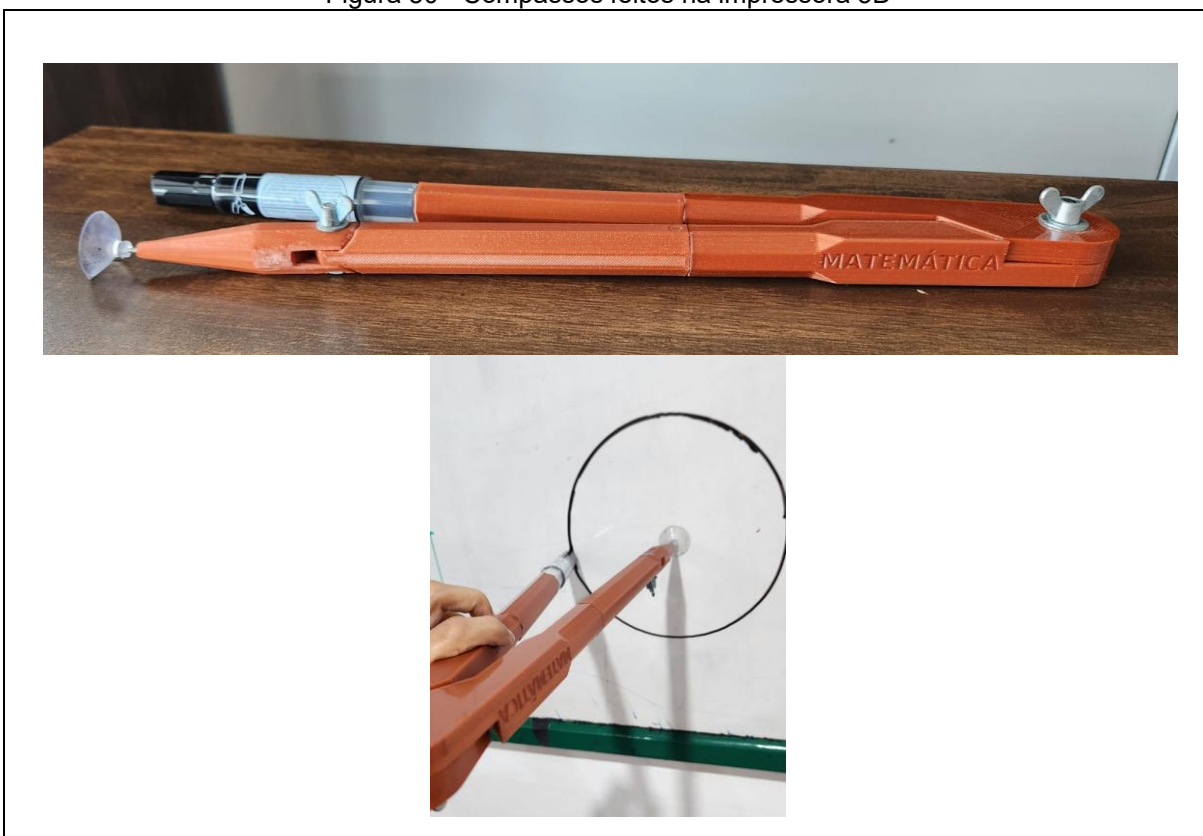
Fonte: adaptado dos projetos do *site* Thingiverse.

Exemplos de modelos que foram confeccionados para os participantes manipularem incluem: estruturas moleculares, peças de quebra-cabeça da tabela periódica, representação do cérebro humano, modelo de célula vegetal, curvas de nível, camadas da Terra, régua do plano cartesiano, sólidos geométricos, régua de polígonos, gráficos de funções, circunferências, projeções de ângulos, círculo trigonométrico, representações de ilusões ópticas, círculos para abordar operações com números negativos, régua dos números inteiros, retas paralelas e a chamada "régua mágica", entre outros.

Esses modelos são recursos que podem ser utilizados pelos professores em sala de aula, com o objetivo de ilustrar e facilitar a compreensão de conceitos matemáticos, químicos e científicos, entre outras áreas do conhecimento.

Em outro momento, na formação de professores sobre tecnologias educacionais e impressão 3D, como forma de materializar o aprendizado e ressaltar na prática o potencial da impressão 3D, foi entregue um brinde conforme a Figura 50 para cada escola participante, sendo um compasso especialmente projetado para quadro branco.

Figura 50 - Compassos feitos na impressora 3D



Fonte: a pesquisa.

O compasso, fabricado por meio da impressão 3D, é uma ferramenta prática e acessível, permitindo que professores de Matemática desenhem círculos e circunferências com mais precisão em sala de aula. Além de ser um recurso pedagógico útil, ele também representa o impacto positivo da tecnologia na educação, mostrando como a fabricação digital pode contribuir nos acessórios dos docentes. Assim, caso a escola disponha de uma impressora 3D, cada professor pode fabricar seu próprio material, adaptando-o conforme as necessidades da disciplina e garantindo uma aplicação mais adequada no ambiente escolar.

Onisaki e Vieira (2019) destacam a agilidade da impressão 3D na criação de protótipos personalizados e a criação sua relevância no contexto educacional, essa funcionalidade contribui para que os professores elaborem seus próprios recursos didáticos, atendendo de forma mais adequada às demandas identificadas em suas experiências pedagógicas no ambiente escolar. Tal perspectiva se alinha diretamente à discussão apresentada, uma vez que a utilização dessa tecnologia permite que os professores não apenas desenvolvam, mas também adaptem materiais didáticos de acordo com as especificidades de suas práticas pedagógicas. O exemplo do

compasso produzido por meio da impressão 3D ilustra concretamente essa possibilidade: além de ser um recurso de baixo custo e fácil acesso, ele responde a demandas práticas

Pinho (2020) destaca que a impressão 3D favorece uma aprendizagem ativa ao possibilitar que conceitos abstratos sejam concretizados por meio da manipulação de objetos físicos, permitindo aos alunos o contato direto com os conteúdos teóricos. Esse princípio também é evidenciado no relato da formação de professores sobre tecnologias educacionais; como ferramenta prática, esse compasso não apenas facilita a visualização e o desenho de circunferências em sala de aula, mas também exemplifica como a impressão 3D pode ser utilizada para materializar o aprendizado e adaptar recursos pedagógicos às necessidades específicas da disciplina. Assim, ambas as passagens evidenciam o potencial da fabricação digital para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem ao tornar os conteúdos mais acessíveis, manipuláveis e contextualizados para os alunos e professores.

Os participantes tiveram a oportunidade de aprender a substituir os filamentos e a identificar as versões das impressoras (todas da mesma marca, mas com atualizações distintas). Das quatro impressoras disponíveis, três têm a interface de configuração em inglês, enquanto uma, adquirida mais recentemente, possui o sistema em português e permite a visualização do modelo 3D antes do início da impressão.

Os docentes receberam instruções sobre as configurações básicas de operação, incluindo o nivelamento da mesa e o processo de preparação da impressora para imprimir um projeto. Como os participantes não tinham familiaridade com o uso das impressoras, duas delas estavam desatualizadas, ou seja, foram adquiridas, mas ainda precisavam das atualizações necessárias para seu pleno funcionamento. Assim, eles aprenderam a baixar e aplicar as atualizações de firmware. Ao final, todas as quatro impressoras foram configuradas para imprimir um projeto. Dessa forma, os participantes puderam levar as impressoras prontas para uso, possibilitando a prática do manuseio e a realização de impressões de projetos, promovendo o uso efetivo nas escolas e evitando que as máquinas continuassem paradas e sem utilidade por falta de pessoas capacitadas.

Enquanto as impressoras estavam sendo testadas após a configuração, foi realizado um sorteio e uma conversa entre os participantes sobre as possíveis

dificuldades e realidades enfrentadas pelas escolas, especialmente pelos professores, ao utilizarem tecnologias em suas aulas. No entanto, eles destacaram que a impressora 3D pode ser uma ferramenta valiosa para a construção de modelos, que podem ser aplicados a determinados conteúdos e facilitar o processo de aprendizagem dos alunos.

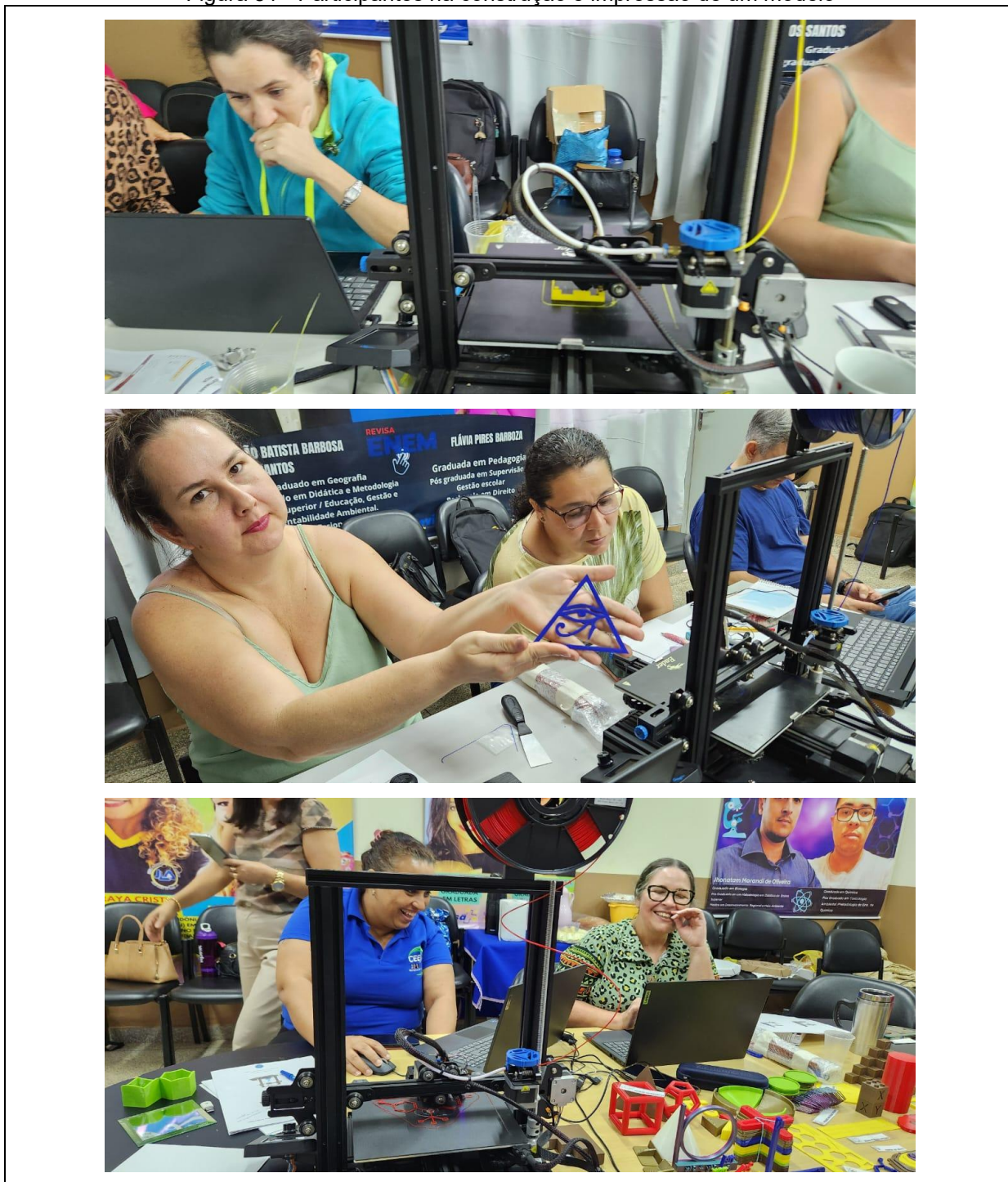
Além disso, o professor teria a oportunidade de produzir seu próprio material didático. O participante P4 destacou que "existem conteúdos que, mesmo com o professor atuando como mediador da aprendizagem, alguns alunos enfrentam dificuldades para compreender devido à complexidade. Mas, agora, estou imaginando algumas peças que podem ser impressas e que poderão tornar o aprendizado mais compreensível no meu componente curricular". A reflexão do professor P4 evidencia uma compreensão significativa sobre as potencialidades do uso da impressão 3D no contexto escolar. Ao reconhecer que determinados conteúdos apresentam complexidade mesmo quando o docente atua como mediador da aprendizagem, o professor aponta para uma limitação frequentemente observada no ensino tradicional. Nesse sentido, a possibilidade de imprimir peças que representem conceitos abstratos emerge como um recurso capaz de favorecer a compreensão dos alunos, aproximando o conhecimento teórico da realidade concreta.

Essa percepção dialoga diretamente com o objetivo específico desta pesquisa, ao investigar as potencialidades do uso de *softwares* de modelagem 3D e da impressão 3D como instrumentos de apoio à prática pedagógica, capazes de ampliar a mediação docente e favorecer a aprendizagem significativa. Outro ponto apontado pelos participantes P2, P3 e P7, foi a questão que, devido ao tempo restrito que o professor dispõe fora da sala de aula, o período para planejamento é escasso. Nesse sentido, "seria ideal que houvesse uma pessoa treinada na equipe administrativa da escola para auxiliar os professores no uso das impressoras, monitorar o processo de impressão das peças ou que a impressora pudesse ser posicionada na sala onde o professor atua (nos casos de salas temáticas), permitindo ao docente acompanhar o processo de impressão, uma vez que, em alguns momentos, podem ocorrer erros ou o nivelamento da mesa pode estar inadequado, o que compromete a qualidade da peça."

Os participantes tiveram a oportunidade de explorar o aplicativo *MatterControl*, utilizado para a criação de modelos em 3D, e experimentaram

desenvolver modelos simples, como nomes ou uma caixa, para posteriormente enviá-los à impressão, como pode ser visto na Figura 51. Dessa maneira, adquiriram noções iniciais sobre o manuseio da impressora, a edição de projetos no *software* específico e a utilização do aplicativo para a construção de peças personalizadas. Assim, tiveram uma compreensão preliminar dos aspectos fundamentais necessários para começar a usar a máquina, obtiveram um entendimento inicial dos elementos essenciais, com a convicção de que a prática constante levaria a avanços relevantes e à produção de diversas peças que possam ser utilizadas nas aulas, sendo a prática contínua que resulta em desenvolvimento e aprendizagens significativas.

Figura 51 - Participantes na construção e impressão de um modelo



Fonte: a pesquisa.

Com o término da formação, foi aplicado o questionário 2, apêndice B, que continha perguntas relacionadas à experiência formativa. As questões abordavam, sob a perspectiva dos participantes, se a formação atendeu às expectativas, se o tempo destinado foi adequado, se atendeu às necessidades específicas de seu

componente curricular e se os participantes já haviam participado anteriormente de uma formação sobre o mesmo tema.

Os participantes engajaram-se plenamente na formação, sentindo-se bastante à vontade para interagir, esclarecer dúvidas e expressar satisfação por saírem do encontro com noções básicas que lhes permitirão, a partir de agora, começar a utilizar e criar materiais para seu ambiente de trabalho. Destacaram em seus comentários que a impressão 3D é uma tecnologia que, inicialmente antes da formação, não imaginavam ser uma ferramenta capaz de proporcionar inúmeras possibilidades em diversas áreas do conhecimento. Ao término da formação, os participantes conforme a Figura 52, manifestaram sua gratidão pelos momentos e conhecimentos compartilhados. Esta foi a primeira vez que participaram de uma atividade com esse tema.

Em seguida, foi realizado um momento de fotos para registrar a ocasião. Após a formação, afirmaram que sua compreensão se ampliou, mencionando ainda que, quando utilizada pelos professores em sala de aula, essa tecnologia pode auxiliar na criação de diversas peças que contribuirão para o processo de aprendizagem. Esse cenário reforça a importância apontada por Pinho (2020), ao destacar que a formação continuada de professores precisa levar em conta que muitos ainda não utilizam recursos digitais em suas aulas e devem ser incentivados a incorporar práticas que envolvam essas ferramentas.

Figura 52 - Participantes da formação



Fonte: a pesquisa.

Alguns dias após a realização da formação, o participante P5 entrou em contato com a pesquisadora para informar que já havia conseguido realizar a impressão de alguns modelos tridimensionais. O mesmo demonstrou satisfação ao relatar que, a partir de agora, seria capaz de imprimir diferentes modelos para utilização nas aulas e em atividades escolares. Ressaltou, ainda, que “a impressora, anteriormente adquirida pela instituição, estava inativa devido à ausência de alguém com o conhecimento necessário para operá-la e, que a formação havia sido essencial para que adquirisse o conhecimento necessário para manuseá-la adequadamente.”

A formação continuada possibilitou um ambiente de aprendizagem colaborativa, no qual os professores puderam refletir sobre suas práticas pedagógicas, ampliar seus conhecimentos e experimentar uma tecnologia na qual não conheciam ainda, com grande potencial educativo. A integração entre teoria e prática, por meio da manipulação de objetos físicos e da utilização de *softwares* específicos, favoreceu uma compreensão mais concreta dos conteúdos escolares. Ao explorar a impressão 3D como ferramenta de apoio ao ensino, os docentes foram incentivados a adotar estratégias criativas e contextualizadas. Assim, a formação pôde atualizar os saberes docentes, promover o uso significativo das tecnologias e valorizar o papel dos educadores no processo de ensino-aprendizagem, utilizando outras opções de ferramentas.

7.3 PERCEPÇÕES DA FORMAÇÃO CONTINUADA

Os dois questionários — aplicados antes e depois da formação — foram respondidos por participantes que, em sua maioria, estiveram presentes nos momentos oferecidos, permitindo a observação de possíveis mudanças ou evoluções em suas respostas ao longo do tempo. No entanto, é importante destacar que, no primeiro questionário, apenas oito participantes responderam, enquanto no segundo houve a participação de onze. Para viabilizar o cruzamento dos dados, foi necessário identificar a correspondência entre os participantes nas duas etapas, já que os códigos utilizados para os identificar foram diferentes em cada uma. No primeiro questionário, os respondentes foram identificados como P1, P2, P3, P4, etc.; já no segundo, foram denominados A, B, C, D, E, F, etc. Dessa forma, foi possível identificar quais participantes do primeiro questionário corresponderam ao segundo A

correspondência entre os participantes que responderam aos dois questionários foi a seguinte: P1 a C, P2 a I, P3 a D, ... etc., como mostra a Figura 53.

Figura 53 - Correspondência entre os participantes nos dois questionários

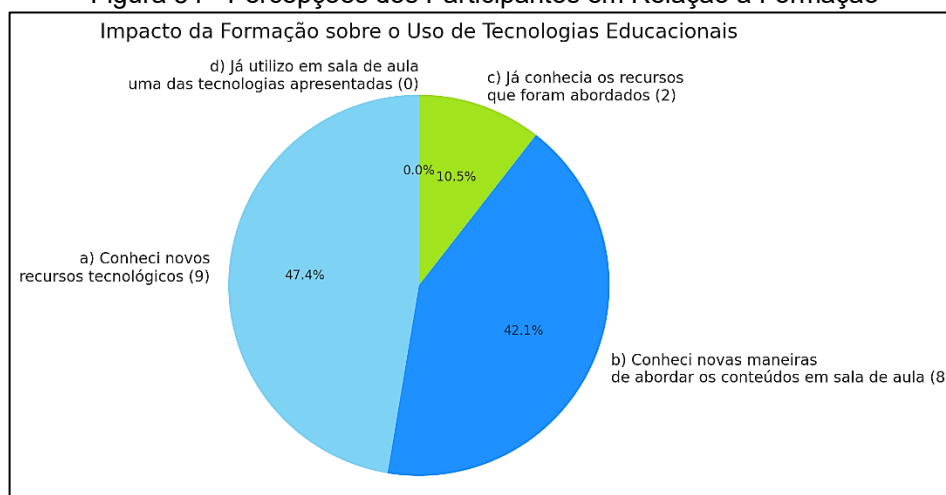
Questionário 1 (Inicial)	Questionário 2 (Final)
P1	C
P2	I
P3	D
P4	E
P5	A
P6	B
P7	F
P8	H

Fonte: a pesquisa.

Os participantes A, B, C, D, E, F, H, I e K tiveram a oportunidade de conhecer novos recursos tecnológicos e novas abordagens de ensino após a formação. Somente os participantes E e G relataram que já conheciam algumas das abordagens e alguns dos recursos apresentados. Os docentes A, C, E, F, G, H, J e K afirmaram ter aprendido novas abordagens para trabalhar os conteúdos em sala de aula.

Entretanto, os docentes B, D e I não relataram a mesma experiência. E nenhum dos participantes afirmou ter utilizado em sala de aula alguma das tecnologias apresentadas durante a formação conforme a Figura 54. Tardif (2014) destaca a importância de diferentes saberes (disciplinar, curricular, experiencial) e o papel da formação continuada na ampliação dos saberes docentes. A formação, portanto, pode ser vista como um espaço importante para o desenvolvimento profissional, mesmo que sua aplicação prática demande mais tempo, segurança e familiaridade por parte dos docentes, incluindo temas que eles não tinham tido contato, como a impressão 3D.

Figura 54 - Percepções dos Participantes em Relação a Formação

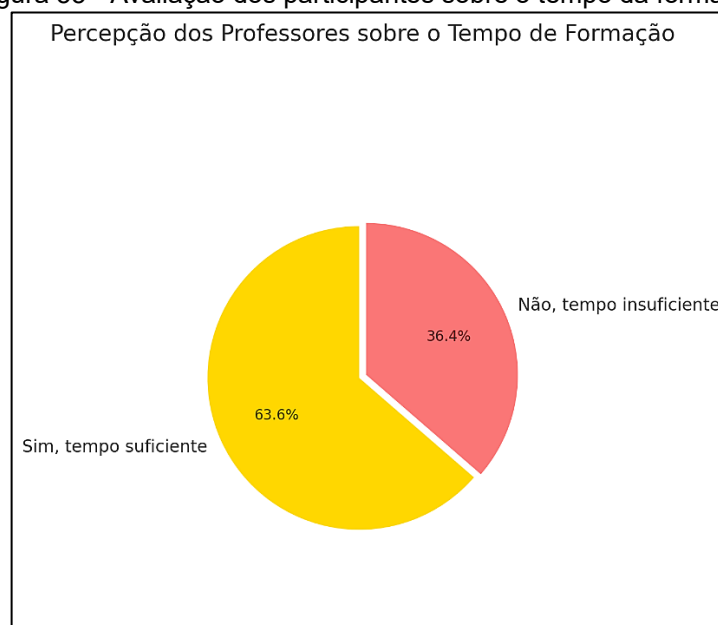


Fonte: a pesquisa.

O exercício da docência é marcado por uma multiplicidade de tarefas, metas e exigências que frequentemente se sobrepõem, dificultando a conclusão plena de muitas delas. Nesse contexto, o tempo configura-se como um elemento fundamental na constituição dos saberes da experiência, uma vez que a prática docente não se constrói de forma imediata, mas sim por meio de um processo contínuo de amadurecimento e reflexão crítica sobre o fazer pedagógico (Tardif, 2014).

Assim, é no cotidiano da profissão, ao longo dos anos, que os professores elaboram e consolidam saberes que vão além da formação inicial, resultantes das vivências, desafios e interações com os contextos escolares. Desse modo, observa-se que, de acordo com as respostas, para metade dos docentes o tempo disponibilizado foi suficiente, enquanto a outra metade considera que seria necessário um período maior para a consolidação dos saberes abordados na formação. Assim, conforme a Figura 55, os professores A, B, D, E, F, J e K consideraram o tempo suficiente; os outros C, G, H e I indicaram não, apontando a necessidade de maior carga horária para aprofundamento e prática.

Figura 55 - Avaliação dos participantes sobre o tempo da formação



Fonte: a pesquisa.

Ao serem questionados sobre a relevância dos conteúdos abordados e materiais da formação, os participantes unanimemente os classificaram como relevantes, destacando seu impacto positivo na prática pedagógica. O participante A destacou que a formação ampliou sua perspectiva. O participante C afirmou ter obtido uma visão de aulas mais dinâmicas ao utilizar a impressão 3D. O participante H afirmou que os conteúdos e recursos trabalhados na formação foram perfeitos. Já os participantes E e F enfatizaram que a formação foi positiva devido ao seu caráter prático. A formação continuada deve promover a renovação e relevância dos saberes, permitindo reflexões sobre a prática pedagógica e a incorporação de novas metodologias, atualização e ampliação dos saberes (Chimentão, 2009; Tardif, 2014).

Conforme Lopes (2018) e Pinho (2020), a impressão 3D está fortemente associada ao aprendizado ativo, ao possibilitar que os alunos manipulem objetos físicos como forma de consolidar conteúdos teóricos. Os docentes participantes da pesquisa, ao relatarem que a tecnologia “despertou interesse” e possibilitou uma abordagem “mais dinâmica”, corroboram a ideia de que a integração de recursos tecnológicos ao processo de ensino pode potencializar o engajamento e a aprendizagem dos estudantes.

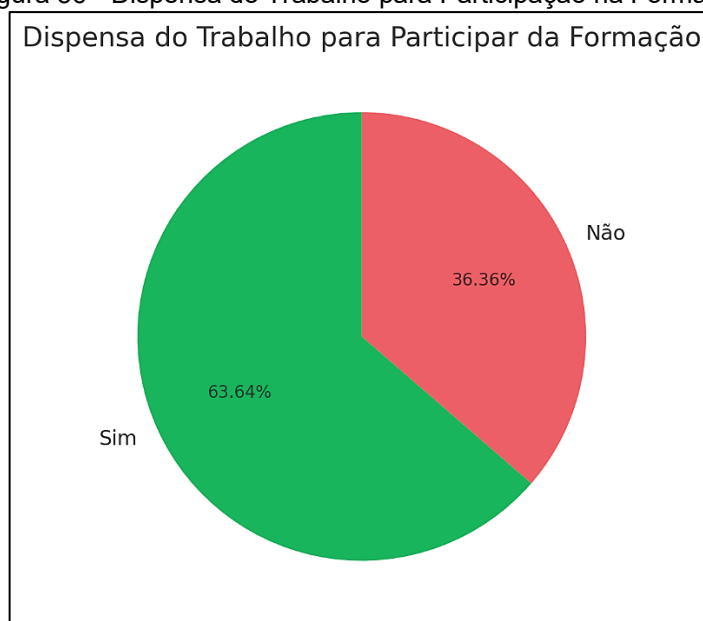
Nesse sentido, os dados da pesquisa reforçam a argumentação de Calazans e Martins (2021), segundo os quais a inserção de tecnologias no ambiente escolar contribui para aproximar a escola da realidade dos alunos, favorecendo práticas

inovadoras. A formação docente, portanto, não apenas introduziu uma nova ferramenta, mas também ampliou as possibilidades de atuação pedagógica, conforme propõem Oliveira et al. (2021), ao destacar a importância da formação continuada na superação das barreiras técnicas e conceituais que dificultam a adoção de tecnologias como a impressão 3D, por ser uma tecnologia que exige conhecimento e prática para manuseá-la.

Os professores A, B, D, E, F, G e K afirmaram que a formação não apresentou nenhuma fragilidade; pelo contrário, mostraram-se muito satisfeitos. Os participantes C, H e I identificaram como principal fragilidade da formação o tempo insuficiente destinado à prática. Já o participante J ressaltou a escassez de equipamentos, possivelmente em razão da ausência de uma impressora para cada pessoa. A infraestrutura escolar e o tempo disponível são desafios frequentes no trabalho docente, que impactam na eficácia da formação continuada (Tardif, 2014).

Os participantes B, C, D, E, F, H e I foram dispensados do trabalho para participar da formação, enquanto A, G, J e K não receberam dispensa, conforme a Figura 56. A formação docente exige suporte institucional, incluindo tempo e condições favoráveis, para que os saberes possam ser assimilados e aplicados segundo Tardif (2014).

Figura 56 - Dispensa do Trabalho para Participação na Formação



Fonte: a pesquisa.

Quando indagados sobre a participação da Gestão Escolar nas decisões relacionadas ao uso de recursos, os professores, de modo geral, expressaram uma

percepção positiva quanto à postura da gestão em ouvir suas opiniões e sugestões sobre a utilização e adaptação dos materiais disponíveis. No entanto, conforme apontado pelo participante C, a aplicação prática dessas contribuições enfrenta limitações; porém sua aplicação prática enfrenta limitações conforme cita o participante C devido a questões financeiras e estruturais por parte de algumas escolas. Dessa forma, segundo Tardif (2014) o ambiente de trabalho influencia a prática docente; a gestão deve facilitar a implementação de novos saberes e apoiar os professores em suas demandas.

No entanto, uma das respostas trouxe uma observação importante: embora haja abertura por parte da gestão, nem sempre as sugestões são efetivamente implementadas, devido às limitações financeiras e de pessoal. Esse ponto sinaliza que, apesar da boa vontade e da escuta ativa, ainda existem barreiras estruturais que podem dificultar a concretização de certas propostas pedagógicas. Uma resposta participante B — *"não perguntei, mas creio que sim"* — sugere que, em pelo menos um caso, não há uma comunicação direta ou frequente entre professor e gestão sobre essa temática, o que pode indicar uma percepção mais distante da tomada de decisões.

Além disso, Gouveia e Matos (2022) salientam que as TDIC devem estar integradas a metodologias ativas e não ser apenas acessórios tecnológicos. Portanto, é essencial que a escuta ativa da gestão escolar se traduza em ações concretas de apoio pedagógico, superando a mera intenção. Isso exige que o diálogo com os professores seja contínuo e que haja um plano estratégico que envolva formação, avaliação e mediação pedagógica, como apontado por Rossi (2016), que defende a atuação do professor como facilitador, e não como reproduzidor passivo de conteúdos.

Outro ponto importante da análise é o reconhecimento de que o envolvimento dos professores nas decisões fortalece o processo educativo, em consonância com o que aponta Rocha (2023) ao destacar que as tecnologias não substituem práticas anteriores, mas as complementam, desde que usadas de forma planejada e crítica. A participação ativa dos professores na definição do uso de recursos tecnológicos é, portanto, uma forma de ampliar a eficácia desses instrumentos.

Todos os participantes destacaram a relevância da formação continuada que foi aplicada e salientaram a importância de terem mais formações, especialmente na área tecnológica. O docente D afirmou que a formação extremamente relevante, pois

eles tinham a impressora 3D, mas não sabiam utilizá-la. E os participantes E e G, afirmaram que a formação foi excelente e que gostaria de mais formações nesse sentido. Já o participante J disse que na formação todos foram participativos e colaboraram destacando o envolvimento de todos e interesse, assim como o participante F considerou muito pertinente, pois houve trocas de experiências que geram novos conhecimentos. E o docente K, mencionou que toda formação que contribui para o aprimoramento do conhecimento é relevante, e ter a oportunidade de estar em constante atualização é extremamente positivo. Tardif (2014) e Gouveia e Matos (2022) enfatizam que a formação continuada é essencial para acompanhar as inovações tecnológicas e metodológicas, contribuindo para uma prática pedagógica mais atual e reflexiva.

Também, todos os participantes reconheceram a versatilidade da impressão 3D em diversas disciplinas, destacando sua capacidade de tornar o aprendizado mais concreto. O docente A afirmou que todo professor deveria conhecer essa tecnologia. O participante F destacou que os objetos produzidos por impressão 3D representam um grande potencial para o planejamento de aulas práticas. Já o participante G ressaltou que a tecnologia é vantajosa por poder ser aplicada em várias áreas do conhecimento. O professor I considerou interessante que os docentes possam criar seus próprios materiais didáticos. Por fim, o participante J enfatizou que a impressão 3D é excelente, pois possibilita a aprendizagem por meio da prática. Os participantes D e E mencionaram que as potencialidades da impressão 3D são gigantescas, pois pode estimular a curiosidade e o interesse dos alunos, representa conceitos na prática e ao mesmo tempo estimula o visual, onde prende mais a atenção do aluno. O participante K apontou que o ensino se torna mais palpável e dinâmico e pode atender a todos os componentes curriculares.

As metodologias ativas, como o uso de tecnologias, potencializam o aprendizado ao promover a interação e a aplicação prática de conceitos (Matos; Gouveia, 2022). As respostas indicam que essa tecnologia é vista como um recurso inovador e multifuncional, capaz de favorecer o ensino em diversos componentes curriculares, como Matemática, Geografia, Ciências, Artes e História. Tais percepções estão em consonância com o referencial teórico apresentado, o qual aponta que a impressão 3D pode promover transformações significativas nas práticas pedagógicas ao integrar metodologias ativas e favorecer uma aprendizagem mais criativa e

interativa (Lopes, 2018; Pinho, 2020; Onisaki; Vieira, 2019). Autores como Kovatli, Kotz e Locatelli (2019) ressaltam que as aplicações dessa tecnologia são praticamente ilimitadas, permitindo aos educadores desenvolverem recursos adequados às necessidades específicas de suas disciplinas.

Além disso, as contribuições de Neto, Loubet e Albuquerque (2019) e Santos et al. (2024) reforçam o potencial da impressão 3D na construção de materiais didáticos que ampliam a compreensão de conteúdos complexos, aproximando teoria e prática. Além disso, ao destacarem que a impressão 3D pode incentivar o interesse e prender a atenção dos estudantes, os participantes revelam uma preocupação com a motivação e o engajamento, aspectos que Kenski (2013) também aborda. A autora ressalta que os alunos, especialmente os mais jovens, se distraem facilmente com aulas expositivas monótonas, e que o uso adequado de recursos visuais, como imagens, sons e movimento, favorece o raciocínio e a participação ativa.

Os participantes quando consultados sobre quais conteúdos do seu componente curricular poderia aplicar a impressão 3D para ser usada em sala de aula. As respostas de pessoas como A (Física e Robótica), B (Geometria, espaço/forma), C (Geografia e ciências), E (Geometria, grandezas e medidas, gráficos, funções, frações), F(Alfabetização) G (sólidos geométricos, trigonometria, área, Leis de Newton, óptica, eletromagnetismo) e I (citologia, corpo humano, elementos químicos, tabela periódica); revelam que o uso da impressão 3D está intimamente ligado ao domínio dos conteúdos específicos de suas áreas de ensino. E o participante J afirma que esses conceitos são aplicáveis em todas as áreas, desde que sejam adequadamente utilizados. Neste momento, os professores tiveram a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos durante a formação em sua prática profissional, refletindo sobre como utilizar a impressão 3D em suas práticas.

Após refletirem sobre as dificuldades na utilização da impressão 3D em suas escolas, os professores, quando questionados, apontaram diversas dificuldades, como a falta de tempo mencionada por todos. Ausência de suporte técnico e desconhecimento da tecnologia como principais barreiras, com exceção do participante H, onde afirmou que não teria nenhuma dificuldade no uso da impressora 3D na sua escola, E a pessoa B respondeu que não sabia, mas que, no futuro, após o uso frequente, seria capaz de identificar quais seriam as dificuldades.

Ainda, a "falta de tempo" é mencionada repetidamente, tanto para o planejamento quanto para a execução da impressão, indicando que muitos professores sentem a pressão de uma carga horária apertada e não conseguem dedicar o tempo necessário a esse processo inovador. Além disso, a "necessidade de apoio técnico e pedagógico" também aparece como uma limitação importante, sugerindo que, além do tempo, os professores percebem a falta de suporte especializado, tanto no que diz respeito ao manuseio do equipamento quanto à aplicação pedagógica da tecnologia.

Outro ponto relevante é a "falta de pessoal de apoio" e a "falta de profissional para manuseio do equipamento", que destacam uma carência de recursos humanos qualificados para dar suporte durante o uso da impressão 3D. Respostas como "nenhuma" e "tempo de planejamento e falta de prática" sugerem que, para alguns professores, a questão principal está na adaptação ao novo recurso, sendo necessário tempo para adquirir mais experiência e confiança na utilização da tecnologia. Em geral, as respostas apontam para a necessidade de uma infraestrutura mais robusta e de um maior apoio para que a impressão 3D seja integrada no processo educacional.

Tardif (2014) ressalta que a integração de novas tecnologias na prática docente depende de suporte técnico, tempo adequado e formação continuada. A ausência desses fatores prejudica a construção de saberes experienciais e profissionais. As respostas dos participantes evidenciam, em sua maioria, barreiras estruturais e operacionais, como:

- Falta de tempo para planejamento e execução;
- Ausência de pessoal técnico ou apoio pedagógico;
- Falta de conhecimento ou prática com a tecnologia;
- Inexistência de local apropriado.

Essas dificuldades dialogam diretamente com as reflexões de Kenski (2013), ao afirmar que as tecnologias educacionais, por si só, não transformam o ensino, e que seu uso efetivo depende de condições materiais, formação docente adequada e integração pedagógica intencional. A autora ressalta que, muitas vezes, as tecnologias são inseridas nas escolas sem planejamento ou apoio suficientes, resultando em projetos ineficientes e frustrantes. De forma semelhante, os participantes da pesquisa apontam que a impressão 3D, embora seja reconhecida

como uma ferramenta com alto potencial educativo (conforme citado na resposta anterior, por D e E), enfrenta obstáculos que comprometem sua efetividade em sala de aula, como a falta de tempo, estrutura e suporte técnico/pedagógico. Além disso, Kenski discute que o insucesso no uso das tecnologias se deve, muitas vezes, à falta de articulação entre o uso dos recursos e os objetivos pedagógicos, algo que também se evidencia nas respostas, quando os professores mencionam que não há profissionais capacitados ou tempo para integrar a impressão 3D de forma planejada.

7.4 REFLEXÕES E MUDANÇAS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DOS QUESTIONÁRIOS

A seguir, apresenta-se uma síntese da evolução observada nos participantes ao longo da formação sobre tecnologias educacionais com foco na utilização da impressão 3D. A análise compara percepções antes e depois da formação, destacando mudanças na postura frente ao uso de tecnologias, o reconhecimento do potencial pedagógico da impressão 3D, e os principais desafios enfrentados. Os tópicos refletem diferentes níveis de apropriação e engajamento, evidenciando tanto os avanços individuais quanto os aspectos que ainda demandam suporte e aprofundamento.

O participante P1 → C demonstrou ampliação do interesse pelo uso de tecnologias e por abordagens mais dinâmicas em sala de aula, reconhecendo a importância da formação para potencializar o engajamento dos alunos. No entanto, apontou a falta de tempo e de recursos como os principais entraves à aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, conforme apresentado na Figura 57.

Figura 57 - Participante P1 → C

Descrição	Antes da Formação (P1)	Depois da Formação (C)
Uso de tecnologia	Usava e gostava, mas não especificou ferramentas.	Conheceu novos recursos e abordagens; viu maior potencial de aplicação.
Estilo de aula	Tradicional com recursos didáticos, sem menção clara a tecnologia.	Deseja aulas mais dinâmicas; vê na tecnologia uma ferramenta de engajamento.
Impressão 3D	Nunca usou.	Reconhece potencial para Ciências e Geografia.
Desafios identificados	Não especificou.	Falta de tempo, recursos financeiros e humanos.
Opinião sobre formação	Considerava importante.	Considera muito relevante; deseja mais formações na área.

Descrição	Antes da Formação (P1)	Depois da Formação (C)
Aplicação prática da formação	Não há evidências claras.	Percebeu melhoria na qualidade das aulas e no interesse dos alunos.

Fonte: a pesquisa.

O participante P2 → I reconheceu a relevância dos conteúdos abordados na formação, especialmente quanto ao potencial de aplicação da impressão 3D em disciplinas como Ciências e Biologia. No entanto, destacou limitações práticas, ressaltando a necessidade de mais tempo para planejamento e para a consolidação do uso desses recursos em sala de aula, conforme mostra a Figura 58.

Figura 58 - Participante P2 → I

Descrição	Antes da Formação (P2)	Depois da Formação (I)
Uso de tecnologia	Usa regularmente e tem recursos como data show e laboratório móvel.	Viu conhecimento como relevante, mas com pouco tempo para prática.
Estilo de aula	Tradicional com recursos variados (impresso, jogos).	Destaca a importância do conhecimento para a prática docente.
Impressão 3D	Nunca usou.	Visualiza aplicações em Biologia e Ciências (citologia, corpo humano etc.).
Desafios identificados	Falta de recursos permanentes.	Falta de tempo para planejamento e de prática.
Opinião sobre formação	Considera importante para atualização.	Acha o conhecimento relevante para a vida profissional.
Aplicação prática da formação	Não há evidências claras.	Vê a impressão 3D como ferramenta didática com aplicabilidade curricular.

Fonte: a pesquisa.

O participante P3 → D, que anteriormente não estava engajado com o uso de tecnologias, demonstrou, após a formação, maior envolvimento, especialmente em relação à utilização da impressora 3D. A formação foi valorizada por sua aplicabilidade prática, já que a escola possuía o equipamento, mas os docentes desconheciam seu uso. A principal dificuldade apontada foi a falta de pessoal de apoio técnico, conforme apresentado na Figura 59.

Figura 59 - Participante P3 → D

Descrição	Antes da Formação (P3)	Depois da Formação (D)
Uso de tecnologia	Não informado.	Considera que todos agora sabem utilizar a impressora.
Estilo de aula	Não informado.	Considera a formação excelente pela introdução prática da tecnologia.
Impressão 3D	Nunca usou.	Reconhece alto impacto, especialmente por despertar interesse nos alunos.
Desafios identificados	Não informado.	Falta de pessoal de apoio para manuseio.
Opinião sobre formação	Em branco.	Formação elogiada pela aplicabilidade prática, pois tinham a impressora e não sabiam usar e agora sim.
Aplicação prática da formação	Não há evidências.	Considera aplicável, potencialidades gigantescas, mas não cita componentes específicos.

Fonte: a pesquisa.

O participante P4 → E evidenciou uma mudança significativa ao afirmar que pode incorporar abordagens mais práticas em sua disciplina, enriquecer as aulas com os conhecimentos adquiridos durante a formação. Reconheceu a impressão 3D como uma ferramenta capaz de favorecer a visualização de conceitos e aumentar a atenção dos alunos. Ainda assim, indicou a falta de tempo como um desafio persistente, conforme registrado na Figura 60.

Figura 60 - Participante P4 → E

Descrição	Antes da Formação (P4)	Depois da Formação (E)
Uso de tecnologia	Sim, com calculadoras.	Formação enriqueceu sua prática com abordagens mais concretas.
Estilo de aula	Expositiva com recursos didáticos variados.	Valorização da prática; busca maior engajamento com os alunos.
Impressão 3D	Nunca usou.	Visualização concreta de conceitos, aumento da atenção dos alunos.
Desafios identificados	Falta de sala de informática.	Tempo disponível como principal dificuldade.
Opinião sobre formação	Considerava necessária e importante.	Considerou excelente e deseja mais formações.
Aplicação prática da formação	Não mencionada.	Utilização de recursos práticos em Matemática: Geometria, grandezas e medidas, frações, funções e gráficos.

Fonte: a pesquisa.

O participante P5 → A, que já apresentava familiaridade com o uso de tecnologias, tornou-se mais entusiasta após a formação, reconhecendo o valor da

impressão 3D, especialmente em áreas como Física e Robótica. Destacou a ampliação de sua visão pedagógica e o desejo de participar de mais formações, embora aponte a necessidade de estrutura física adequada e tempo para planejamento, como mostra a Figura 61.

Figura 61 - Participante P5 → A

Descrição	Antes da Formação (P5)	Depois da Formação (A)
Uso de tecnologia	Sim, com plataformas e tablets.	Ampliou a visão, conheceu novos recursos e deseja continuar aprendendo.
Estilo de aula	Combinava recursos impressos e digitais.	Reconhece que a tecnologia ampliou sua visão e qualificação.
Impressão 3D	Nunca usou.	Considera aplicável em Física, Robótica e Ciências.
Desafios identificados	Acesso limitado a tecnologias.	Local apropriado e tempo para planejamento.
Opinião sobre formação	Considerava importante.	Considerou muito válida; deseja mais formações tecnológicas.
Aplicação prática da formação	Não há evidência clara.	Pretende aplicar nas aulas, com foco prático e interdisciplinar.

Fonte: a pesquisa.

O participante P6 → B partiu de um cenário de desconhecimento sobre a existência e utilização da impressora 3D para uma postura mais proativa em buscar sua aplicação pedagógica. Considerou a formação suficiente e relevante, e passou a visualizar possibilidades de uso da tecnologia em Geometria e outras áreas. As dificuldades, segundo o participante, ainda serão avaliadas com o tempo, conforme descrito na Figura 62.

Figura 62 - Participante P6 → B

Descrição	Antes da Formação (P6)	Depois da Formação (B)
Uso de tecnologia	Não utilizava, citou falta de recursos permanentes.	Considerou formação suficiente para aprender.
Estilo de aula	Expositiva com jogos e material impresso.	Abordagem positiva, reconheceu a relevância.
Impressão 3D	Nunca usou, desconhecia existência.	Reconheceu potencial em Geometria, geográfica, ciências e Artes.
Desafios identificados	Falta de recursos e infraestrutura.	Dificuldades ainda serão avaliadas com o tempo.
Opinião sobre formação	Parcialmente relevante.	Considera boa, gostaria de mais formações.
Aplicação prática da formação	Não há evidências claras.	Pretende aplicar em temas espaciais, formas e proporções.

Fonte: a pesquisa.

O participante P7 → F, que já utilizava recursos tecnológicos em sua prática docente, fortaleceu seu repertório a partir da formação, destacando o valor das trocas de experiências e das estratégias para aulas mais práticas. Reconheceu o potencial da impressão 3D para o planejamento de atividades significativas, mas ressaltou a necessidade de apoio técnico e pedagógico, conforme apresentado na Figura 63.

Figura 63 - Participante P7 → F

Descrição	Antes da Formação (P7)	Depois da Formação (F)
Uso de tecnologia	Sim, com computador, celular, data show.	Viu na formação oportunidade de troca de experiências e criação de novas estratégias.
Estilo de aula	Expositiva com materiais diversos e jogos.	Mais confiança no uso de tecnologia para aulas práticas.
Impressão 3D	Nunca usou.	Potencial para planejamento de aulas práticas.
Desafios identificados	Não mencionados.	Tempo e necessidade de apoio técnico e pedagógico.
Opinião sobre formação	Relevante, aprimora práticas.	Muito relevante; deseja mais formações.
Aplicação prática da formação	Ainda não aplicava.	Visualiza aplicação concreta no cotidiano escolar e em alfabetização.

Fonte: a pesquisa.

O participante P8 → H avaliou a formação de maneira positiva, especialmente quanto à qualidade dos conteúdos e à aplicabilidade do tema. Embora tenha reconhecido o potencial da impressão 3D no ambiente escolar, apontou a falta de tempo como principal entrave, para aprofundar a prática e para planejar a impressão dos objetos, conforme indicado na Figura 64.

Figura 64 - Participante P8 → H

Descrição	Antes da Formação (P8)	Depois da Formação (H)
Uso de tecnologia	Sim.	Avaliou positivamente, mas desejava mais tempo para prática.
Estilo de aula	Expositiva dialogada.	Acha a formação maravilhosa, com conteúdos perfeitos.
Impressão 3D	Nunca usou.	Considera aplicação relevantes.
Desafios identificados	Não mencionados.	Não relatou dificuldades específicas.
Opinião sobre formação	Considerava importante.	Considerou muito boa e útil.
Aplicação prática da formação	Não há evidência clara.	Ainda não aplicou diretamente, mas reconhece grande valor.

Fonte: a pesquisa.

A comparação dos dados antes e depois da formação revela a presença de padrões consistentes nas percepções dos participantes, mesmo com as mudanças observadas. Um dos principais pontos de convergência é a valorização da tecnologia

como recurso pedagógico. Desde o início, a maioria dos participantes já utilizava tecnologias em sala de aula, o que evidencia uma base favorável à introdução de inovações. Após a formação, esse uso foi ampliado em significado, com maior reconhecimento do potencial prático, sobretudo da impressão 3D, que passou a ser vista como uma ferramenta educativa com múltiplas possibilidades, embora ainda pouco aplicada devido a limitações contextuais.

Outro aspecto recorrente é a importância atribuída à formação continuada. Antes da formação, já havia um entendimento generalizado sobre seu valor, embora acompanhado de críticas quanto à falta de tempo, estrutura e incentivos institucionais. Mesmo diante dessas dificuldades, após a formação, os participantes expressaram desejo de continuidade, apontando que a experiência foi enriquecedora e geradora de motivação para novos aprendizados.

Também se destaca a mudança de postura quanto aos incentivos para participação em formações. Inicialmente, os relatos sugeriam forte dependência de estímulos externos, como gratificações ou redução de carga horária. Posteriormente, os participantes consideraram a formação válida mesmo sem recompensas diretas, o que indica um ganho de autonomia e valorização do conhecimento por si só.

Nenhum participante relatou ter usado a tecnologia de impressão 3D no início. Após a formação, todos os correspondentes identificaram potencialidades pedagógicas para a impressão 3D, especialmente nas áreas de Matemática, Ciências, Geografia e Linguagens. No entanto, novamente, as barreiras técnicas e operacionais foram mencionadas como impeditivos à aplicação prática.

Três meses após a formação, o participante P5, por meio das perguntas da entrevista, expressou sua satisfação por estar utilizando a impressora para produzir materiais para a escola, peças para robótica. Ele até compartilhou um vídeo mostrando a máquina em funcionamento. Relatou também na entrevista que, em determinado momento, o bico da impressora entupiu, o que o deixou preocupado sobre como resolver o problema. No entanto, com as ferramentas fornecidas com a máquina, as orientações recebidas durante a formação, o auxílio do manual, a curiosidade e o interesse em resolver a problemática, por fim conseguiu realizar o reparo depois de algumas horas de análise, e a impressora voltou a funcionar normalmente. O participante destacou sua felicidade com o progresso alcançado,

especialmente considerando que, antes da formação, não tinha nenhum conhecimento sobre o equipamento.

Assim, a persistência de desafios estruturais é um ponto comum aos dois momentos. As limitações mais frequentemente citadas foram a escassez de tempo, a falta de espaço físico adequado, a ausência de equipe técnica de apoio e a insuficiência de infraestrutura nas escolas. Esses obstáculos permanecem como entraves à aplicação prática dos conteúdos da formação. Esses pontos em comum sugerem que, embora a formação tenha provocado avanços importantes nas percepções e intenções pedagógicas dos participantes, a efetiva transformação das práticas educativas ainda requer melhores condições institucionais e maior suporte técnico-operacional nas escolas.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise qualitativa confirma a necessidade de um alinhamento maior entre as formações e as realidades vividas pelos docentes. Os dados reforçam sobre a necessidade de formações contínuas contextualizadas com a prática docente. As dificuldades estruturais e a falta de recursos ressaltam o impacto das condições de trabalho nos saberes docentes. A diferença entre a valorização das tecnologias e sua aplicação prática confirma a necessidade de integrar saberes tecnológicos nos processos formativos.

No que diz respeito aos saberes experienciais e curriculares a experiência dos professores e suas estratégias de ensino refletem a importância dos saberes construídos na prática, um dos pilares importantes para a consolidação da identidade docente e para a ressignificação contínua do processo de ensino e aprendizagem. Essa análise aponta que os desafios e percepções dos participantes estão profundamente conectados aos referenciais teóricos e práticos que orientam a profissão, reforçando a relevância de seus conceitos para compreender e melhorar a formação e prática docente. Essas conclusões dialogam diretamente com o problema de pesquisa proposto: "Quais são as contribuições da formação continuada voltada ao uso de tecnologias, nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, com a utilização da impressão 3D, para favorecer a criação e aplicação de objetos de aprendizagem que potencializem o ensino de Matemática e Ciências?".

Ao longo do estudo, observou-se que os professores manifestaram grande interesse em integrar as tecnologias à prática docente, embora enfrentem desafios estruturais que limitam essa incorporação de forma plena.

Os dados coletados indicam que a formação foi amplamente positiva, com a maioria dos participantes destacando o valor das novas tecnologias e abordagens pedagógicas aprendidas. No entanto, o tempo insuficiente foram apontados como fragilidades que devem ser consideradas em futuras formações. E a falta de recursos e apoio técnico nas escolas para a produzirem as peças, para praticarem o que foi aprendido. Dessa forma, escolas que usam o laboratório diariamente apresentam maior potencial para implementar estratégias pedagógicas inovadoras. Assim, é necessário priorizar a contratação de profissionais qualificados ou a capacitação de docentes para utilizar os laboratórios. E desenvolver estratégias para garantir o uso efetivo dos laboratórios, como cronogramas de uso, manutenção regular e suporte

técnico. Esses resultados confirmam que o objetivo geral — "Investigar como a formação continuada para o uso de tecnologias nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, com enfoque na impressão 3D, contribui para a criação e aplicação de objetos de aprendizagem, visando aprimorar o ensino de Matemática e Ciências" — foi amplamente contemplado, uma vez que os participantes relataram não ter tido experiências anteriores com esse tipo de material aplicado à sala de aula, especialmente em diferentes componentes curriculares. Além disso, destacaram que o material possui grande aplicabilidade e pode ser desenvolvido conforme a criatividade do professor ou de acordo com as necessidades do contexto educativo.

Os participantes, ao término da formação, afirmaram ter gostado da mesma, destacando que aprenderam muito e que se tratava de algo novo para eles. Ressaltaram, porém, que enxergaram grande potencial no uso da impressão 3D nos componentes curriculares, apontando que a tecnologia pode contribuir para o aprendizado. Além disso, observaram que os professores podem criar seus próprios materiais para as aulas. No entanto, indicaram a necessidade de adaptação na escola, que seja ensinando alguém para operar a impressora 3D ou, no caso de professores com salas temáticas, instalando o equipamento em suas próprias salas, embora essa situação seja mais rara.

Dessa forma, o primeiro objetivo específico — "Investigar os saberes docentes e o uso das tecnologias como recurso pedagógico para o ensino de Matemática" — é atendido ao evidenciar a valorização da tecnologia pelos docentes e a construção de novas estratégias didáticas a partir do contato com os recursos apresentados na formação. O segundo objetivo específico — "Identificar quais conteúdos podem ser trabalhados com a utilização da impressão 3D" — também se concretizou com a apresentação e aplicação prática de peças que possibilitam o ensino de Álgebra, Geometria, Artes, Ciências, e outros componentes interdisciplinares.

É necessário garantir formação contínua e prática, integrando o uso de tecnologias com metodologias ativas. Realizar formações continuadas para docentes, enfatizando a aplicação de recursos tecnológicos em sala de aula. E para capacitar professores em metodologias inovadoras e interdisciplinares, abordando temas de maior complexidade. Assim como, fornecer infraestrutura adequada, com suporte técnico e acesso a recursos digitais nas escolas. Além de promover uma cultura de

experimentação e aceitação do uso de tecnologias, superando resistências com exemplos práticos de impacto positivo na aprendizagem.

Com isso, cumpre-se o terceiro objetivo específico — "Elaborar, aplicar e avaliar uma formação continuada com professores a respeito do uso das tecnologias para o processo de ensino e aprendizagem, com aplicação da impressão 3D" — que foi desenvolvido ao longo do estudo, com uma proposta formativa que uniu teoria e prática em um ambiente real.

O quarto objetivo — "Investigar as potencialidades e as limitações do trabalho docente, no contexto da formação continuada, a partir do uso da tecnologia de impressão 3D". — também foi contemplado com os relatos dos participantes, respostas aos questionários e as análises sobre os desafios enfrentados na implementação dos conhecimentos adquiridos, evidenciando que, embora a formação tenha ampliado as possibilidades de atuação, as limitações estruturais e ao uso efetivo dos laboratórios foram identificadas como entraves que ainda precisam ser superados e desafios institucionais que ainda impõem barreiras à inovação.

O interesse por formações práticas reforça a necessidade de alinhamento das formações docentes com as demandas tecnológicas da sociedade atual. A formação analisada parece ter contribuído significativamente para os saberes curriculares e profissionais, mas as limitações estruturais e a necessidade de mais tempo para a prática destacam a importância de formações que vão além da introdução de tecnologias, promovendo um espaço para a construção contínua de saberes experienciais. Em suma, a análise reflete a complexidade do trabalho docente e a necessidade de suporte consistente para que os professores possam integrar novas tecnologias e metodologias em suas práticas pedagógicas.

Cabe destacar, ainda, que, para além da análise geral dos questionários, dois professores foram acompanhados de forma mais aprofundada por meio de entrevistas. Esse movimento buscou verificar de que maneira os efeitos da formação repercutiram em suas práticas pedagógicas, especialmente no uso da impressora 3D para a produção de materiais e a aplicação dessa tecnologia em suas escolas. As percepções desses docentes reforçam o potencial transformador da formação e indicam caminhos para pesquisas futuras sobre a integração de tecnologias digitais no ensino.

Diante dos resultados obtidos e das reflexões realizadas ao longo deste estudo, sugerem-se algumas possibilidades para pesquisas futuras. Primeiramente, seria relevante investigar os impactos do uso da impressão 3D diretamente na aprendizagem dos alunos, por meio de testes comparativos e análises qualitativas que evidenciem ganhos cognitivos, motivacionais e de desempenho. Além disso, novos estudos podem explorar a integração da impressão 3D com outras metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos (ABP) ou aprendizagem baseada em desafios (CBL), promovendo uma abordagem mais interdisciplinar. Outra vertente promissora seria o aprofundamento da formação continuada de professores em larga escala, com foco em diferentes níveis de ensino, incluindo a Educação Infantil e o Ensino Superior. Finalmente, é importante considerar investigações que analisem os desafios de infraestrutura e políticas públicas que dificultam a adoção dessas tecnologias, propondo soluções viáveis para sua democratização e implementação efetiva nas escolas públicas brasileiras.

Além das contribuições para a área educacional, este estudo também proporcionou ganhos significativos para a pesquisadora, tanto no âmbito pessoal quanto profissional. O processo investigativo ampliou a compreensão sobre os desafios e possibilidades da formação continuada, fortaleceu a capacidade de análise crítica e de mediação em contextos formativos, além de consolidar aprendizagens relacionadas ao uso pedagógico de tecnologias emergentes.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, 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 Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2016.

AZAMBUJA, Celso Candido de; SILVA, Gabriel Ferreira da. Novos desafios para a educação na Era da Inteligência Artificial. **Filosofia Unisinos**, São Leopoldo, v. 25, n. 1, p. 1-16, 2024.

BANDEIRA, Yris Araújo; AQUINO, Francisco José Alves de. Futuro da Educação com Inteligência Artificial: euforia ou revolução? **Revista Nova Paideia**, v. 7, n. 1, 2024.

BOAS, Benigna Maria de Freitas Villas. **Portfólio, avaliação e trabalho pedagógico**. Campinas, SP: Papirus, 2015. [E-book]. (Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e educação matemática**. 1. ed. São Paulo: Autêntica, 2019. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 07 mar. 2025. [E-book].

BRASIL ESCOLA. **AutoCAD: o que é, como funciona e para que serve?** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/informatica/autocad.htm>. Acesso em: 22 jan. 2025.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Versão preliminar. Ensino médio. Brasília: MEC, 2017. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf>. Acesso em: 5 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 16 set. 2020.

CALAZANS, Alex; MARTINS, Caio Alberto. O uso da tecnologia de impressão 3D na educação: pressupostos conceituais a partir da teoria do duplo aspecto de Andrew Feenberg. **Dialectus: Revista de Filosofia**, v. 6, n. 14, p. 154–174, 2022. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/dialectus/article/view/71847/197293>. Acesso em: 26 nov. 2024.

CHICCA JUNIOR, Natal Anacleto. **A integração da impressora 3D FDM no processo ensino-aprendizagem da prática projetual de design**. 2017. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

CHIMENTÃO, Lilian Kemmer. O significado da formação continuada docente. In: **CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM FÍSICA**, 4., 2009, Londrina. Anais [...]. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/conpef/conpef4/trabalhos/comunicacaooralartigo/artigocomoral2.pdf>. Acesso em: 7 set. 2021.

CIMENTO ITAMBÉ. **Projeto no RN constrói 1ª casa do Brasil com impressora 3D**. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/projeto-no-rn-constroi-1a-casa-do-brasil-com-impressora-3d/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

DOWELL 3D PRINTER. **Formatos de arquivo de impressão 3D: STL, OBJ, AMF e 3MF**. Disponível em: <https://pt.dowell3dprinter.com/news/3d-printing-file-formats-stl-obj-amf-and-3mf>. Acesso em: 15 jan. 2025.

FERREIRA, Esmênia Furtado Parreira. **A integração das tecnologias digitais ao ensino e aprendizagem de geometria no ensino fundamental – anos finais**: uma proposta com foco no estudo de perímetro e área de figuras geométricas **planas**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

FERREIRA, Géssica da Cruz; KRÜGER, Thaisa Regina; SANTOS, Christiane Bischof dos. **Utilização da impressão 3D na manufatura para a otimização de processos**: um estudo de caso em indústrias automobilísticas. Memorial TCC – Caderno da Graduação, 2016. Disponível em: <https://memorialtcccadernograduacao.fae.edu/cadernotcc/article/view/148/49>. Acesso em: 26 nov. 2024.

FIGUEIREDO, Beatriz Beca; CESAR, Francisco Ignácio Giocondo. Um estudo da utilização da impressora 3D na engenharia e na medicina. **RECISATEC – Revista Científica Saúde e Tecnologia**, v. 2, n. 1, 2022. Disponível em: <https://recisatec.com.br/index.php/recisatec/article/view/70/60>. Acesso em: 26 nov. 2024.

FILHO, Emanuel José Crozoleto et al. O uso de impressoras 3D para a produção de objetos utilizados em aplicações médico-hospitalares. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP**, 29., 2021, Campinas. Anais [...]. Campinas: UNICAMP, 2021.

GOUVEIA, Carolina Augusta Assumpção; MATOS, Tauller Augusto de Araújo. **As tecnologias de informação e comunicação e as metodologias ativas**. In: MELLO, Cleyson de Moraes; ALMEIDA NETO, José Rogério Moura de; PETRILLO, Regina Pentagna (coords.). Metodologias ativas: desafios contemporâneos e aprendizagem transformadora. Rio de Janeiro: Editora Processo, 2022. p. 27-48.

GRUTZMANN, Thaís Philipsen. Saberes docentes: um estudo a partir de Tardif e Borges. **Revista Temas em Educação**, João Pessoa, v. 28, n. 3, p. 2-23, set./dez. 2019. DOI: 10.22478/ufpb.2359-7003.2019v28n3.46972. Disponível em:

<https://periodicos.ufpb.br/index.php/rteo/article/view/46972/28844>. Acesso em: 20 ago. 2022.

IBGE. **Ouro Preto do Oeste**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/ouro-preto-do-oeste/panorama>. Acesso em: 16 jun. 2021.

INSTITUTO SABIN. ICON anuncia venda das primeiras casas impressas em 3D nos EUA. **Inova Social**. Disponível em: <https://inovasocial.com.br/tecnologias-sociais/icon-impressao-3d/>. Acesso em: 1 dez. 2024.

ISCHKANIAN, Simone Henlen Drumond; MATOS, Abraão Danziger; DUQUE, Rita de Cassia Soares; SILVA, Taynam Alécio da; FERREIRA, Juliana Balta. **Tecnologia na educação**: portfólios de ideias inspiradoras para inovar as aulas do ambiente escolar e psicopedagógico (parte 2). Disponível em: TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO PORTFÓLIOS DE IDÉIAS INSPIRADORAS PARA INOVAR AS AULAS DO AMBIENTE ESCOLAR E PSICOPEDAGÓGICO (PARTE 2) | PDF (slideshare.net). Acesso em: 17 set. 2024.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 7. ed. Campinas: Papirus, 2013. [E-book]. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 16 fev. 2025.

KOVATLI, Marilei de Fátima; KOTZ, Andressa; LOCATELLI, Ederson Luiz. Possibilidades de uso da impressora 3D em projetos de sala de aula. In: **WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA**, 25., 2019, Brasília. Anais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 1109-1113. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/13267/13120>. Acesso em: 4 ago. 2024.

LOPES, A. et al. **Impressão 3D: imaginar, planejar e materializar**. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação do Paraná, Superintendência da Educação, Departamento de Políticas e Tecnologias Educacionais, 2018. 52 p.

MACEDO, Roberto Sidnei; GALEFFI, Dante; PIMENTEL, Álamo. **Um rigor outro sobre a qualidade na pesquisa qualitativa**: educação e ciências humanas. Salvador: EDUFBA, 2014. Edição do Kindle.

MARQUETTI, Celso. **O uso das tecnologias digitais para a compreensão da construção de sólidos a partir de suas propriedades**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/>. Acesso em: 26 nov. 2024.

MARTINS, Cristina; GIRAFFA, Lucia Maria Martins. **Gamificação, pensamento computacional e cultura maker**: potencialidades advindas de estratégias docentes alinhadas à cultura digital. 2018. Disponível em: <https://editora.pucrs.br/acessolivre/anais/cidu/assets/edicoes/2018/arquivos/210.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

MASSARI, Catia Helena de Almeida Lima. **Plataforma de ensino em anatomia animal**: conteúdos didáticos para o ambiente virtual de aprendizagem e impressão 3D como técnica anatômica. 2020. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. 3. ed. São Paulo: LTC, 2022.

NETO, Antonio de Freitas; LOUBET, Sara de Souza; ALBUQUERQUE, Leonardo Martinez. O uso da impressora 3D no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, 2019. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/saladeaula/article/view/1377/891>. Acesso em: 26 nov. 2024.

NEVES, Tatiani Garcia. **Possibilidades e limites de uma prática reflexiva para a integração da tecnologia no ensino da matemática**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2015. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/>. Acesso em: 26 nov 2024.

OLIVEIRA, Ana Paula Weinfurter Lima Coimbra de. **Metodologia científica**. [recurso eletrônico]. Curitiba: Contentus, 2021.

OLIVEIRA, Cintia Reis de; SANTOS, Jarles Tarsso Gomes; SOUSA, Crisiany Alves de; BULÇÃO, Jeanne da Silva Barbosa; MADEIRA, Charles Andryê Galvão. **Formação continuada em impressora 3D**: possibilidades pedagógicas para os processos de ensino e de aprendizagem. Natal: Instituto Metrópole Digital (IMD) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), [2024?]. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/article/download/17569/17404>. Acesso em: 3 dez. 2024.

ONISAKI, Hadassa Harumi Castelo; VIEIRA, Rui Manoel de Bastos. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. **Educitec: Revista de Estudos e Pesquisas sobre o Ensino Tecnológico**, v. 8, n. 19, 2022. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/638/262>. Acesso em: 26 nov. 2024.

PATARO, Patrícia Moreno; BALESTRI, Rodrigo. **Matemática essencial**: manual do professor. 9º ano: ensino fundamental, anos finais. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2018.

PEREIRA, Danielle Toledo; BESCHIZZA, Rafaela Magalhães França. **Aprendizagem baseada em projetos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2022.

PINHO, Francisco Victor Alves de. A utilização da impressão 3D na educação de alunos portadores de deficiência visual. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CONEDU**, 2020. Anais. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/ebooks/conedu/2020/ebook2/TRABALHO_EV140_MD7_SA100_ID3824_17092020233109.pdf. Acesso em: 26 nov. 2024.

POLESELLO, Julsemina Zilli; PITANO, Sandro de Castro (org.). **Trilhas da inovação pedagógica**: experiências com projetos na rede pública municipal de Nova Prata-RS. [S.l.]: Educus, 2023. [E-book]. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 20 fev. 2025.

QUARESMA, Viviana; PASTANA, Ilma; FREITAS, Jofre. **Manual do portfólio para o ensino superior**. 1. ed. [S.l.]: [s.n.], 2017. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176987/2/Manual%20do%20Portf%C3%B3lio.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2025.

RICO, Luís. **Consideraciones sobre el currículo de matemáticas para educación secundaria**. [S.l.]: University of Granada, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277787454_Consideraciones_sobre_el_curriculo_de_matematicas_para_educacion_secundaria. Acesso em: 7 set. 2021.

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. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Docência) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

ROCHA, Flavia Suheck Mateus da. **Tecnologias digitais no ensino de física**. Curitiba: Editora Intersaberes, 2023.

ROSSI, Rafael. **Mundo virtual**: riscos e oportunidades das novas tecnologias. In: DORNELES, Vanderlei (org.). Tatuí, SP: Casa Publicadora Brasileira, 2016.

SANTOS, Raylane Soares. **O processo de impressão 3D como ferramenta mediadora no ensino e aprendizagem de geometria espacial na educação básica**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Instituto Federal do Piauí, Campus Floriano, Floriano, 2021.

SANTOS, Renan Cavalcante; BRITO, Matheus de Sousa; MARQUES, Gabriel Fortes; PORTELA, Gleicyanne Oliveira de Souza. Utilização de impressão 3D como metodologia ativa para ensino de elementos de máquinas. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 5, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/4396/3352>. Acesso em: 1 dez. 2024.

SEFTON, Ana Paula; GALINI, Marcos Evandro. **Metodologias ativas**: desenvolvendo aulas ativas para uma aprendizagem significativa. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2022.

SILVA, Camila Silveira; OLIVEIRA, Luiz Antonio Andrade; NARDI, Roberto (org.). **Temas sobre a formação de professores**: formação inicial de professores de Química, formação específica e pedagógica. São Paulo: Editora UNESP, 2009. [E-book]. Disponível em: [https://www.scielo.org/media/files/Ensinos_de_ciencias_e_matematica_I_\(FINAL\).indd](https://www.scielo.org/media/files/Ensinos_de_ciencias_e_matematica_I_(FINAL).indd). Acesso em: 15 ago. 2022.

SILVA, Francisco Daniel Costa. **A percepção discente do uso da tecnologia de impressão 3D como ferramenta para construção de materiais didáticos na educação profissional**. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Campus Mossoró, Mossoró, 2023.

SILVA, Gerivaldo Bezerra da. **Traçados geométricos auxiliares em triângulos: descrição de técnicas e produção de material de ensino e aprendizagem em impressora 3D**. 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2024.

SILVA, Letícia Braga da; SILVA, Ronaldo Henrique. **Uso de tecnologia de impressão 3D na construção civil: uma contribuição para a engenharia brasileira**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unifoa.edu.br/server-unifoa/api/core/bitstreams/251340f4-c1fa-4534-a63d-a4840b2a9760/content>. Acesso em: 26 nov. 2024.

SIMÕES, Guilherme Soares. **Possibilidades do uso de impressão 3D no desenvolvimento de recursos didáticos no ensino de ciências para alunos com deficiência visual: um mapeamento em teses e dissertações (2013 a 2022)**. 2023. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2023.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. [E-book]. Petrópolis: Vozes, 2014.

THINGIVERSE. **Modelos 3D para impressão**. Disponível em: <https://www.thingiverse.com>. Acesso em: 1 abr. 2025.

TONÉIS, Cristiano Natal. **A experiência matemática no universo dos jogos digitais: o processo do jogar e o raciocínio lógico e matemático**. 2015. [Trabalho acadêmico]. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

TRIBUNA ONLINE. Impressora 3D cria produto para substituir gesso. **Tribuna Online**, 18 mar. 2021. Disponível em: <https://tribunaonline.com.br/cidades/impressora-3d-cria-produto-para-substituir-gesso-88914>. Acesso em: 31 mar. 2025.

VENTURA, Flávio Cardoso; LOPES, Aparecida Maria Zem; MENEZES, Carlos Rezende de; FAVONI, Célio; SANTOS, Rosângela Monteiro dos. Uso remoto da impressão 3D no processo de ensino-aprendizagem para alunos de uma IES. In: **XVI Simpósio dos Programas de Mestrado Profissional: Produção de Conhecimento em Programas de Mestrado e Doutorado Profissionais: Experiências e Desafios**. Disponível em: <URL completo>. Acesso em: 3 set. 2024.

VOLPATO, Neri. **Manufatura aditiva**: tecnologias e aplicações da impressão 3D. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2017. [E-book]. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 7 mar. 2025.

YLLER. **Impressão 3D na odontologia**: tudo o que você precisa saber. Yller, [s.d.]. Disponível em: <https://www.yller.com.br/impressao-3d-na-odontologia-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 31 mar. 2025.

APÊNDICES

APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO 1

Caro(a) Professor(a),

Convido você a responder o presente questionário. Para respondê-lo você levará poucos minutos. Este questionário é um instrumento que faz parte de minha pesquisa de doutorado em Ensino de Ciências e Matemática e tem como objetivo conhecer o contexto de sua prática profissional e sua opinião em alguns aspectos do uso das Tecnologias no ensino e aprendizagem.

Suas respostas são confidenciais e sua identidade será mantida em sigilo.

Agradeço sua colaboração!

Prof. Claydaiane Ferraz Andrade

Você concorda em responder as questões que seguem? () Sim () Não

Por favor, coloque um "X" em sua resposta.

1) Quantos anos você tem?

2) Qual sua carga horária atualmente em sala de aula?

3) Você tem um vínculo de professor:

() Efetivo () Emergencial

4) Você tem quantos anos de sala de aula?

Em quais anos do Ensino Fundamental e Médio já atuou?

5) Você gosta de usar tecnologias no seu dia a dia?

Sim () Não ()

6) Você utiliza recursos tecnológicos em suas aulas?

Sim () Não ()

7) Expresse o motivo de não usar tecnologias nas aulas.

8) Qual a sua opinião sobre a formação continuada? Você considera relevante para o Saber do professor? Justifique.

9) Você costuma participar de formações continuadas? Com que frequência?

10) As formações que você costuma participar são realizadas em horário acessível ao professor?

11) Acha que as formações deveriam ter algum incentivo? Se sim, qual?

12) Como você gostaria que fossem as formações continuadas Docentes na área de exatas e ciências?

13) Como suas aulas costumam ser ministradas?

- ☐ Aula expositiva dialogada
☐ Utilização de recursos didáticos
☐ Trabalhos individuais ou em grupos
☐ Utilizando material impresso
☐ Outros

14) Nas suas aulas são utilizados recursos tecnológicos? Quais?

15) Com que regularidade são utilizados recursos tecnológicos nas aulas

- ☐ Semanalmente ☐ Mensalmente ☐ Trimestralmente ☐ Outro _____

16) Você cursou alguma disciplina sobre Tecnologias na sua graduação?

- ☐ sim ☐ não

17) Você cursou algum curso de especialização ou formação na área de Tecnologias no ensino?

- ☐ sim ☐ não

18) Você já usou a impressão 3D para alguma aula? Se sim, em qual conteúdo?

19) Na escola onde trabalha, possui Wifi disponível para os professores?

- ☐ Sim ☐ Não

20) O Wifi é disponível para os alunos?

- ☐ Sim ☐ Não

21) A escola onde trabalha possui laboratório de informática? Se sim, está sendo utilizados pelos professores e alunos?

22) Você conhece ou já utilizou algum aplicativo para ministrar algum conteúdo de Geometria? Se sim, qual(is)?

23) Aponte no mínimo três conteúdos de seu componente curricular que você considera mais difícil de ser compreendido pelo aluno durante as aulas:

24) Qual o melhor dia e horário para você participar de uma formação continuada sobre Tecnologias e Educação?

APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO 2

Caro(a) Professor(a),

Convido você a responder o presente questionário. Para respondê-lo você levará poucos minutos. Este questionário é um instrumento que faz parte de minha pesquisa de doutorado em Ensino de Ciências e Matemática e tem como objetivo conhecer o contexto de sua prática profissional e sua opinião em alguns aspectos do uso das Tecnologias no ensino e aprendizagem.

Suas respostas são confidenciais e sua identidade será mantida em sigilo.

Agradeço sua colaboração!

Prof. Claydaiane Ferraz Andrade

Você concorda em responder as questões que seguem? () Sim () Não

Por favor, coloque um "X" em sua resposta.

1- Marque x:

- a) () Conheci novos recursos tecnológicos
- b) () Conheci novas maneiras de abordar os conteúdos em sala de aula
- c) () Já conhecia os recursos que foram abordados
- d) () Já utilizei em sala de aula umas das tecnologias que foram apresentadas na formação

2- Você acha que o tempo de formação foi adequado? Por quê?

3- Os conteúdos e recursos trabalhados foram importantes para sua vida profissional?

4- Descreva quais fragilidades você gostaria de ressaltar em relação à formação.

5- Para participar desta formação houve dispensa do seu trabalho?

() Sim () Não

6- Na escola onde trabalha, a gestão escolar ouve as opiniões e sugestões dos professores em relações como utilizar, ou adaptar os recursos disponíveis?

7- Qual a sua opinião sobre a formação continuada? Considerou relevante? Gostaria de ter com frequência essa formação na sua área de atuação?

8- Na sua opinião quais as potencialidades da impressora 3D para o ensino nos componentes curriculares?

9- Qual (is) componente curricular você trabalha?

10- Em quais conteúdos do seu componente curricular daria para você aplicar a impressão 3D?

11- Na sua opinião quais as dificuldades na utilização da impressão 3D na sua escola?

APÊNDICE C: LISTA DE PRESENÇA DA FORMAÇÃO

Uso da impressão 3D como um recurso pedagógico: construção de objetos para utilização no processo de ensino e aprendizagem

Assinatura	Nº WhatsApp	Função
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		

APÊNDICE D: ENTREVISTA COM PROFESSORES – PÓS-FORMAÇÃO EM IMPRESSÃO 3D

Formação por Claydaiane F. Andrade

1. **Após a formação, você conseguiu manusear a impressora 3D de forma autônoma para desenvolver e imprimir objetos?**
 () *Sim* () *Parcialmente* () *Não*
Se sim ou parcialmente, descreva brevemente o que conseguiu desenvolver e coloque fotos dos objetos:

2. **Em quais componentes curriculares você utilizou os objetos impressos em 3D?**
(ex: Matemática, Ciências, Geografia, Robótica, eventos comemorativos da escola etc.)

3. **Houve apoio institucional (escola, coordenação, secretaria) para uso da impressora 3D e das tecnologias associadas? Quais são suas expectativas?**
 () *Sim* () *Parcialmente* () *Não*
Explique:

4. **Na sua percepção, quais foram os principais benefícios e desafios encontrados ao aplicar a tecnologia da impressão 3D em sua prática pedagógica?**

APÊNDICE E: TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E VOZ


UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

Recredenciada pela Portaria Ministerial nº 906 de 17/08/2016 – D.O.U. de 18/08/2016
 ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL
 PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
 DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, NOME E VOZ

Pelo presente instrumento particular de licença de uso de imagem, nome e voz, _____, portador(a) do CPF de nº _____, residente e domiciliado(a) na rua _____, nº _____, na cidade de _____ / _____, doravante denominado(a) Licenciante, autoriza a veiculação de sua imagem, nome e voz, gratuitamente por tempo indeterminado, por Claydaiane Ferraz Andrade, portador(a) do CPF de nº 005.360.522-55, doravante denominada Licenciada.

Mediante assinatura deste termo, fica a Licenciada autorizada a utilizar a imagem, nome e voz do Licenciante no projeto intitulado **Tecnologias na Educação Matemática: Contribuições na Formação Continuada Docente**, para fins exclusivos de divulgação da Instituição e suas atividades, podendo, para tanto, reproduzi-la ou divulgá-la junto à internet, ensino a distância, jornais e todos os demais meios de comunicação, público ou privado, sem qualquer contraprestação ou onerosidade, comprometendo-se a Licenciante a nada exigir da Licenciada em razão do ora autorizado.

Em nenhuma hipótese poderá a imagem, nome e voz do Licenciante ser utilizada de maneira contrária a moral, bons costumes e ordem pública.

E, por estarem de acordo, as partes assinam o presente instrumento em 02 (duas) vias, de igual teor e forma, para que produza entre si os efeitos legais.

_____, ____ de, _____ de _____.

Licenciante

No caso de menores de 18 (dezoito) anos, o documento obrigatoriamente deverá ser assinado pelo Representante Legal.

Representante Legal

Nome: _____

RG: _____ CPF: _____

APÊNDICE F: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA														
Título do Projeto: Tecnologias na Educação: Contribuições na Formação Continuada Docente														
Área do Conhecimento: Ensino de Ciências e Matemática						Número de participantes: 30								
Curso: Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática						Unidade:								
Projeto Multicêntrico		Si m	☒	Nã o		Nacio nal		Internacio nal		Cooperação Estrangeira		Si m	☒	Nã o
Patrocinador da pesquisa: Claydaiane Ferraz Andrade														
Instituição onde será realizado: CRE- Ouro Preto do Oeste- RO														
Nome dos pesquisadores e colaboradores: Claydaiane Ferraz Andrade e Clarissa de Assis Olgin														

Você está sendo convidado (a) para participar do projeto de pesquisa acima identificado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas, se desistir, a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo para você.

2. IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA			
Nome:		Data de Nasc.:	Sexo:
Nacionalidade:		Estado Civil:	Profissão:
RG:	CPF/MF:	Telefone:	E-mail:
Endereço:			

3. IDENTIFICAÇÃO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL		
Nome: Claydaiane Ferraz Andrade		Telefone: (69) 99355 9752
Profissão: Professor de Matemática	Registro no Conselho Nº: não se aplica	E-mail: cleydaiane@gmail.com
Endereço: Rua Tiradentes 687, Liberdade, Ouro Preto do Oeste- RO		

Eu, participante da pesquisa, abaixo assinado(a), após receber informações e esclarecimento sobre o projeto de pesquisa, acima identificado, concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) e estou ciente:

1. Da justificativa e dos objetivos para realização desta pesquisa.

Essa pesquisa se justifica pela importância da formação continuada para o professor de Matemática aprimorar sua prática educativa, por meio do trabalho com diferentes

metodologias de ensino, uso de tecnologias adequadas para o desenvolvimento do processo de ensino na disciplina que ministra etc. E, a necessidade do professor de Matemática se atualizar e acrescentar aos seus saberes novos recursos que possam ser utilizados em sala de aula. Assim sendo, as Tecnologias podem ser grandes aliadas do professor para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, visto que, muitos alunos desde criança estão familiarizados com esses avanços tecnológicos, podendo ser usada como meio para a construção do saber.

Os objetivos dessa investigação são:

Investigar os saberes docentes e o uso das tecnologias como recurso pedagógico para o ensino de Matemática. Identificar quais conteúdos podem ser trabalhados com a utilização da impressão 3D. Elaborar, aplicar e avaliar uma formação continuada com professores a respeito do uso das tecnologias para o processo de ensino e aprendizagem, com aplicação da impressão 3D. Investigar as potencialidades e as limitações do trabalho docente, no contexto da formação continuada, a partir do uso da tecnologia de impressão 3D.

2. Do objetivo de minha participação.

O objetivo de sua participação é para o crescimento da área de Ensino de Ciências e Matemática voltado para práticas educativas envolvendo os conteúdos de geometria dos anos finais do Ensino Fundamental com o uso de tecnologias, visando potencializar o processo de ensino e aprendizagem de Matemática nessa etapa de ensino. E contribuir para a construção dos saberes docentes com relação ao uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática.

3. Do procedimento para coleta de dados.

Para a coleta de dados serão utilizados questionários de pesquisas, registros das atividades participativas dos professores, além de observações e registros da pesquisadora. As atividades serão desenvolvidas durante uma formação continuada de duração de 40 horas para os docentes de Matemática da Rede Estadual da CRE – Ouro Preto do Oeste, com a autorização da secretária de educação local.

4. Da utilização, armazenamento e descarte das amostras.

O material coletado será armazenado nas pastas pessoais no computador pessoal e no OneDrive sob a responsabilidade da pesquisadora identificada acima, pelo período de no mínimo 5 anos, sendo utilizado para a escrita da tese de doutorado e atividades acadêmicas.

5. Dos desconfortos e dos riscos.

Os eventuais riscos que possam vir a surgir são: o constrangimento dos participantes ao saberem que estão fazendo parte de uma pesquisa, bem como a quebra de confidencialidade, no entanto, ressalta-se que a participação é de cunho voluntário e haverá o máximo cuidado para manter o sigilo das informações coletadas pelo pesquisador. Os resultados obtidos nessa pesquisa poderão ser publicados, mas a equipe de pesquisa garante o sigilo, as respostas não serão vinculadas a identidade do participante.

6. Dos benefícios.

Ao participar desta pesquisa, entendemos que os participantes terão a oportunidade de compartilhar saberes envolvendo o uso de recursos tecnológicos que podem contribuir na aprendizagem de conceitos matemáticos sobre geometria. As atividades desenvolvidas na formação contribuirão para a construção dos saberes dos professores de Matemática. E agregar novos conhecimentos no uso das tecnologias que podem ser utilizadas em sala de aula na sua atividade profissional.

7. Da isenção e ressarcimento de despesas.

O participante ficará isento de qualquer despesa e não receberá pagamento pela atividade.

8. Da forma de acompanhamento e assistência.

O participante tem direito a desistir em qualquer momento da pesquisa. Tem a garantia do sigilo referente a seus dados pessoais. O desenvolvimento da pesquisa com os professores é de responsabilidade do pesquisador, ficando a disposição para possíveis esclarecimentos.

9. Da liberdade de recusar, desistir ou retirar meu consentimento.

O participante tem a liberdade de recusar, desistir ou de interromper a colaboração nesta pesquisa quando desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A desistência não causará nenhum prejuízo à saúde ou bem-estar físico ou financeiro.

10. Da garantia de sigilo e de privacidade.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

11. Da garantia de esclarecimento e informações a qualquer tempo.

Tenho a garantia de tomar conhecimento e obter informações, a qualquer tempo, dos procedimentos e métodos utilizados neste estudo, bem como dos resultados finais desta pesquisa. Para tanto, poderei consultar a **pesquisadora Claydaiane Ferraz Andrade**. Em caso de dúvidas não esclarecidas de forma adequada pelo(s) pesquisador (es), de discordância com os procedimentos, ou de irregularidades de natureza ética, poderei ainda contatar o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Ulbra Canoas (RS)**, com endereço na Rua Farroupilha, 8.001 – Prédio 14 – Sala 224, Bairro São José, CEP 92425-900 - telefone (51) 3477-9217, e-mail comitedeetica@ulbra.br.

Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimento quanto às dúvidas por mim apresentadas e, por estar de acordo, assino o presente documento em duas vias de igual conteúdo e forma, ficando uma em minha posse.

_____, ____ de _____ de ____.

Pesquisador Responsável pelo Projeto

Participante da Pesquisa e/ou Responsável

APÊNDICE G: CARTA DE ANUÊNCIA DO LOCAL DA COLETA DE DADOS



GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA DE EDUCAÇÃO
COORDENADORIA REGIONAL DE EDUCAÇÃO

CARTA DE ANUÊNCIA DO LOCAL DA COLETA DE DADOS

Ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Luterana do Brasil/RS

Prezados Senhores

Declaro que tenho conhecimento e autorizo a realização do projeto de pesquisa intitulado **“Tecnologias na Educação: Contribuições na Formação Continuada Docente”**, proposto pelo(s) pesquisador (es): **Doutoranda Claydaiane Ferraz Andrade e Dra. Clarissa de Assis Olgin (Orientadora)**.

O referido projeto será realizado com professores da **Coordenadoria Regional de Educação- CRE – Ouro Preto do Oeste/RO**, e só poderá ocorrer a partir da apresentação do Parecer de Aprovação do Colegiado do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Luterana do Brasil/RS.

03 de novembro de 2022- Ouro Preto do Oeste- RO

Assinatura

Coordenadoria de Educação- CRE – Ouro Preto do Oeste- RO



Nazareno Faé Lauve
Mat. 300113893
Chefe de Gabinete
Coordenadoria Regional de Educação- CRE-RO

Rua Cacau, 11 – B. Jardim Aeroporto, Ouro Preto do Oeste, RO - Cep: 76920-000