



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E
TECNOLÓGICA
DOUTORADO

CASSIANO HENRIQUE DE ALBUQUERQUE

**ESPAÇO 4.0: Contribuições para a aprendizagem dos discentes no
ambiente *Maker* do Instituto Federal de Alagoas**

Recife
2025

CASSIANO HENRIQUE DE ALBUQUERQUE

ESPAÇO 4.0: Contribuições para a aprendizagem dos discentes no ambiente *Maker* do Instituto Federal de Alagoas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica do Centro de Educação da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação Matemática e Tecnológica.
Área de concentração: Educação Tecnológica.

Orientadora: Prof.^a. Dra. Patrícia Smith Cavalcante

Recife
2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Albuquerque, Cassiano Henrique de.

Espaço 4.0: contribuições para a aprendizagem dos discentes no Ambiente Maker do Instituto Federal de Alagoas / Cassiano Henrique de Albuquerque. - Recife, 2025.

262f.: il.

Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, 2025.

Orientação: Patrícia Smith Cavalcante.

Inclui referências e apêndices.

1. Espaço Maker; 2. Aprendizagem Maker; 3. Espaço 4.0; 4. Educação Maker; 5. Modelo TMI-E. I. Cavalcante, Patrícia Smith. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

Cassiano Henrique de Albuquerque

ESPAÇO 4.0: Contribuições para a aprendizagem dos discentes no ambiente *Maker* do Instituto Federal de Alagoas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação Matemática e Tecnológica pela Universidade Federal de Pernambuco.

Aprovado em: 16 / 12 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Professora Doutora Patrícia Smith Cavalcante
Universidade Federal de Pernambuco
1^a Examinadora – Presidente

Professora Doutora Ana Beatriz Gomes Pimenta de Carvalho
Universidade Federal de Pernambuco
2^a Examinadora

Professora Doutora Andiara Valentina de Freitas e Lopes
Universidade Federal de Pernambuco
3^a Examinadora

Professora Doutora Juscileide Braga de Castro
Universidade Federal do Ceará
4^a Examinadora

Professora Doutora Renata Imaculada Soares Pereira
Instituto Federal de Alagoas
5^a Examinadora

Dedico essa tese à minha mãe, Laudicéia Silva da Fonseca, exemplo de luta, cuidado e amor; à minha eterna companheira, Maiara Albuquerque, meu porto seguro e apoio diário; ao meu filho Miguel Henrique, meu motivo constante de buscar ser um ser humano melhor.

AGRADECIMENTOS

À Jeová Deus, pela dádiva de uma vida cheia de bênçãos e desafios.

Aos meus pais, pelas pessoas maravilhosas que são e por todo o exemplo de vida, honestidade e luta que me dão todos os dias.

Aos meus professores, que ao longo da minha caminhada de aprendizagem, foram, cada um, na medida do possível, responsáveis pelo crescimento do meu conhecimento e pela minha motivação para aprender e ensinar.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas – Campus Maragogi por ter apoiado e ter dado subsídios para a realização desta pesquisa na própria instituição.

À equipe gestora do programa Espaço 4.0 no âmbito do Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do IFAL, em especial a pró-reitora Eunice Palmeira, as coordenadoras Renata Imaculada e Flávia Bartira e ao coordenador Joannes Dantas por me acompanharem nessa jornada através dos Espaços 4.0 em Alagoas.

Ao reitor do IFAL, o professor Carlos Guedes, pela oportunidade e confiança de me permitir compor a equipe de gestão dos Espaços 4.0 durante essa jornada.

Aos companheiros de trabalho do Campus Maragogi, em especial a diretora do campus - Sandra Patriota, e aos colegas docentes Mateus, Artemísia, Edinéia, Anne, Joabe e Cleidson Jambo, pelas contribuições e discussões salutareis realizadas ao longo desta pesquisa.

Às professoras Ana Beatriz, Andiara Valentina, Juscileide Castro e Renata Pereira pelas contribuições na fase de qualificação da tese.

À professora Patrícia Cavalcante Smith, minha orientadora, educadora incrível e acolhedora.

Aos colegas da Turma de Doutorado, especialmente Fabiana Monteiro, Cláudia Silva e Bianca Ribeiro pela paciência em compartilhar conhecimentos, pelo apoio essencial em minha análise.

À colega de orientação, Lillian Ferreira, por trilhar comigo ao longo desses anos e dividir o fardo desta pesquisa durante esta jornada.

Aos coordenadores e facilitadores dos *Espaços Maker* que me receberam de forma tão acolhedora e contribuíram de maneira significativa para esta pesquisa. Meus sinceros agradecimentos aos *Espaços Maker* – Escola SESI/SENAI, Sebrae Lab, Senai Hub, COLAB, *FabLab* Recife, César School, ABA Global Education, Colégio Apoio, IFMaker, *FabLab* Livre SP, Amado Maker e Thomas Maker. A generosidade de cada um em compartilhar conhecimentos e abrir as portas desses ambientes inovadores permitiu a coleta de informações qualitativas riquíssimas, complementando as observações diretas da aprendizagem *Maker* e enriquecendo minha imersão na cultura *Maker*.

Ao Grupo de Estudos GENTE, pelas trocas, risadas e parceria. Pelos vínculos que formamos, apoio e aprendizado.

À UFPE e ao EDUMATEC por oportunizar o Programa de Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica, que despertou em mim o desejo de aprender, pesquisar, fazer, refletir e ensinar cada dia melhor.

E por fim, a minha esposa Maiara e ao meu filho Miguel que durante essa caminhada fizeram parte dos meus momentos felizes e dos meus momentos difíceis e que tanto me ajudaram a seguir em frente e a enfrentar os desafios da vida moderna.

O próximo desafio para o movimento *Maker* será o desafio da democratização. Como trazemos tais experiências para os jovens com as maiores desvantagens, tornando o movimento uma força equalizadora, em vez de outro tipo de tecnologia que amplia a lacuna entre escolas privadas e públicas, comunidades mais abastadas e de baixa renda? Desta vez, parece que temos todos os elementos necessários para formular uma resposta e finalmente realizar a promessa e o potencial das tecnologias educacionais e da Educação progressista. (traduzido de Paulo Blikstein, 2018, p. 17).

RESUMO

Esta tese analisa as contribuições dos Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) para a Aprendizagem *Maker* dos estudantes, com foco também no papel dos monitores nesse contexto educacional inovador. O estudo investiga como ambientes inovadores, que integram tecnologias da Quarta Revolução Industrial com metodologias ativas, contribuem para o ensino-aprendizagem. O problema central é: Como os Espaços 4.0 do IFAL contribuem para a formação inicial e continuada de jovens por meio da Aprendizagem *Maker*? A pesquisa busca compreender os efeitos desses espaços na formação discente, destacando a relação entre a prática *Maker* e o desenvolvimento de habilidades para a Sociedade 4.0. Foi desenvolvida a Classificação FE (Finalidade e Estrutura), com uma nova categorização para os Espaços *Maker* brasileiros, além do Modelo TMI-E (*Think, Make, Improve, Explore*), que amplia o modelo tradicional TMI (*Think, Make, Improve*) ao incluir a fase "Explorar". A metodologia seguiu uma abordagem mista, com Revisão Sistemática da Literatura e pesquisa de campo em seis campi do IFAL, envolvendo estudantes de 15 a 29 anos e os monitores do projeto Espaço 4.0. Os dados foram coletados por meio de questionários e relatórios e analisados através de estatística descritiva, estatística inferencial e ciclos de codificação. Os resultados indicam que os Espaços 4.0 promovem autonomia, criatividade, competências técnicas e colaborativas, além de reflexão crítica e exploração contínua. Os estudantes avançaram na resolução de problemas e no engajamento prático, com apoio ativo dos monitores, que desempenharam papel fundamental na mediação do conhecimento e na facilitação dos projetos. Apesar dos avanços, desafios de infraestrutura e recursos foram relatados, afetando a motivação e o desempenho. Disparidades de gênero, raça e renda reforçam a necessidade de políticas educacionais mais inclusivas. A experiência dos Espaços 4.0 evidenciou uma contribuição relevante em comunidades com menor acesso à inovação, contribuindo para ampliar a democratização do conhecimento e a redução das desigualdades sociais. Conclui-se que os Espaços 4.0 transformam a formação de jovens alagoanos, preparando-os para a Sociedade 4.0 e reduzindo desigualdades educacionais. A pesquisa oferece modelos replicáveis em outras instituições, sugerindo investigações futuras sobre impactos de longo prazo.

Palavras-chave: *Espaço Maker*; Aprendizagem *Maker*; Espaço 4.0; Educação *Maker*; Modelo TMI-E.

ABSTRACT

This thesis analyzes the contributions of the “Espaços 4.0” at the Federal Institute of Alagoas (IFAL) to students' Maker Learning, with a focus on the role of monitors in this innovative educational context. The study investigates how innovative environments that integrate Fourth Industrial Revolution technologies with active methodologies contribute to the teaching-learning process. The central question is: How do IFAL's Espaços 4.0 contribute to the initial and continuing education of young people through *Maker Learning*? The research aims to understand the effects of these spaces on student development, highlighting the relationship between *Maker* practices and the acquisition of skills essential for Society 4.0. The FE Classification (Purpose and Structure) was developed, introducing a new categorization for Brazilian *Maker* Spaces, along with the TMI-E Model (Think, Make, Improve, Explore), which expands the traditional TMI model (Think, Make, Improve) by including the "Explore" phase. The methodology followed a mixed approach, including a Systematic Literature Review and field research conducted in six IFAL campuses, involving students aged 15 to 29 and the monitors of the Espaço 4.0 project. Data collection was carried out through questionnaires and reports, and analyzed using descriptive and inferential statistics, as well as coding cycles. The results indicate that the Espaços 4.0 foster autonomy, creativity, technical and collaborative skills, as well as critical reflection and continuous exploration. Students showed significant progress in problem-solving and practical engagement, with active support from monitors who played a key role in knowledge mediation and project facilitation. Despite the positive outcomes, challenges related to infrastructure and limited resources were reported, affecting motivation and performance. Gender, racial, and income disparities also highlight the need for more inclusive educational policies. The experience of the Espaços 4.0 demonstrated a significant contribution to communities with limited access to innovation, helping to broaden the democratization of knowledge and reduce social inequalities. It is concluded that IFAL's Espaços 4.0 plays a transformative role in the education of young people in Alagoas, preparing them for Society 4.0 and helping to reduce educational inequalities. The research offers replicable models for institutions, suggesting future investigations into the long-term impacts of these spaces.

Keywords: *Makerspace; Maker Learning; Espaço 4.0; Maker Education; TMI-E Model.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Convergência entre os estudos de Martinez e Stager, Blikstein e Papert.	37
Figura 2 - Projeto arquitetônico do Espaço 4.0	52
Figura 3 - Contêineres do Espaço 4.0 instalados nos Campi.....	55
Figura 4 - Planta baixa interna do Espaço 4.0.....	56
Figura 5 - Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura	65
Figura 6 - Fluxograma PRISMA da RSL	69
Figura 7 - Imagens das visitas in loco aos ambientes <i>Maker</i> IFMaker, Senai Hub, Escola SESI/SENAI, FabLab Recife e Espaço 4.0.....	80
Figura 8 - Imagens das visitas <i>in loco</i> aos ambientes <i>Maker</i> : COLAB, Amado <i>Maker</i> , Colégio Apoio, Thomas <i>Maker</i> e FabLab Livre	81
Figura 9 - Total de turmas ofertadas ao final do projeto x a quantidade de estudantes contemplados	89
Figura 10 - Quantidade de questionários coletados por instrumento	91
Figura 11 - Etapas envolvidas no processo de coleta de dados	93
Figura 12 - Imagens internas de um Espaço <i>Maker</i> Educacional	101
Figura 13 - Imagens internas de um Espaço <i>Maker</i> Empresarial.....	103
Figura 14 - Imagens internas de um Espaço <i>Maker</i> Comunitário.....	105
Figura 15 - Imagens internas de um Espaço <i>Maker</i> de Pesquisa e Inovação.....	107
Figura 16 - Classificação de cada Espaço <i>Maker</i> visitado in loco durante o Estudo Exploratório	115
Figura 17 – O Modelo TMI-E	123
Figura 18 - Estudantes certificados após as conclusões dos cursos	132
Figura 19 - Perfil dos estudantes quanto à idade	133
Figura 20 - Perfil dos estudantes quanto a localidade.....	135
Figura 21 - Perfil dos estudantes quanto a renda familiar	137
Figura 22 - Perfil dos estudantes quanto a raça.....	137
Figura 23 - Percepção sobre Realização das Atividades e Participação nas Aulas por Raça.....	149
Figura 24 - Nuvem de palavras gerada com base nas respostas discursivas.....	156
Figura 25 - Mapa de Calor das percepções dos estudantes	159
Figura 26 - Mapa de calor com a Relação entre Renda e Atuação dos Estudantes	161

Figura 27 - Mapa de calor que mostra a satisfação dos estudantes em relação aos itens do curso, como duração, horário, professores e infraestrutura.....	163
Figura 28 - Mapa de calor que exhibe a opinião dos estudantes sobre diferentes aspectos dos cursos, como envolvimento, imersão e diversão.....	164
Figura 29 - Mapa de calor que mostra como a localidade impacta a satisfação dos estudantes com o curso.	165
Figura 30 - Mapa de Calor: Raça x Atuação dos Estudantes.....	166
Figura 31 - Frequência dos termos por categorias e percepção do impacto.....	174
Figura 32 - Ciclos de Codificação de Saldaña.....	177
Figura 33 - Primeiro ciclo de codificação – ATLAS.ti.....	178
Figura 34 - Rede dos Estudantes do Primeiro Ciclo de Codificação de Saldaña	186
Figura 35 - Diagrama de Redes do Ciclo 2 criado no Atlas ti	189
Figura 36 - Monitores em atuação em cada uma das seis unidades do Espaço 4.0 no âmbito do IFAL	204
Figura 37 - Nuvem de palavras das questões 11 e 12	209
Figura 38 - Gráfico de Barras Empilhadas sobre o desempenho dos estudantes pelo prisma dos monitores	211
Figura 39 - Mapa de Calor com as respostas os monitores	213
Figura 40 - Primeiro ciclo de codificação – ATLAS.ti.....	218
Figura 41 - Rede dos Monitores do Primeiro Ciclo de Codificação de Saldaña	223

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudos acessórios que emergem a partir dessa pesquisa	30
Tabela 2 - Lista de equipamentos disponíveis em cada unidade do Espaço 4.0 (valores de 2021)	56
Tabela 3 - Identificação dos documentos e características gerais	70
Tabela 4 - Quadro com as características gerais metodológicas da pesquisa.....	78
Tabela 5 - <i>Espaços Maker</i> visitados <i>in loco</i>	81
Tabela 6 - Cursos ofertados entre maio/22 e maio/23	85
Tabela 7 - Quantitativo mensal de estudantes no Espaço 4.0 entre Maio/22 e Maio/23	87
Tabela 8 - Quantitativo mensal de turmas ofertadas entre maio/22 e maio/23	88
Tabela 9 - Parâmetros dos <i>Espaços Maker</i> classificados quanto à Finalidade e Estrutura.....	109
Tabela 10 - Cenários de aprendizagem nos Espaços 4.0	126
Tabela 11 - Resultados dos testes Mann-Whitney U - Cenário 1 dos Estudantes ..	140
Tabela 12 - Impacto das Variáveis Demográficas nas Percepções dos Alunos – Cenário 1.....	142
Tabela 13 - Resultados dos testes Mann-Whitney U - Cenário 2 dos Estudantes ..	145
Tabela 14 - Impacto das Variáveis Demográficas nas Percepções dos Alunos – Cenário 2.....	146
Tabela 15 - Resultados dos testes Mann-Whitney U - Cenário 3 dos Estudantes ..	151
Tabela 16 - Impacto das Variáveis Demográficas nas Percepções dos Alunos – Cenário 3.....	153
Tabela 17 - Códigos gerados no primeiro ciclo	179
Tabela 18 - Metodologia de Codificação da etapa 1 - Estudantes	183
Tabela 19 - Códigos ajustados no segundo ciclo de codificação	187
Tabela 20 - Inferências ocorridas no segundo ciclo de codificação	190
Tabela 21 - Códigos gerados no primeiro ciclo	218
Tabela 22 - Metodologia de Codificação da etapa única.....	221

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNS	Conselho Nacional de Saúde
DIT	<i>Do It Together</i>
DIY	<i>Do It Yourself</i>
EM	<i>Espaço Maker</i>
EMCO	<i>Espaço Maker</i> Comunitário
EMED	<i>Espaço Maker</i> Educacional
EMEM	<i>Espaço Maker</i> Empresarial
EMPI	<i>Espaço Maker</i> de Pesquisa e Inovação
FE	Finalidade e Estrutura
IFAL	Instituto Federal de Alagoas
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio
PNED	Política Nacional de Educação Digital
PQ	Pergunta de Qualidade
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis</i>
PRPPI	Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SCIELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SINAJUVE	Sistema Nacional de Juventude
SNJ	Secretaria Nacional da Juventude
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
1.1. MOTIVAÇÃO.....	21
1.2. OBJETIVOS.....	22
1.3. HIPÓTESE.....	22
1.4. CONEXÃO DA PESQUISA COM OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	22
1.4.1. ODS 4 - Educação de Qualidade.....	23
1.4.2. ODS 5 – Igualdade de Gênero.....	23
1.4.3. ODS 10 – Redução de Desigualdades.....	24
1.5. ESTRUTURA DA TESE.....	24
2. O MOVIMENTO MAKER E A EDUCAÇÃO.....	27
2.1. PRINCÍPIOS E PRÁTICAS DA EDUCAÇÃO MAKER.....	27
2.1.1. Relação entre a Cultura Acadêmica e a Cultura Maker.....	28
2.1.2. Integração com outros estudos complementares.....	30
2.2. DIFERENÇAS ENTRE A CULTURA MAKER E O MOVIMENTO MAKER.....	31
2.3. A APRENDIZAGEM MAKER: METODOLOGIAS E CONTRIBUIÇÕES.....	33
2.4. ESTUDOS E DISCUSSÕES CENTRAIS DESTA TESE.....	36
2.4.1. Contribuições de Martinez e Stager para a Educação Maker.....	38
2.4.2. A perspectiva de Paulo Blisktein sobre a Educação Maker.....	41
2.4.3. O Construcionismo de Seymour Papert e a Educação Maker.....	42
2.5. APRENDIZAGEM EM ESPAÇOS MAKER: UMA PERSPECTIVA INTEGRADORA.....	44
3. MAKERSPACES: DEFINIÇÕES, HISTÓRICO E RELEVÂNCIA.....	46
3.1. HISTÓRICO DOS MAKERSPACES.....	47
3.1.1. A transição do Movimento Maker: do DIY para o DIT.....	48
3.2. FABLABS E SUA IMPORTÂNCIA PARA O MOVIMENTO MAKER.....	50
3.3. OS ESPAÇOS 4.0 DO INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS.....	51
3.3.1. Estratégia de implementação.....	53
4. A LEGISLAÇÃO EDUCACIONAL BRASILEIRA E A CULTURA MAKER.....	59
4.1. A LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL.....	59
4.2. BNCC – HABILIDADES E COMPETÊNCIAS.....	60
4.2.1. A BNCC e o ensino de computação nos Espaços Maker.....	61
4.2.2. Política Nacional de Educação Digital (PNED).....	62
5. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	64
5.1. A FERRAMENTA PARSIF.AL: APLICAÇÃO NA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	64
5.2. O PROTOCOLO DA RSL.....	65
5.3. SELEÇÃO E TRIAGEM DOS ESTUDOS DA RSL.....	66
5.4. ANÁLISE DA QUALIDADE DOS ESTUDOS, EXTRAÇÃO E REFINAMENTO DOS	

DADOS	66
5.5. RESULTADOS ENCONTRADOS NA RSL	68
5.6. AMEAÇAS A VALIDADE DA RSL	73
5.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA RSL	73
5.7.1. Identificação das lacunas na RSL	75
6. A METODOLOGIA DA PESQUISA	76
6.1. DESENHO METODOLÓGICO	77
6.2. ESTUDO EXPLORATÓRIO	79
6.2.1. Visitas <i>in loco</i>	79
6.2.2. Aplicação da RSL no Estudo Exploratório	82
6.2.3. Classificação dos Espaços Maker	82
6.3. ESTUDO PRINCIPAL: INVESTIGAÇÃO NOS ESPAÇOS 4.0	83
6.3.1. Caracterização do tipo da pesquisa	84
6.3.2. O campo de pesquisa: os Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas	84
6.3.3. Cursos ofertados	85
6.3.4. Os participantes da pesquisa	86
6.3.5. Turmas ofertadas e estudantes atendidos	87
6.4. INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS	89
6.4.1. Descrição dos instrumentos de coleta de dados	89
6.4.2. Procedimentos éticos	94
6.5. ANÁLISE DOS DADOS	94
6.5.1. Análise Quantitativa	95
6.5.1. Análise Qualitativa	97
6.5.2. Considerações sobre a análise dos dados	98
7. UMA NOVA PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS ESPAÇOS MAKER BRASILEIROS	99
7.1. PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DE CLASSIFICAÇÃO PARA <i>ESPAÇOS MAKER</i>	99
7.1.1. <i>Espaços Maker</i> Educacionais	100
7.1.2. <i>Espaços Maker</i> Empresariais	103
7.1.3. <i>Espaços Maker</i> Comunitários	104
7.1.4. <i>Espaços Maker</i> de Pesquisa e Inovação	106
7.2. PARÂMETROS PARA A CLASSIFICAÇÃO E EXEMPLOS	108
7.2.1. Elaboração de uma rubrica para a classificação dos <i>Espaços Maker</i>	108
8. UM NOVO MODELO PARA INVESTIGAÇÃO DOS CENÁRIOS DE APRENDIZAGEM EM ESPAÇOS MAKER	117
8.1. O MODELO TMI-E: EXPLORAÇÃO E REFLEXÃO CRÍTICA	119
8.1.1. Detalhando a fase <i>Explore</i>	120
8.1.2. Implementação do Modelo TMI-E em <i>Espaços Maker</i>	122
8.1.3. Limitações da fase Explorar	124

8.2.	IDENTIFICANDO OS CENÁRIOS DE APRENDIZAGEM MAKER DOS ESTUDANTES NOS ESPAÇOS 4.0 DO IFAL	126
8.2.1.	Os cenários de aprendizagem <i>Maker</i> e os ODS	129
9.	RESULTADOS - PRISMA DOS ESTUDANTES	131
9.1.	PERFIL DOS ESTUDANTES E ADERÊNCIA AOS ODS	133
9.1.1.	ODS 4 - Educação de Qualidade	133
9.1.2.	ODS 5 – Igualdade de Gênero.....	134
9.1.3.	ODS 10 – Redução de Desigualdades	136
9.2.	ANÁLISE DOS DADOS.....	138
9.2.1.	Análise do Cenário 1 – Pensar (Think)	139
9.2.2.	Análise do Cenário 2 – Fazer (<i>Make</i>).....	144
9.2.3.	Análise do Cenário 3 – Melhorar (Improve).....	150
9.2.4.	Análise do Cenário 4 – Explorar (Explore)	155
9.3.	DISTRIBUIÇÃO DAS PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES.....	158
9.3.1.	Análise dos mapas de calor: fatores socioeconômicos e participação estudantil 161	
9.3.2.	Robustez dos instrumentos utilizados.....	167
9.4.	ANÁLISE COMPARATIVA DAS PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES	168
9.4.1.	Cenário 1 – Pensar (Think).....	170
9.4.2.	Cenário 2 – Fazer (Make)	171
9.4.3.	Cenário 3 – Melhorar (Improve)	171
9.4.4.	Cenário 4 – Explorar (Explore).....	172
9.5.	ANÁLISE QUALITATIVA COM BASE NO CICLO DE CODIFICAÇÃO DE SALDAÑA	176
9.5.1.	Primeiro ciclo	178
9.5.2.	Ciclo de transição	185
9.5.3.	Segundo ciclo	187
9.5.4.	Conclusões da análise.....	194
9.5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	196
10.	RESULTADOS - PRISMA DOS MONITORES.....	201
10.1.	O PAPEL DOS MONITORES NOS <i>ESPAÇOS MAKER</i>	201
10.2.	PERFIL DOS MONITORES E DESENHO METODOLÓGICO	203
10.3.	ANÁLISE DOS DADOS.....	205
10.3.1.	Cenário 1 - Desenvolvimento de autonomia e criatividade (<i>Think</i>).....	206
10.3.2.	Cenário 2 - Aprimoramento de habilidades técnicas e colaborativas (<i>Make</i>) 207	
10.3.3.	Cenário 3 - Refinamento e reflexão crítica (<i>Improve</i>).....	208
10.3.4.	Cenário 4 - Iniciativa e exploração (<i>Explore</i>).....	208
10.3.5.	Análise dos dados sobre o desempenho dos estudantes	210
10.3.6.	Participação e engajamento dos estudantes.....	212

10.3.7. Análise de robustez: confiabilidade e variabilidade dos resultados	212
10.4. ANÁLISE QUALITATIVA COM BASE NOS CICLOS DE CODIFICAÇÃO DE SALDAÑA	216
10.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	224
11. CONCLUSÃO	228
11.1. IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM ALAGOAS E A FORMAÇÃO PARA A SOCIEDADE 4.0	230
11.2. IMPORTÂNCIA DA INOVAÇÃO EDUCACIONAL E DOS <i>ESPAÇOS MAKER</i> ...	231
11.3. PERSPECTIVAS FUTURAS	232
11.4. CONCLUSÕES FINAIS.....	233
REFERÊNCIAS	235
APÊNDICE A.....	246
Formulário 1- Avaliação Diagnóstica dos Estudantes - Perfil	246
APÊNDICE B.....	251
Formulário 2 - <i>Feedback</i> Final dos Estudantes dos Espaços 4.0	251
APÊNDICE C.....	258
Formulário 3 - Relatório Mensal dos Monitores dos Cursos do Espaço 4.0	258

1. INTRODUÇÃO

A população jovem no Brasil, compreendida entre 15 e 29 anos, totaliza 49 milhões de indivíduos, conforme a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD) de 2022 (IBGE, 2022). Contudo, desafios estruturais como desemprego, evasão escolar e vulnerabilidade social impactam diretamente esse grupo etário, com destaque para a geração "nem-nem", composta por jovens que não estudam nem trabalham. Em 2023, esse grupo representava 18% da população jovem, cerca de 3,6 milhões de brasileiros, evidenciando a relevância de políticas públicas que promovam inclusão educacional e capacitação profissional (IBGE, 2022; O Globo, 2023).

Entre os fatores que contribuem para a geração "nem-nem", destaca-se a interrupção nos estudos. Dados do IBGE (2022) mostram que 18% dos jovens entre 18 e 29 anos não concluíram a Educação básica, enquanto 28% da população acima de 25 anos tem o Ensino Fundamental incompleto. Além disso, mesmo entre os jovens conectados à internet — 93,4% na faixa etária de 20 a 24 anos em 2021 —, há desinteresse por qualificações profissionais, refletindo um descompasso entre conectividade e engajamento educacional.

Outro desafio é a vulnerabilidade juvenil, especialmente no que tange à violência. O Atlas da Violência (Cerqueira, 2021) aponta que 51,3% dos homicídios registrados em 2019 vitimaram jovens entre 15 e 29 anos. Além disso, o envelhecimento populacional, com uma redução de 25% na proporção de homens jovens projetada entre 2000 e 2030 (IBGE, 2022), reforça a urgência de políticas inclusivas para a juventude.

Nesse cenário, iniciativas como o projeto Espaço 4.0, desenvolvido pela Secretaria Nacional da Juventude (SNJ), buscam reverter essas tendências. Fundamentado nos princípios da Quarta Revolução Industrial¹, o projeto visa capacitar jovens para o mercado de trabalho, promovendo engajamento com novas tecnologias, desenvolvimento de habilidades criativas e fortalecimento da cidadania. Além de

¹ A Quarta Revolução Industrial é também conhecida como Indústria 4.0 e refere-se à integração de tecnologias digitais avançadas, como inteligência artificial (IA), internet das coisas (IoT), big data, computação em nuvem e automação, nos processos produtivos e sociais. Esse movimento é caracterizado pela convergência entre o mundo físico, digital e biológico, resultando em inovações que transformam não apenas a manufatura, mas também setores como saúde, Educação, agricultura e serviços. Sua essência está na conectividade em tempo real e na personalização em larga escala, criando novas oportunidades e desafios para o mercado de trabalho, exigindo o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais para que os indivíduos e organizações possam se adaptar a esse cenário dinâmico e interconectado (Schwab, 2017).

oferecer cursos de qualificação tecnológica, os Espaços 4.0 são ambientes projetados para fomentar a aprendizagem ativa, a experimentação e a colaboração.

Entretanto, há lacunas significativas na oferta de ambientes como os *Espaços Maker* no Nordeste brasileiro. O Censo Escolar de 2020 revelou que apenas 6,3% das escolas públicas da região possuem laboratórios de informática, sem dados específicos sobre *Espaços Maker* (Fonseca *et al.*, 2020). Essa carência é ainda mais acentuada em áreas rurais e periféricas, onde o acesso a recursos tecnológicos é limitado. Diante disso, o fortalecimento de iniciativas como os Espaços 4.0 torna-se essencial para democratizar o acesso à tecnologia e reduzir desigualdades educacionais e sociais.

Com base nesse panorama, esta pesquisa tem como objetivo central analisar as contribuições dos Espaços 4.0, uma modalidade de *Espaço Maker* implementada no Instituto Federal de Alagoas (IFAL), para a formação inicial e continuada de jovens entre 15 e 29 anos. A pesquisa busca compreender “como os Espaços 4.0 do IFAL contribuem para a formação inicial e continuada de jovens por meio da Aprendizagem *Maker*”, uma abordagem pedagógica centrada na participação ativa, experimentação, reflexão e colaboração (Martinez; Stager, 2019). Além disso, analisa as contribuições desses ambientes na formação de competências técnicas e socioemocionais, assim como sua relevância para a formulação de políticas públicas voltadas à inovação e à Educação tecnológica no Brasil.

Os *Espaços Maker*, ou *Makerspaces*, no contexto da Quarta Revolução Industrial, são ambientes de aprendizagem colaborativa que combinam tecnologias avançadas e metodologias inovadoras, preparando os estudantes para os desafios contemporâneos (Almeida, 2019). Nesta tese, os termos “*Espaço Maker*” e “*Makerspace*” serão utilizados como sinônimos, refletindo sua equivalência na literatura e no uso prático. Esta pesquisa apresenta um caráter inovador ao propor um modelo de classificação para os *Espaços Maker* brasileiros, identificar cenários de aprendizagem nos Espaços 4.0 do IFAL por meio do modelo TMI-E (*Think, Make, Improve, Explore*) e explorar as percepções dos estudantes e monitores sobre as contribuições desses ambientes.

A pesquisa contribui também para responder à carência de recursos para inovação tecnológica no Nordeste brasileiro, especialmente na Educação técnica e profissional. Os Espaços 4.0 têm o potencial de democratizar o acesso a tecnologias e equipamentos de ponta, estimular a criação de projetos inovadores e formar

profissionais qualificados para a Sociedade 4.0, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico e tecnológico da região.

1.1. MOTIVAÇÃO

Em toda a minha trajetória educacional fui pautado pelo discurso que a Educação devia ser sempre levada a sério e com responsabilidade e que para isto devíamos sofrer e nos desgastar no processo do aprendizado, sendo isso inerente ao processo. Destas vivências, vem a minha inquietação, que resulta do discurso em que o processo de estudo é frequentemente percebido como doloroso e desgastante, caracterizando-se como uma verdadeira "ditadura" educacional. Assim, como poderíamos melhorar essa experiência para o discente?

Como pesquisador com experiência na área de Educação e atuação como docente no ensino técnico e tecnológico há 15 anos, é possível perceber a importância dos ambientes inovadores no processo de formação dos estudantes, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de habilidades e competências demandadas pelo mundo do trabalho atual.

Além disso, a minha atuação como coordenador dos Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas me permitiu conhecer as demandas e as necessidades dos estudantes em relação à formação técnica e profissional. Essa vivência prática no campo da Educação técnica e tecnológica é a mola propulsora para a pesquisa sobre *Espaços Maker* e sua relação com a aprendizagem ativa dos estudantes.

Também é importante destacar que as minhas formações acadêmicas em Licenciatura da Computação, com especialização em Tecnologias Digitais nas Metodologias Ativas para o Ensino e mestrado em Engenharia de Produção, evidenciam e corroboram com meu interesse em estudar a relação entre a tecnologia e a Educação.

Portanto, diante do exposto, a minha motivação para desenvolver esta tese está enraizada no desejo de contribuir para a melhoria da Educação e formação técnica e tecnológica no Brasil. Além disso, essa pesquisa também busca avançar na compreensão da relação entre Educação, entretenimento, criatividade e a Cultura *Maker*, explorando estratégias pedagógicas engajadoras e efetivas. Por meio desta tese, espero contribuir para o avanço do conhecimento na área da Educação *Maker* e para a promoção de uma formação mais humanizada e tecnológica, capaz de preparar

os estudantes para um futuro cada vez mais complexo e desafiador.

1.2. OBJETIVOS

- GERAL:

Analisar as contribuições dos Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas para a Aprendizagem *Maker* dos discentes.

- ESPECÍFICOS:

- Identificar cenários de aprendizagem *Maker* nos Espaços 4.0 do IFAL e suas contribuições para a formação de competências técnicas e socioemocionais dos estudantes;
- Investigar como ocorre a aprendizagem *Maker* dos estudantes nesses ambientes;
- Analisar a autoavaliação dos estudantes em relação ao seu aprendizado nos Espaços 4.0;
- Analisar a percepção dos monitores sobre o desempenho dos estudantes nos Espaços 4.0;

1.3. HIPÓTESE

Os Espaços 4.0 do IFAL, com suas ferramentas e tecnologias inovadoras, proporcionam uma aprendizagem *Maker* que desenvolve competências técnicas e socioemocionais essenciais para a Sociedade 4.0. Esses espaços promovem um ambiente que incentiva o protagonismo dos alunos, contribuindo para uma autoavaliação positiva sobre suas capacidades. Esses espaços incentivam o protagonismo dos alunos, promovendo a integração holística de conhecimentos e a participação ativa na solução de problemas, preparando-os para os desafios do mercado de trabalho e fortalecendo sua autopercepção e competências técnicas e socioemocionais.

1.4. CONEXÃO DA PESQUISA COM OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Esta pesquisa alinha-se a três Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

(ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015: ODS 4 - Educação de Qualidade, ODS 5 - Igualdade de Gênero e ODS 10 - Redução das Desigualdades. Ao investigar as contribuições dos Espaços 4.0 para a aprendizagem ativa e colaborativa no contexto brasileiro, o estudo promove práticas educacionais inovadoras que dialogam com os desafios da Sociedade 4.0, conectando demandas locais às metas globais (ONU, 2015).

1.4.1. ODS 4 - Educação de Qualidade

O ODS 4 busca garantir uma Educação inclusiva e equitativa de qualidade, promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos (ONU, 2015). Nesse contexto, os Espaços 4.0, com práticas voltadas para a experimentação prática e o uso de tecnologias emergentes, como Impressão 3D, Robótica e IoT, podem ser considerados ambientes estratégicos para apoiar o alcance dessa meta. Esses espaços têm como objetivo promover uma aprendizagem que desenvolva competências técnicas, criativas e socioemocionais, contribuindo para a preparação dos estudantes para os desafios do mercado de trabalho e da cidadania global (Simielli; Moraes, 2022).

Adicionalmente, a pesquisa busca identificar e disseminar boas práticas em Educação tecnológica, sugerindo estratégias de ensino que podem ser replicadas em diferentes contextos. A inclusão de estudantes com deficiência em projetos adaptados evidencia o potencial dos Espaços *Maker* para atender às demandas de acessibilidade, contribuindo para a Meta 4.4, que propõe ampliar o número de jovens com habilidades relevantes para o emprego e o empreendedorismo (Brasil, 2018).

1.4.2. ODS 5 – Igualdade de Gênero

O ODS 5 tem como objetivo promover a igualdade de gênero e o empoderamento de mulheres e meninas, eliminando barreiras que perpetuam desigualdades em diferentes contextos, incluindo a Educação (ONU, 2015). No contexto desta pesquisa, os Espaços 4.0 são explorados como possíveis catalisadores para aumentar a participação feminina em áreas de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), que historicamente apresentam uma menor presença de mulheres (Monfredini; Frosch, 2019).

Ao enfatizar a criação colaborativa e o desenvolvimento de projetos autorais, esses espaços podem oferecer oportunidades para que meninas e mulheres assumam papéis de liderança, desafiando estereótipos de gênero. Essa abordagem sugere um potencial para promover ambientes de aprendizagem mais diversos e equitativos, em alinhamento com a Meta 5.5, que propõe assegurar a plena participação feminina em todos os níveis de tomada de decisão na vida pública, econômica e educacional (Brasil, 2020).

1.4.3. ODS 10 – Redução de Desigualdades

O ODS 10 objetiva reduzir desigualdades sociais, econômicas e raciais, promovendo a inclusão de grupos historicamente marginalizados (ONU, 2015). Os Espaços 4.0 desempenham um papel relevante ao fomentar a democratização do acesso a tecnologias avançadas e fomentar a participação de estudantes de regiões periféricas e economicamente vulneráveis (Gonzaga, 2022).

Ao disponibilizar recursos gratuitos ou subsidiados e implementar adaptações para atender públicos diversos, incluindo pessoas com deficiência, os Espaços 4.0 têm o potencial de fomentar uma aprendizagem mais equitativa e inclusiva. Projetos que envolvem estudantes de diferentes origens podem ampliar a diversidade e favorecer a formação de redes colaborativas, alinhando-se à Meta 10.2, que busca promover a inclusão social, econômica e política de maneira ampla (Aleixo, 2021).

A conexão desta pesquisa com os ODS demonstra como os Espaços 4.0 podem transformar realidades educacionais, sociais e econômicas ao integrar práticas pedagógicas inovadoras, tecnologias emergentes e objetivos globais. Ao fomentar a equidade e a inclusão, este estudo reafirma o potencial da Educação *Maker* como ferramenta estratégica para enfrentar os desafios contemporâneos e construir um futuro mais justo e sustentável.

1.5. ESTRUTURA DA TESE

No Capítulo 1, apresenta-se a Introdução ao tema, abordando a motivação, os objetivos da pesquisa e a hipótese central. Além disso, fazemos uma relação da pesquisa com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, enfatizando o ODS 4 -

Educação de Qualidade, o ODS 5 – Igualdade de Gênero, e o ODS 10 - Redução de Desigualdades.

No Capítulo 2, exploramos o Movimento *Maker* e a Educação, destacando os princípios e práticas da Educação *Maker*. Neste capítulo, comparamos a cultura acadêmica com a cultura *Maker* e integramos teorias educacionais complementares, além de discutir as metodologias de aprendizagem *Maker* e as contribuições de estudiosos como Martinez, Stager, Blikstein e Papert.

O Capítulo 3 foca nos *Makerspaces*, abordando seu histórico, a evolução do movimento de *Do It Yourself* (DIY) para *Do It Together* (DIT), e a importância dos *FabLabs*² para o Movimento *Maker*. Discutimos também a implementação dos Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas.

No Capítulo 4, analisamos como a Legislação Educacional Brasileira se relaciona com a Educação *Maker*, desde a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) até a recente Política Nacional de Educação Digital (PNED), além de destacar as competências estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

No Capítulo 5, realizamos a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) utilizando a ferramenta Parsif.al, adaptando o protocolo de Kitchenham (2004), e seguindo a metodologia PRISMA. São apresentados os resultados da revisão, incluindo as lacunas identificadas na literatura existente.

O Capítulo 6 descreve a Metodologia da Pesquisa, detalhando o desenho metodológico adotado, que inclui um estudo exploratório com visitas *in loco* e a revisão sistemática da literatura, seguido do estudo principal nos Espaços 4.0 do IFAL. Neste capítulo, também discutimos os procedimentos éticos e os métodos quantitativos e qualitativos de análise de dados.

No Capítulo 7, apresenta-se uma nova proposta de classificação para os *Espaços Maker* Brasileiros, com foco em diferentes tipos de espaços, como os educacionais, empresariais, comunitários e de pesquisa e inovação. Elabora-se ainda uma rubrica para essa classificação, com parâmetros claros e exemplos específicos.

² *FabLabs* são laboratórios de fabricação digital equipados com ferramentas como impressoras 3D, cortadoras a laser e softwares de design, que permitem a criação rápida de protótipos e projetos. Surgiram com o objetivo de democratizar o acesso à tecnologia, oferecendo um espaço colaborativo para inovação, aprendizado e experimentação, facilitando o desenvolvimento de ideias e soluções criativas.

O Capítulo 8 introduz o Modelo TMI-E para a investigação de cenários de aprendizagem em *Espaços Maker*. Detalha-se a nova fase "Explore" e discute-se sua implementação nos Espaços 4.0, além de identificar limitações e analisar os cenários de aprendizagem com base nos ODS.

No Capítulo 9, apresenta-se os resultados sob o prisma dos estudantes, com uma análise do perfil dos cursistas, sua aderência aos ODS e uma avaliação detalhada dos cenários de aprendizagem *Maker* (Pensar, Fazer, Melhorar, Explorar). Inclui-se também uma análise dos mapas de calor com variáveis como renda, raça e satisfação dos estudantes.

No Capítulo 10, são discutidos os resultados sob o prisma dos monitores, com uma análise do papel deles nos Espaços 4.0 e de como contribuem para o desenvolvimento da autonomia, criatividade, habilidades técnicas e colaborativas dos estudantes. Examina-se também os desafios enfrentados, o engajamento dos estudantes e a robustez dos resultados obtidos.

No Capítulo 11, são apresentadas as Conclusões da pesquisa, refletindo sobre as contribuições da tese para a compreensão dos Espaços 4.0 e suas implicações na Educação dos jovens em Alagoas. É abordada as limitações do estudo e são sugeridas direções para futuras pesquisas, ressaltando a importância da inovação educacional e o papel dos *Espaços Maker* na formação para a Sociedade 4.0.

2. O MOVIMENTO *MAKER* E A EDUCAÇÃO

O movimento *Maker* tem ganhado cada vez mais espaço na Educação, incentivando o aprendizado ativo e prático dos estudantes. Esse movimento se baseia na ideia de que as pessoas podem aprender melhor quando têm a oportunidade de colocar em prática suas ideias, projetos e soluções para problemas reais (Lacerda, 2019).

Nesse sentido, os ambientes *Maker* surgem como espaços que propiciam a criatividade, a colaboração, a experimentação e a inovação, proporcionando aos alunos uma aprendizagem mais “mão na massa” e contextualizada. Esses espaços podem ser compostos por equipamentos como impressoras 3D, cortadoras a laser, microcontroladores, ferramentas manuais, entre outros, permitindo que os estudantes tenham contato com tecnologias avançadas e desenvolvam habilidades importantes para o mercado de trabalho (Soster, 2018).

A inclusão dos ambientes *Maker* na Educação vem sendo discutida em diversos países, como Estados Unidos, Reino Unido e Austrália, onde escolas e universidades já adotaram esse modelo de ensino. No Brasil, ainda é um movimento em crescimento, mas já existem iniciativas em várias regiões do país, tanto em instituições públicas quanto privadas (Aleixo, 2021).

No entanto, para que essa abordagem seja efetiva, é necessário que haja uma mudança na forma como o ensino é conduzido, possibilitando aos estudantes a construção de seu próprio conhecimento. Além disso, é fundamental que haja uma formação adequada dos professores, que devem estar preparados para orientar os alunos nesse processo de aprendizagem e estimulá-los a serem protagonistas de sua própria Educação (Aleixo, 2021).

2.1. PRINCÍPIOS E PRÁTICAS DA EDUCAÇÃO *MAKER*

A Educação *Maker* é uma abordagem pedagógica que enfatiza o aprendizado através da construção, experimentação e colaboração. Fundamentada nos princípios do Construcionismo, promovido por Seymour Papert, essa metodologia busca transformar os estudantes em agentes ativos do próprio aprendizado (Halverson; Sheridan, 2014). O objetivo deste capítulo é explorar a teoria da Educação *Maker* e sua integração com outras correntes educacionais, evidenciando como essa

abordagem contribui para uma aprendizagem mais significativa e emancipadora.

Segundo Blikstein (2013a), a Educação *Maker* parte do princípio de que os estudantes aprendem de forma mais eficaz quando participam ativamente da criação de objetos tangíveis. Esse processo não apenas desenvolve habilidades técnicas, mas também estimula a criatividade, o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas.

Os pilares que sustentam a Educação *Maker* incluem (Martinez; Stager, 2019):

- Construção: aprender fazendo, com os estudantes criando e desenvolvendo projetos próprios;
- Colaboração: compartilhar conhecimentos e habilidades em atividades em grupo;
- Criatividade: fomentar a inovação e a expressão individual;
- Tecnologia: empregar ferramentas e tecnologias modernas para potencializar o aprendizado.

Esses princípios refletem o compromisso da Educação *Maker* com a formação integral do estudante, preparando-o para enfrentar desafios reais de forma autônoma e criativa. A próxima subseção discute a relação entre a Cultura Acadêmica e a Cultura *Maker*, analisando como essas duas esferas podem convergir e se complementar nos ambientes educacionais.

2.1.1. Relação entre a Cultura Acadêmica e a Cultura *Maker*

A relação entre a cultura acadêmica e a cultura *Maker* tem sido objeto de análise no campo da Educação, especialmente à luz das transformações exigidas pela Sociedade 4.0. Com práticas distintas, essas duas culturas apresentam tanto tensões quanto oportunidades de integração, destacando-se pela complementaridade em suas abordagens ao aprendizado.

A cultura acadêmica, predominante nas instituições de ensino superior, caracteriza-se por sua estrutura formal e hierárquica. O conhecimento é frequentemente transmitido de maneira linear, com foco em avaliações padronizadas e currículos fragmentados que priorizam a aquisição de conceitos teóricos (Sancho-Gil; Hernández-Hernández, 2017). Esse modelo, descrito por Tyack e Tobin (1994) como a "gramática" escolar, tem como desafio principal a dificuldade de incorporar práticas pedagógicas inovadoras, dado o peso das tradições acadêmicas.

Em contraste, a cultura Maker emerge como um movimento disruptivo, fundamentado na prática, na experimentação e no "aprender fazendo" (Papert, 2007). Fortemente influenciada pelas filosofias DIY (Do It Yourself) e DIT (Do It Together), a cultura Maker valoriza a criação colaborativa e a produção de artefatos como estratégias para transformar o aprendizado teórico em experiências tangíveis e significativas. Nos Makerspaces, muitas vezes integrados a instituições acadêmicas, os estudantes encontram um ambiente propício para aplicar conceitos teóricos de forma prática, promovendo a integração de disciplinas e rompendo com os limites impostos pela fragmentação curricular (Kafai; Peppler, 2011; Chan; Chan, 2023). Esses espaços não apenas oferecem recursos tecnológicos avançados, como também incentivam a troca de conhecimentos, o trabalho em equipe e a exploração criativa.

A convergência entre a cultura acadêmica tradicional e a cultura Maker não só amplia as possibilidades de aprendizado, como também responde às demandas da sociedade contemporânea, que exige criatividade, inovação e adaptabilidade em um mundo cada vez mais dinâmico e interconectado. Enquanto a abordagem acadêmica tradicional frequentemente prioriza o domínio conceitual e a transmissão de conhecimento, a cultura Maker enfatiza a aprendizagem experiencial, onde o erro é compreendido como uma etapa essencial do processo criativo e experimental (Sullivan, 2020). Assim, os aprendizes são incentivados a explorar, questionar e iterar, o que resulta no desenvolvimento de autonomia e resiliência.

Essa complementaridade também se manifesta através da transdisciplinaridade³ fomentada pela cultura *Maker*. Ao contrário da compartimentalização característica da cultura acadêmica, os Espaços *Maker* incentivam a colaboração entre diversas áreas do conhecimento, promovendo um ambiente integrado que espelha as exigências de uma sociedade que demanda soluções inovadoras e colaborativas (Oliver, 2016). Esse enfoque transdisciplinar contribui não apenas para a aprendizagem criativa, mas também para o desenvolvimento de habilidades críticas, técnicas e socioemocionais.

Como observado por Clapp e Jimenez (2016), a incorporação de práticas

³ A transdisciplinaridade, conforme discutido nesta tese, destaca-se como uma abordagem que ultrapassa os limites das disciplinas tradicionais, integrando saberes de diferentes áreas para criar soluções inovadoras e colaborativas. Essa característica é central na Cultura Maker, onde o foco está na construção conjunta do conhecimento em contextos reais e dinâmicos (Nicolescu, 2002).

Maker em ambientes acadêmicos transforma o processo educacional, criando uma cultura de questionamento e de aprendizado contínuo. Essa integração promove a união de rigor teórico com a experimentação prática, resultando em um modelo educacional mais dinâmico e eficaz, capaz de preparar os estudantes para os desafios da Sociedade 4.0⁴.

Ainda que existam diferenças significativas entre essas duas culturas, a integração da filosofia *Maker* na academia oferece um potencial positivo para os processos educacionais. Como apontado por Clapp e Jimenez (2016), ao trazer práticas *Maker* para o contexto acadêmico, cria-se uma cultura de questionamento e de aprendizagem contínua, que favorece tanto o desenvolvimento de habilidades técnicas quanto o fortalecimento do pensamento crítico e da inovação. Assim, a fusão dessas abordagens pode resultar em um modelo educacional mais dinâmico e eficaz para preparar os estudantes para os desafios contemporâneos.

2.1.2. Integração com outros estudos complementares

A Educação *Maker* não existe isoladamente; ela é suportada por várias teorias educacionais e estudos aos quais faremos referências nessa tese. A Tabela 1 traz uma relação dos pesquisadores e estudos acessórios que emergem neste estudo.

Tabela 1 - Estudos acessórios que emergem a partir dessa pesquisa

TEMA	AUTORES
Aprendizagem Ativa	Bonwell e Eison (1991)
Aprendizagem Criativa	Resnick (2020)
Construcionismo	Papert (1980)
Construtivismo	Piaget (1967)
Educação Emancipatória	Freire (2021)
Educação Tecnológica	Gershenfeld (2005)
Movimento <i>Maker</i> (Aspectos Gerais)	Anderson (2013)
Pedagogia Crítica	Freire (2014)
Teoria Sociocultural	Vygotsky (2007)

⁴ A *Sociedade 4.0* é um conceito associado à Quarta Revolução Industrial, caracterizado pela integração de tecnologias avançadas, como inteligência artificial, internet das coisas (IoT) e *big data*, aos diversos aspectos da vida cotidiana. Esse paradigma busca criar uma sociedade mais conectada, colaborativa e sustentável, promovendo o bem-estar humano por meio da personalização de serviços, automação inteligente e uso ético da tecnologia. A *Sociedade 4.0* não apenas enfatiza o avanço tecnológico, mas também valoriza competências socioemocionais, criatividade e pensamento crítico como fundamentais para enfrentar os desafios de um mundo em transformação (Schwab, 2017).

Fonte: O autor (2024).

Esses estudos acessórios não apenas permeiam as bases teóricas da Educação *Maker*, mas também se complementam na prática pedagógica, resultando em um ambiente de aprendizado dinâmico e integrado. A Aprendizagem Criativa, defendida por Resnick (2020), reforça a importância da experimentação e da invenção como pilares essenciais, em consonância com o Construcionismo de Papert (1980). Da mesma forma, a Teoria Sociocultural de Vygotsky (2007) destaca o papel das interações sociais e do contexto na construção do conhecimento, o que dialoga diretamente com a proposta colaborativa dos Espaços *Maker*.

Além disso, a presença da Pedagogia Crítica de Freire (2014) e da Educação Emancipatória (Freire, 2021) sublinha a dimensão transformadora da Educação *Maker*, ao incentivar a autonomia, a reflexão crítica e o protagonismo dos estudantes. Esses elementos são fundamentais para a formação de cidadãos capazes de intervir e transformar sua realidade, alinhando-se com as demandas da Sociedade 4.0.

A partir desse panorama teórico, a próxima seção aprofunda as diferenças conceituais entre a Cultura *Maker* e o Movimento *Maker*, permitindo uma compreensão mais ampla das abordagens que sustentam a prática educativa nos Espaços 4.0.

2.2. DIFERENÇAS ENTRE A CULTURA MAKER E O MOVIMENTO MAKER

A cultura *Maker* e o movimento *Maker* representam fenômenos contemporâneos significativos que têm influenciado diversos setores da sociedade, especialmente a Educação. Ambos os conceitos compartilham a filosofia do "faça você mesmo" (DIY - Do It Yourself), mas possuem nuances e enfoques distintos que merecem uma análise mais aprofundada.

O conceito de cultura *Maker* e o movimento *Maker* têm raízes que remontam aos primeiros dias da revolução industrial, quando inventores individuais criavam máquinas e dispositivos em suas oficinas. No entanto, o movimento moderno começou a ganhar tração no início dos anos 2000, impulsionado pelo desenvolvimento de tecnologias de fabricação digital acessíveis, como impressoras 3D e cortadoras a laser. Em 2005, Dale Dougherty lançou a revista *Make*, que se tornou um catalisador para a comunidade *Maker*, promovendo projetos DIY e a criação

de *Makerspaces* ao redor do mundo (Anderson, 2013). A publicação de "*Makers: A Nova Revolução Industrial*" por Chris Anderson em 2013 ajudou a solidificar a importância do movimento *Maker*. Anderson argumenta que a democratização das ferramentas de fabricação digital está transformando a manufatura e possibilitando que indivíduos e pequenas empresas compitam com grandes corporações. Ele destaca como a cultura *Maker* pode levar a uma nova revolução industrial, onde a inovação é impulsionada pela criatividade individual e colaboração comunitária (Anderson, 2013).

A cultura *Maker* pode ser entendida como um conjunto de práticas, valores e crenças que promovem a inovação, a criatividade e a colaboração através da construção prática e do uso de tecnologias digitais e analógicas. Esta cultura enfatiza a autonomia dos indivíduos em criar, modificar e compartilhar projetos e conhecimentos. A Educação, nesse contexto, se beneficia da cultura *Maker* ao integrar abordagens de aprendizagem ativa e centrada no aluno, proporcionando um ambiente onde a experimentação e a resolução de problemas são valorizadas (Blikstein, 2016). Um aspecto central da cultura *Maker* é a aprendizagem mão na massa, que envolve a construção ativa do conhecimento através da criação prática de protótipos e projetos. Este conceito está enraizado em teorias pedagógicas como o Construcionismo de Seymour Papert, que defende que os alunos aprendem mais eficazmente quando estão diretamente engajados na construção de artefatos tangíveis (Papert, 2007).

O movimento *Maker*, por outro lado, surge como uma resposta às limitações da produção industrial tradicional, promovendo a democratização dos meios de produção através da tecnologia acessível. Este movimento ganhou força na década de 2000 e está associado a iniciativas como *FabLabs*, *Makerspaces* e eventos como *Maker Faire*, que disseminam a filosofia do DIY e a cultura de inovação aberta (Anderson, 2013). O movimento *Maker* destaca-se pela transformação do DIY para o DIT, enfatizando a colaboração e a troca de conhecimentos entre os participantes. Exemplos relevantes incluem o FabLab Barcelona e plataformas como *Instructables*, que incentivam a criação colaborativa e a disseminação de projetos *Maker* (Martinez; Stager, 2019).

Embora a cultura *Maker* e o movimento *Maker* compartilhem a filosofia do "faça você mesmo", a cultura *Maker* tende a focar mais na integração dessas práticas no contexto educacional e no desenvolvimento de habilidades do século XXI, como

criatividade, pensamento crítico e colaboração. Já o movimento *Maker* está mais associado à democratização da produção e à inovação tecnológica, visando transformar a maneira como as coisas são produzidas e consumidas (Resnick, 2020).

A cultura *Maker* na Educação promove ambientes de aprendizagem que são abertos, acessíveis e ricos em recursos, onde os alunos podem explorar, criar e compartilhar. Estes ambientes, conhecidos como *Makerspaces*, são projetados para fomentar a interdisciplinaridade⁵ e a colaboração, permitindo que os alunos sigam seus próprios interesses e ritmos de aprendizagem (Blikstein, 2016).

A adoção da cultura *Maker* nas escolas envolve a criação de espaços dedicados, equipados com ferramentas e tecnologias que incentivam a exploração e a criação. Além disso, requer uma mudança na abordagem pedagógica, onde o professor atua como facilitador e mentor, e os alunos são encorajados a serem protagonistas de sua própria aprendizagem. Essa abordagem promove uma Educação mais significativa e contextualizada, preparando os alunos para os desafios do mundo contemporâneo (Resnick, 2020). No Brasil, a implementação de *Espaços Maker* em instituições educacionais tem mostrado resultados promissores, embora ainda enfrente desafios significativos, como a necessidade de formação adequada para os professores e a infraestrutura necessária para sustentar essas iniciativas (Blikstein, 2016).

A cultura *Maker* e o movimento *Maker*, embora interligados, possuem enfoques distintos que contribuem de maneiras complementares para a Educação e a sociedade. A cultura *Maker*, com sua ênfase na aprendizagem ativa e na construção prática do conhecimento, e o movimento *Maker*, com seu foco na democratização da produção e na inovação tecnológica, juntos oferecem um quadro rico para a transformação educacional e o empoderamento dos indivíduos como criadores e inovadores (Dougherty, 2012).

2.3. A APRENDIZAGEM MAKER: METODOLOGIAS E CONTRIBUIÇÕES

⁵ Interdisciplinaridade refere-se à integração e interconexão de diferentes áreas do conhecimento em torno de um objetivo comum, promovendo uma abordagem mais holística e integrada para a resolução de problemas. Em contextos educacionais, a interdisciplinaridade incentiva o diálogo entre disciplinas, permitindo que conceitos e métodos de campos distintos sejam combinados para enriquecer o processo de aprendizagem. Isso possibilita uma compreensão mais ampla e profunda dos temas estudados, preparando os alunos para lidar com questões complexas e multifacetadas (Facca, 2020).

A Aprendizagem *Maker*, frequentemente descrita como aprendizagem "mão na massa", destaca-se por enfatizar a construção ativa do conhecimento por meio da criação prática e experimental de protótipos. Esse conceito está fundamentado em teorias de aprendizagem como o Construcionismo de Seymour Papert (Papert, 2007), o Construtivismo de Jean Piaget (Piaget, 1967) e as abordagens socioculturais de Vygotsky (Vygotsky, 2007) e Dewey (Dewey, 1986). Em conjunto, essas perspectivas apontam que os estudantes aprendem de maneira mais eficaz quando estão envolvidos em atividades práticas que os estimulam a experimentar, explorar e criar. Tal abordagem é fortalecida pela ênfase na criatividade, na resolução de problemas e na aprendizagem colaborativa, características centrais do movimento *Maker* (Resnick, 2020; Dougherty, 2012; Martinez; Stager, 2019).

Embora Vygotsky (2007) não tenha diretamente relacionado a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) ao contexto da Aprendizagem *Maker*, sua teoria pode oferecer uma lente teórica relevante para interpretar os processos de aprendizagem nesse ambiente. A ZDP, que define o espaço entre o que um aluno consegue realizar sozinho e o que ele pode alcançar com a mediação de um professor, monitor ou colega, fornece uma base para compreender como a colaboração e a mediação podem potencializar o aprendizado em *Makerspaces*. Nesses ambientes, a mediação ocorre de forma dinâmica, tanto em interações diretas com educadores quanto pela troca de conhecimento entre pares. Por exemplo, em projetos que demandam habilidades técnicas avançadas, os estudantes frequentemente contam com a orientação de monitores ou colegas mais experientes para superar desafios e explorar novas possibilidades. Assim, os *Makerspaces* emergem como contextos ricos que promovem não apenas o desenvolvimento de competências técnicas, mas também habilidades socioemocionais, como autonomia e colaboração.

Além disso, a Aprendizagem *Maker* é fundamentada no princípio de que o conhecimento é construído por meio da prática. Alunos são incentivados a criar, utilizando recursos variados que vão de ferramentas manuais tradicionais a tecnologias digitais de ponta, como impressoras 3D e kits de robótica (Soster, 2018). Esse processo de aprendizado é marcado pela criação de protótipos e pela iteração constante: os alunos começam com uma ideia, desenvolvem um esboço, constroem protótipos, testam suas criações e realizam ajustes. Esse ciclo de criação promove o desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade e da capacidade de resolver

problemas (Soster, 2018).

O ensino e a aprendizagem em ambientes *Maker* têm se tornado um tema cada vez mais relevante na área da Educação. O termo "*Makerspace*" foi criado em 2006 pelo professor americano Dale Dougherty, fundador da revista *Make: Magazine*, e se refere a espaços criativos onde pessoas podem criar, inventar e prototipar projetos utilizando ferramentas e equipamentos disponíveis, geralmente em um ambiente colaborativo (Burtet, 2019).

A colaboração entre alunos, professores e a comunidade é altamente valorizada na aprendizagem *Maker*. Os alunos aprendem juntos, trocam conhecimentos e habilidades, e frequentemente compartilham suas criações com outros, tanto no ambiente escolar quanto online (Soster, 2018). Cada aluno segue seu próprio ritmo e interesses, personalizando seu processo de aprendizagem. Isso permite que explorem áreas de interesse específico e desenvolvam projetos significativos para eles, promovendo uma aprendizagem mais engajada e profunda (Soster, 2018).

Os ambientes de aprendizagem *Maker*, conhecidos como *Makerspaces* são equipados com diversas ferramentas e materiais que permitem aos alunos explorarem e criarem. Esses espaços são projetados para serem abertos, acessíveis e ricos em recursos, promovendo um ambiente de aprendizado pautado pela colaboração e interdisciplinaridade (Soster, 2018).

O papel do professor na aprendizagem *Maker* é o de facilitador e mentor. Ele organiza o espaço de aprendizagem, proporciona um ambiente seguro para a experimentação, e inspira os alunos através de suas próprias práticas de aprendizagem. O professor encoraja a autogestão, a co-inspiração e a co-crítica entre os alunos, redirecionando a autoridade do conhecimento para os próprios alunos e outros recursos (Soster, 2018).

Na legislação educacional brasileira, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) estabelece a importância da Educação tecnológica e científica como instrumento de desenvolvimento econômico e social do país. A Base Nacional Comum Curricular também reconhece a Cultura *Maker* como uma das competências gerais a serem desenvolvidas pelos estudantes, destacando a importância do desenvolvimento de habilidades socioemocionais, criatividade, pensamento crítico e solução de problemas (Brasil, 2018).

A aprendizagem *Maker* tem mostrado inúmeros benefícios, incluindo o

desenvolvimento de habilidades técnicas e cognitivas nas áreas STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), a promoção de competências sociais através da colaboração e do compartilhamento, e o fortalecimento do caráter e da identidade *Maker* dos alunos (Almeida; Wunsch; Martins, 2022; Soster, 2018).

Para aprofundar o estudo sobre o tema do ensino e aprendizagem em ambientes *Maker*, é possível explorar referências como os estudos de Farias, Martin e Cristo (2015) e Schon, Ebner e Kumar (2014), que abordam as práticas pedagógicas e a importância do ambiente físico para o aprendizado. Também é possível consultar as pesquisas de Halverson e Sheridan (2014) e Hakkinen *et al.* (2017), que analisam o impacto dos *Espaços Maker* na aprendizagem e no desenvolvimento de habilidades socioemocionais dos estudantes.

2.4. ESTUDOS E DISCUSSÕES CENTRAIS DESTA TESE

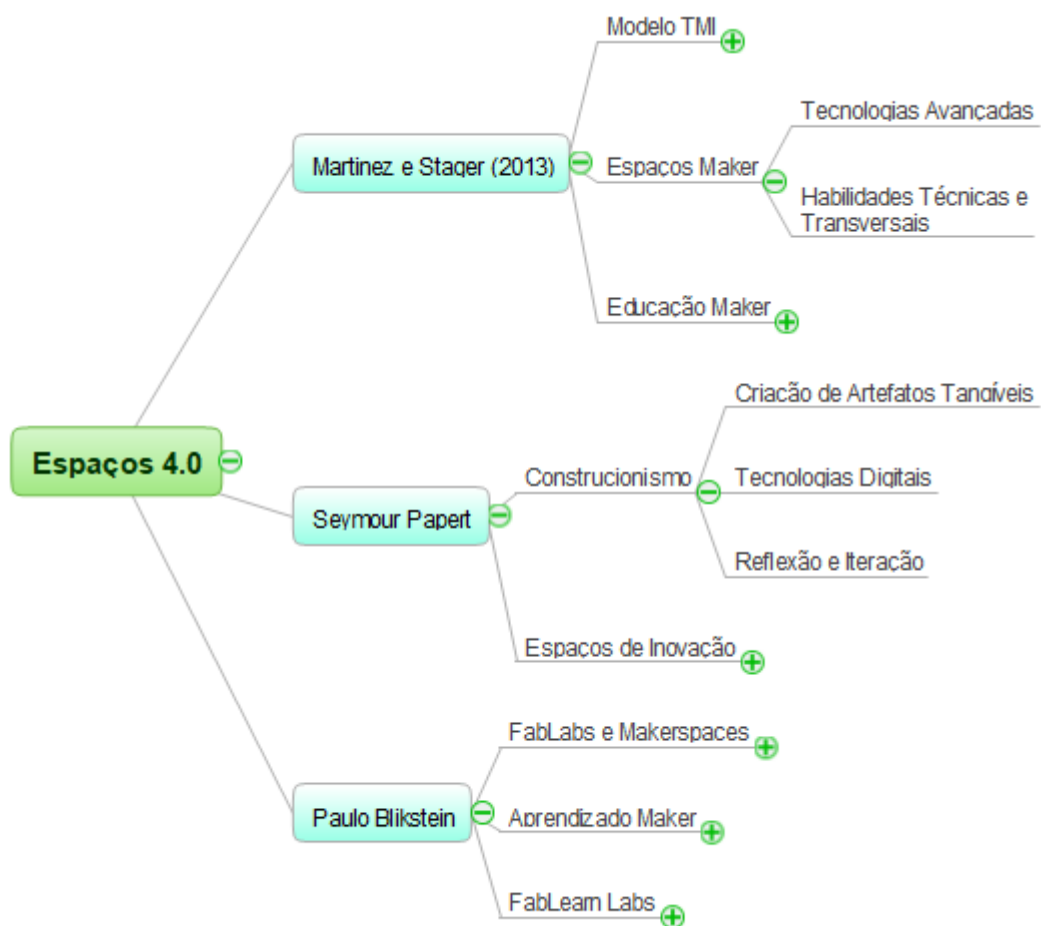
Para aprofundar a compreensão da aprendizagem *Maker*, esta seção foca nas contribuições centrais de Sylvia Martinez e Gary Stager, Seymour Papert, e Paulo Blikstein. A escolha desses estudos se deve à sua relevância direta na fundamentação dos princípios que norteiam os *Espaços Maker*. Papert, com seu Construcionismo, oferece a base para a ideia de que a construção de artefatos tangíveis facilita a construção de conhecimento. Martinez e Stager complementam essa visão ao defender a implementação prática desses princípios através do movimento *Maker* na Educação, enfatizando o poder das tecnologias digitais e dos projetos mão na massa para engajar os estudantes de forma significativa. Blikstein contribui ao defender a democratização da fabricação digital e a inclusão nos processos educativos, proporcionando acesso às ferramentas e práticas de fabricação digital a uma gama mais ampla de estudantes. Juntos, esses pontos oferecem um panorama central que norteia a eficácia dos *Espaços Maker* na promoção de uma aprendizagem *Maker* (Papert, 2007; Martinez; Stager, 2019; Blikstein, 2013a).

Martinez e Stager (2019) introduzem o Modelo TMI (*Think, Make, Improve*), que valoriza a reflexão, a construção prática e a iteração, além de destacar os *Espaços Maker* como ambientes equipados com tecnologias avançadas, voltados para o desenvolvimento de habilidades técnicas e transversais. Seymour Papert, por meio do Construcionismo, enfatiza a aprendizagem ativa pela criação de artefatos tangíveis e o uso de tecnologias digitais, destacando a experimentação e a colaboração como

práticas essenciais nos Espaços *Maker*. Paulo Blikstein contribui com sua perspectiva sobre FabLabs e *Makerspaces*, integrando a fabricação digital ao currículo escolar e promovendo a democratização da invenção e a inclusão, com foco no desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais.

A Figura 1 apresenta o mapa conceitual que conecta os estudos de Martinez e Stager, Papert e Paulo Blikstein no contexto da aprendizagem *Maker*, com ênfase no papel central dos Espaços 4.0. Este mapa reflete uma visão abrangente da Educação *Maker*, destacando a relevância de ambientes inovadores na promoção do pensamento crítico, da colaboração e da criatividade.

Figura 1 - Convergência entre os estudos de Martinez e Stager, Blikstein e Papert



Fonte: O autor (2024).

O mapa conceitual da Figura 1 posiciona o Espaço 4.0 como elemento central, articulando as contribuições de Martinez e Stager (2013), Seymour Papert e Paulo Blikstein. Ele ilustra como os Espaços 4.0 integram conceitos-chave como o Modelo TMI, o Construcionismo e os FabLabs, promovendo um aprendizado inovador

alinhado às demandas da Sociedade 4.0. Os nós conectados a Martinez e Stager (2013) destacam o papel das tecnologias avançadas e habilidades transversais; Papert enfatiza a reflexão e iteração na criação de artefatos tangíveis; e Blikstein reforça os FabLabs como espaços que democratizam a invenção e conectam práticas *Maker* ao currículo escolar.

Por fim, Paulo Blikstein reforça a importância dos *FabLabs* e *Makerspaces* como espaços de inovação, conectando-os ao conceito de Aprendizado *Maker* e às práticas promovidas pelos *FabLearn Labs*⁶.

Essa estrutura conceitual revela a complexidade e interdisciplinaridade da Aprendizagem *Maker* nos Espaços 4.0, demonstrando como diferentes teorias e práticas se entrelaçam para criar ambientes educacionais ricos, dinâmicos e integrados. No entanto, questões como equidade de acesso⁷ e a formação adequada de educadores são aspectos que demandam atenção, pois impactam diretamente a implementação e a democratização desses espaços. Essas questões serão exploradas com maior profundidade nos capítulos subsequentes.

2.4.1. Contribuições de Martinez e Stager para a Educação *Maker*

Sylvia Libow Martinez e Gary Stager são dois pesquisadores proeminentes no movimento *Maker* educacional, especialmente reconhecidos por seu livro seminal "*Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom*" (2013). Esta obra fundamenta-se nas teorias construcionistas de Seymour Papert e defende a integração das atividades *Maker* nos currículos escolares como uma maneira eficaz de promover a aprendizagem ativa, a criatividade e a inovação entre os estudantes.

Martinez e Stager (2019) baseiam suas ideias na filosofia construcionista, que postula que o conhecimento é construído ativamente pelos aprendizes à medida que

⁶ Os FabLearn Labs são uma iniciativa específica desenvolvida por Paulo Blikstein, focada na integração de práticas *Maker* em contextos educacionais formais. Diferentemente dos *Makerspaces* tradicionais, os FabLearn Labs têm uma ênfase pedagógica explícita, baseada nos princípios do Construcionismo de Seymour Papert, e são projetados para atender às demandas curriculares e educacionais das escolas. Esses laboratórios combinam ferramentas de fabricação digital com atividades estruturadas que promovem a aprendizagem ativa e interdisciplinar, frequentemente conectadas às áreas STEAM (Blikstein, 2013; Martinez; Stager, 2019).

⁷ Equidade no acesso refere-se à garantia de oportunidades iguais para todos os indivíduos, considerando suas origens socioeconômicas, raciais ou geográficas. No contexto educacional, isso inclui a implementação de estratégias que mitiguem disparidades e promovam um ambiente inclusivo, como observado nos esforços dos Espaços 4.0 em democratizar a Educação tecnológica e reduzir desigualdades educacionais e sociais (Blikstein, 2013a; Khamis; Alves, 2018).

eles interagem com o mundo ao seu redor e criam artefatos significativos. Inspirados pelas teorias de Papert, os autores argumentam que a melhor maneira de aprender é fazendo, uma premissa central para o movimento *Maker*. Os autores enfatizam que a aprendizagem *Maker* é uma extensão natural do Construcionismo , proporcionando um ambiente onde os estudantes podem aplicar conceitos teóricos em contextos práticos e tangíveis. Eles defendem que a Educação deve ir além da mera transmissão de conhecimento e engajar os alunos em atividades que incentivem a exploração, a experimentação e a criação.

No centro da proposta de Martinez e Stager está o modelo TMI, que serve como um framework ⁸ estruturado para orientar as práticas de aprendizagem *Maker*. Este modelo é composto por três fases principais: “*Think*” (Pensar), “*Make*” (Fazer) e “*Improve*” (Melhorar). A fase “*Think*” (Pensar) é o momento em que os alunos são incentivados a explorar ideias, discutir possibilidades e planejar seus projetos. Esta fase é indispensável para fomentar o pensamento crítico e a inovação, proporcionando uma base sólida para a execução dos projetos. Durante esta etapa, os alunos são motivados a identificar problemas, formular perguntas investigativas e desenvolver planos detalhados para seus projetos. A exploração de ideias e o planejamento estratégico são atividades centrais nesta fase, promovendo uma cultura de reflexão e criatividade.

A fase “*Make*” (Fazer) envolve a construção e a criação de artefatos tangíveis, utilizando uma variedade de ferramentas e materiais disponíveis nos Espaços *Maker*. Essa etapa é caracterizada pela aprendizagem prática, na qual os alunos aplicam conceitos teóricos em situações reais. A prática de “fazer” não só permite a internalização de conhecimentos, mas também desenvolve habilidades técnicas e de resolução de problemas. A colaboração entre pares é frequentemente incentivada nesta fase, promovendo o trabalho em equipe e a troca de conhecimentos entre os alunos.

A fase “*Improve*” (Melhorar) é dedicada à reflexão sobre o processo de criação e à incorporação de *feedback* para aprimorar os projetos. Martinez e Stager (2019) sublinham a importância da iteração e do refinamento contínuo como componentes

⁸ *Framework* refere-se a uma estrutura básica ou modelo conceitual utilizado para organizar e guiar o desenvolvimento de sistemas, soluções ou teorias. Ele oferece um conjunto de diretrizes ou práticas predefinidas que facilitam a implementação de projetos em diversas áreas, como tecnologia, Educação ou gestão.

essenciais do aprendizado *Maker*. Esta fase envolve a avaliação crítica do trabalho realizado, a identificação de áreas de melhoria e a implementação de mudanças com base no *feedback* recebido. A documentação do processo de criação também é uma prática recomendada, permitindo aos alunos revisitarem suas estratégias e aprender com suas experiências.

Martinez e Stager (2019) argumentam que os *Espaços Maker* são ambientes ideais para a implementação do modelo TMI, pois oferecem os recursos e a liberdade necessários para que os alunos explorem, experimentem e criem. Estes espaços são equipados com tecnologias avançadas, como impressoras 3D, cortadoras a laser e kits de robótica, que facilitam a realização de projetos complexos e inovadores. Os autores destacam que a aprendizagem *Maker* nos *Espaços Maker* não apenas desenvolve habilidades técnicas, mas também promove competências transversais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a colaboração. Através da iteração constante e da reflexão sobre o processo de criação, os alunos são incentivados a pensar de maneira crítica e a melhorar continuamente suas abordagens.

Martinez e Stager (2019) enumeram diversos benefícios da aprendizagem *Maker*, incluindo o engajamento ativo dos alunos, o desenvolvimento de habilidades técnicas essenciais para o século XXI, o fomento da criatividade e inovação, a promoção da colaboração e trabalho em equipe, e a aprendizagem reflexiva através do *feedback* e da documentação do processo. A aprendizagem *Maker* engaja os alunos de maneira ativa, tornando-os protagonistas de seu próprio processo de aprendizagem. Através do uso de tecnologias e ferramentas avançadas, os alunos desenvolvem habilidades técnicas essenciais para o século XXI. A liberdade para explorar e experimentar incentiva a criatividade e a inovação, permitindo que os alunos desenvolvam soluções únicas para problemas reais. Os projetos *Maker* frequentemente envolvem colaboração, ajudando os alunos a desenvolverem habilidades de comunicação e trabalho em equipe. A ênfase na reflexão e no *feedback* permite que os alunos aprendam com suas experiências e aprimorem continuamente suas habilidades e conhecimentos.

Os estudos de Martinez e Stager oferecem uma abordagem assertiva para a integração da aprendizagem *Maker* nos currículos escolares. Nos *Espaços Maker*, esta abordagem encontra um terreno fértil para prosperar, maximizando o potencial dos alunos para desenvolver habilidades técnicas e competências críticas para o

futuro.

2.4.2. A perspectiva de Paulo Blikstein sobre a Educação *Maker*

Paulo Blikstein, um dos principais pesquisadores contemporâneos na área da Educação *Maker*, tem contribuído significativamente para a compreensão e a prática da aprendizagem *Maker* em contextos educacionais. Seus estudos são fundamentados na crença de que a aprendizagem prática, a fabricação digital e a integração de tecnologias avançadas são fundamentais para preparar os alunos para os desafios do século XXI. Blikstein destaca que a Educação tradicional muitas vezes falha em engajar os alunos de maneira significativa e em desenvolver habilidades práticas e cognitivas essenciais. Em contrapartida, a aprendizagem *Maker* oferece uma alternativa poderosa, centrada na construção ativa do conhecimento através da criação de artefatos tangíveis (Blikstein, 2013b).

Blikstein (2013a) argumenta que a fabricação digital democratiza a invenção, permitindo que estudantes de todas as origens tenham acesso a ferramentas e tecnologias que antes eram exclusivas de especialistas e laboratórios industriais. Em seus *FabLabs* e *Makerspaces*, Blikstein implementa um ambiente de aprendizagem onde os alunos podem explorar suas próprias ideias, resolver problemas reais e colaborar em projetos multidisciplinares. Esses espaços são equipados com tecnologias como impressoras 3D, cortadoras a laser, kits de robótica e microcontroladores, que possibilitam a materialização de conceitos abstratos em produtos concretos.

Um dos principais projetos de Blikstein, o *FabLearn Labs*, exemplifica sua abordagem inovadora. Este projeto integra a fabricação digital no currículo escolar, fornecendo aos alunos as ferramentas e os recursos necessários para realizar projetos complexos e inovadores. Blikstein enfatiza que a aprendizagem *Maker* não se trata apenas de ensinar habilidades técnicas, mas de promover uma mentalidade de criadores e inovadores. Ele acredita que, ao envolver os alunos em atividades de fabricação digital, é possível desenvolver competências como pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade e colaboração (Blikstein, 2018).

Blikstein também destaca a importância da iteração e da reflexão no processo de aprendizagem *Maker*. Ele argumenta que a capacidade de tentar, errar e tentar novamente é crucial para o desenvolvimento de habilidades de inovação. Nos

FabLabs, os alunos são incentivados a refletir sobre seus projetos, identificar áreas de melhoria e iterar continuamente para aperfeiçoar suas criações. Este ciclo de *feedback* constante não apenas aprimora os resultados dos projetos, mas também fortalece a resiliência e a capacidade de aprender com os erros (Blikstein, 2016).

Além disso, Blikstein (2018), sublinha a importância da equidade na Educação *Maker*. Ele aponta que, para que a aprendizagem *Maker* tenha uma contribuição significativa, é importante garantir que todos os alunos, independentemente de sua origem socioeconômica, tenham acesso a esses recursos e oportunidades. Em seus estudos, Blikstein explora estratégias para tornar os *FabLabs* e *Makerspaces* mais inclusivos, promovendo a participação de grupos sub-representados e assegurando que todos os alunos possam se beneficiar das vantagens da Educação *Maker*.

Blikstein demonstra que, ao criar ambientes de aprendizagem que valorizam a construção ativa do conhecimento, a iteração, a reflexão e a inclusão, é possível transformar a Educação e preparar os alunos para enfrentar os desafios de um mundo em constante mudança. Suas contribuições destacam a importância de promover uma Educação que não apenas ensine conteúdos acadêmicos, mas que também desenvolva habilidades e mentalidades essenciais para a inovação e a cidadania global (Blikstein, 2013b; 2016; 2018).

2.4.3. O Construcionismo de Seymour Papert e a Educação *Maker*

O Construcionismo é uma teoria de aprendizagem criada por Seymour Papert, que defende que a construção de objetos físicos e digitais é uma maneira eficaz de aprendizagem. Ele acreditava que os estudantes aprendem melhor quando podem construir coisas que eles mesmos imaginam e criam, em vez de simplesmente consumir informações passivamente (Papert, 2007).

Os Espaços *Maker* são ambientes de aprendizagem que permitem a criação de projetos físicos e digitais, utilizando ferramentas e equipamentos de última geração. Além disso, esses espaços fomentam a colaboração, a criatividade e a resolução de problemas em equipe, oferecendo um contexto favorável para diversas práticas pedagógicas.

Esses ambientes são especialmente relevantes para a implementação do Construcionismo, pois possibilitam que os alunos experimentem, criem e construam com as próprias mãos, ao mesmo tempo em que desenvolvem habilidades e

competências em áreas como ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática (STEAM – sigla em inglês). É importante destacar que o STEAM se refere a uma abordagem interdisciplinar de ensino, que pode ser desenvolvida em qualquer espaço educacional, desde que promova a integração dessas áreas do conhecimento de forma criativa e contextualizada.

Papert acreditava que o aprendizado é mais eficaz quando os alunos podem aplicar conceitos teóricos em situações do mundo real, em projetos que os desafiam e os motivam a aprender. Os *Espaços Maker* permitem que os alunos desenvolvam projetos do início ao fim, o que significa que eles precisam pensar criticamente, resolver problemas e tomar decisões importantes para alcançar seus objetivos. Dessa forma, o Construcionismo é uma abordagem ideal para ser aplicada em *Espaços Maker*, pois a aprendizagem ocorre em um contexto significativo, no qual os alunos aprendem fazendo e criando (Resnick, 2020).

Estudos recentes, como os de Blikstein (2013a), Martinez e Stager (2019) e Sheridan *et al.* (2014), mostram que o Construcionismo aplicado em *Espaços Maker* pode ser uma forma efetiva de promover a aprendizagem em áreas como STEAM, além de desenvolver habilidades socioemocionais, como a colaboração, a comunicação e a resolução de conflitos. Segundo Blikstein (2013a), os *Espaços Maker* democratizam o acesso às ferramentas de fabricação digital, enquanto Martinez e Stager (2019) destacam a importância do modelo TMI para promover a reflexão crítica e a iteração em projetos práticos. Por sua vez, Sheridan *et al.* (2014) evidenciam como ambientes *Maker* impactam positivamente no desenvolvimento de competências colaborativas e na resolução de problemas.

Além disso, a abordagem construcionista pode contribuir para a redução da defasagem escolar e para melhorar a participação dos alunos nas atividades de aprendizagem. Essas práticas permitem que os estudantes desenvolvam tanto habilidades técnicas quanto socioemocionais, por meio da experimentação prática e da aprendizagem baseada em projetos.

A teoria do Construcionismo de Papert e os *Espaços Maker* são complementares, permitindo que os alunos aprendam de forma autônoma e ativa, aplicando conceitos teóricos em projetos práticos e desafiadores. A combinação dessas abordagens pode ajudar a promover a aprendizagem *Maker* e a desenvolver habilidades e competências relevantes para o século XXI (Sheridan *et al.*, 2014).

2.5. APRENDIZAGEM EM ESPAÇOS MAKER: UMA PERSPECTIVA INTEGRADORA

Seymour Papert, um dos principais proponentes do Construcionismo , revolucionou a Educação ao introduzir a ideia de que o conhecimento é mais bem construído quando os alunos estão ativamente engajados na criação de artefatos tangíveis. Embora tenha se inspirado nas teorias construtivistas de Jean Piaget, que destacam o papel ativo do indivíduo na construção do conhecimento, Papert ampliou essas ideias ao enfatizar a importância do contexto e do uso de tecnologias como ferramentas mediadoras do aprendizado (Papert, 2007).

O Construcionismo , portanto, diferencia-se do Construtivismo ao incorporar não apenas a construção física, mas também a criação de significado em ambientes ricos em interação social e suporte tecnológico. Suas ideias são especialmente relevantes no contexto dos Espaços *Maker*, onde a aprendizagem prática, colaborativa e baseada em projetos encontra terreno fértil para prosperar, promovendo o desenvolvimento de competências técnicas e criativas (Papert, 2007).

O Construcionismo , conforme delineado por Papert, sugere que as pessoas aprendem melhor quando estão envolvidas na construção de um produto tangível, seja ele um poema, uma torre de blocos ou um programa de computador (Papert, 2007). Essa abordagem pedagógica valoriza a criação de artefatos que são significativos para o aprendiz, facilitando uma compreensão mais profunda dos conceitos subjacentes.

Papert desenvolveu a linguagem de programação chamada Logo, projetada para ensinar conceitos de matemática e lógica de maneira intuitiva e envolvente. Através de Logo, as crianças podiam programar "tartarugas" para desenhar formas e padrões, tornando conceitos abstratos concretos e manipuláveis (Papert, 2007). Este princípio de tornar o abstrato tangível é central para os *Espaços Maker*, onde ferramentas como impressoras 3D, cortadoras a laser e kits de robótica permitem que os alunos materializem suas ideias.

Os *Espaços Maker* são ambientes que proporcionam os recursos e a liberdade para que os alunos explorem, experimentem e criem. Eles são uma manifestação prática do Construcionismo de Papert, oferecendo um contexto em que a teoria se encontra com a prática. Nestes espaços, os alunos têm acesso a tecnologias avançadas e materiais diversos, incentivando a experimentação e a inovação (Papert,

2007; Martinez; Stager, 2019).

Os princípios do Construcionismo se alinham perfeitamente com a filosofia dos *Espaços Maker*. Nesses ambientes, os alunos não apenas consomem conhecimento, mas o produzem. Eles aprendem através da interação direta com o material, construindo e reconstruindo até que compreendam os conceitos em um nível profundo. A natureza iterativa dos projetos *Maker* também reflete a ênfase de Papert na aprendizagem através da experimentação e da reflexão.

Papert sempre defendeu o uso de tecnologias digitais como meio de empoderar os alunos a explorar suas próprias ideias e resolver problemas de maneira criativa (Papert, 2007). Nos *Espaços Maker*, a integração de tecnologias como a programação, a eletrônica e a fabricação digital expandem as possibilidades de aprendizagem, permitindo que os alunos abordem problemas complexos e desenvolvam soluções inovadoras.

Por exemplo, projetos que envolvem programação de microcontroladores ou design de circuitos eletrônicos não apenas ensinam habilidades técnicas, mas também promovem o desenvolvimento de competências transversais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a colaboração. Essas experiências de aprendizagem são profundamente construcionistas, pois envolvem a construção ativa de conhecimento através da criação de artefatos funcionais e significativos.

Outro dos aspectos centrais do Construcionismo é a colaboração. Papert acreditava que a aprendizagem era amplificada quando os alunos trabalhavam juntos, compartilhando ideias e construindo conhecimento coletivamente (Papert, 1991). Nos *Espaços Maker*, a colaboração é uma prática comum. Os alunos frequentemente trabalham em grupos, trocando conhecimentos e habilidades para completar projetos complexos.

A reflexão sobre o processo de criação é parte integrante da experiência de aprendizagem construcionista. Papert (2007) enfatizava a importância de os alunos analisarem suas ações, identificando sucessos, falhas e suas causas. Tal análise é essencial nos *Espaços Maker*, ambientes que incentivam a iteração constante e a busca por melhorias.

Enquanto os princípios do Construcionismo de Papert fornecem uma base teórica robusta para a aprendizagem em *Espaços Maker*, a implementação prática desses princípios pode ser aprimorada através de *frameworks* estruturados que guiem o processo de aprendizagem como o modelo TMI (Martinez; Stager, 2019).

3. **MAKERSPACES: DEFINIÇÕES, HISTÓRICO E RELEVÂNCIA**

Os *Espaços Maker* são ambientes criados para promover a criatividade, a inovação e o aprendizado prático através da utilização de ferramentas e tecnologias diversas. Eles têm se tornado cada vez mais populares em escolas, universidades e outras instituições de ensino, pois acreditam-se que podem ter uma influência positiva na aprendizagem dos estudantes (Almeida, 2019).

Os *Makerspaces* são espaços comuns em muitas cidades do mundo, com predomínio nos países desenvolvidos, porém nos últimos anos esses espaços vêm ganhando destaques também no cenário nacional (Frosch, 2020). Estão inseridos em biblioteca, museus, escolas, universidades ou em instalações públicas ou privadas. Os *Makerspaces* são projetados com objetivos específicos, como servir aos indivíduos e às comunidades onde estão localizados e fornecer uma combinação de equipamento, comunidade e Educação para criar ou projetar algo novo (Sharma, 2021). Neste viés se consolidam como espaços de socialização, experimentação, lazer, aprendizado, mas também de ações sociais e empreendedorismo (Costa e Pelegrini, 2017).

Segundo Soster, Moura e Balaton (2021) um dos principais benefícios dos *Espaços Maker* é que eles permitem que os estudantes aprendam de maneira mais *hands-on*⁹ e concreta, em vez de simplesmente ouvir aulas teóricas ou ler sobre um assunto. Ao trabalhar com ferramentas e tecnologias reais, os estudantes podem ver de forma concreta como os conceitos que aprenderam se aplicam à vida real. Isso pode ajudar a tornar o aprendizado mais significativo e a fixar os conceitos de maneira mais eficaz.

Outro aspecto positivo dos *Espaços Maker* é que eles incentivam o desenvolvimento de soft skills. Ao trabalhar em projetos colaborativos, os estudantes aprendem a cooperar, dividir tarefas e se comunicar de forma eficaz. Isso é especialmente relevante em um mundo cada vez mais conectado, onde habilidades de colaboração e trabalho em equipe são altamente valorizadas.

Além disso, os *Espaços Maker* também podem ajudar a promover a inovação

⁹ *Hands-on* (mão na massa) refere-se a uma abordagem prática de aprendizagem ou trabalho, onde os participantes aprendem fazendo, ao invés de apenas ouvir ou ler sobre como fazer algo. Envolve a manipulação direta de materiais ou ferramentas e a execução prática de tarefas, permitindo aos envolvidos uma compreensão mais profunda e experiência direta com o assunto em questão.

e a criatividade. Ao dar aos estudantes a oportunidade de explorar e criar coisas novas, eles podem desenvolver habilidades de pensamento criativo e solução de problemas que podem ser úteis em muitas áreas da vida.

No entanto, é importante notar que os Espaços *Maker* também apresentam alguns desafios e oportunidades únicas. Por exemplo, garantir que os estudantes tenham acesso equitativo às ferramentas e tecnologias disponíveis nesses espaços pode ser difícil devido a fatores como disparidades socioeconômicas, limitações na infraestrutura escolar e disponibilidade de recursos financeiros para manutenção e aquisição de equipamentos. Em muitas instituições, a distribuição desigual de recursos tecnológicos e a falta de políticas públicas que priorizem a inclusão digital podem criar barreiras para estudantes de regiões menos favorecidas.

Além disso, os professores podem enfrentar desafios ao tentar integrar os projetos *Maker* em suas aulas, especialmente ao buscar equilibrar os objetivos curriculares tradicionais com as práticas experimentais dos Espaços *Maker*. Outro ponto crítico é preparar os estudantes para lidar com os desafios técnicos que podem surgir durante as atividades, o que requer não apenas capacitação, mas também um ambiente que favoreça a experimentação e o aprendizado iterativo (Soster, Moura e Balaton, 2021).

Para superar esses desafios e aproveitar ao máximo os benefícios dos *Espaços Maker*, é importante que as instituições de ensino invistam em treinamento adequado para professores e monitores e forneçam acesso equitativo às ferramentas e tecnologias disponíveis. É também importante ter um plano claro e bem estruturado para integrar os projetos *Maker* nas aulas e garantir que os estudantes estejam preparados para os desafios técnicos que podem surgir (Aleixo, 2021). Além disso, é importante envolver os estudantes no processo de criação dos projetos *Maker* e incentivá-los a tomar decisões e assumir a responsabilidade pelo seu próprio aprendizado. Isso pode ajudar a promover a autonomia e a confiança dos estudantes e pode ser um fator importante para o sucesso dos projetos *Maker* (Aleixo, 2021).

3.1. HISTÓRICO DOS MAKERSPACES

O termo *Makerspace* foi popularizado por Dale Dougherty, fundador da revista *Make*, em 2006, sendo caracterizado como espaços que permitem que as pessoas explorem e experimentem tecnologias de fabricação digital (Dougherty, 2012). Eles

são baseados em uma filosofia de compartilhamento, colaboração e aprendizado, onde as pessoas trabalham juntas para criar projetos e soluções inovadoras (Hatch, 2013).

Os *Espaços Maker* têm o potencial de desempenhar um papel importante na Educação, pois oferecem aos estudantes um ambiente prático para aprender habilidades importantes, como resolução de problemas, pensamento crítico e trabalho em equipe (Halverson; Sheridan, 2014). Além disso, os *Makerspaces* podem ser um trampolim para a inovação e o empreendedorismo, permitindo que as pessoas testem suas ideias e desenvolvam protótipos de produtos (Blikstein; Krannich, 2013).

No Brasil, os *Makerspaces* têm se desenvolvido rapidamente nos últimos anos. Muitos são mantidos por instituições de ensino, como a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Outros são mantidos por organizações da sociedade civil, como o Olabi, em São Paulo, e o *FabLab* Recife, em Pernambuco (Jesus; Cunha, 2022).

Os *Makerspaces* também têm um papel importante a desempenhar no desenvolvimento de comunidades locais. Eles podem atuar como catalisadores para o crescimento econômico, permitindo que empreendedores e pequenas empresas desenvolvam produtos e serviços inovadores (Blikstein; Krannich, 2013). Além disso, os *Makerspaces* podem ser usados para envolver comunidades regionais em projetos sociais, como a criação de soluções para problemas locais, fornecendo um espaço para colaboração e solução de problemas (Aleixo, 2021).

No mundo, o movimento *Maker* tem sido cada vez mais reconhecido como uma força poderosa na inovação e no desenvolvimento econômico. Empresas, governos e organizações sem fins lucrativos estão começando a investir em *Makerspaces* como uma forma de estimular a inovação e o empreendedorismo (Halverson; Sheridan, 2014). Além disso, os *Makerspaces* estão se tornando cada vez mais populares entre as gerações mais jovens, que estão interessadas em experimentar e criar com tecnologias de ponta (Blikstein; Krannich, 2013).

3.1.1. A transição do Movimento *Maker*: do DIY para o DIT

O movimento *Maker* surgiu na década de 2000, como uma proposta complementar à produção industrial tradicional, ampliando as possibilidades de

criação e inovação por meio da democratização de tecnologias e do incentivo à colaboração. Em vez de ser uma resposta contrária às práticas industriais, o movimento *Maker* promoveu um modelo mais acessível e flexível, que valoriza tanto a produção individual quanto a colaboração em rede, permitindo que pessoas comuns desenvolvam projetos inovadores fora dos moldes convencionais (Hatch, 2013).

Com o tempo, o movimento *Maker* foi se expandindo e se transformando em DIT, ou seja, a cultura do “faça junto”, em que a colaboração e a troca de conhecimento são valorizadas. Essa transformação pode ser observada em diversas iniciativas *Maker* ao redor do mundo, como o *FabLab* Barcelona, que promove a criação de redes de colaboração em projetos, e o Instructables, uma plataforma online para compartilhamento de projetos *Maker* (Eychenne; Neves, 2013).

Além disso, o movimento *Maker* tem se aproximado cada vez mais da indústria, através da prototipagem rápida e da produção em pequena escala, resultando em uma nova abordagem de produção conhecida como Manufatura Aditiva. Nesse contexto, a impressão 3D se tornou uma das principais tecnologias utilizadas em ambientes *Maker*, permitindo a produção rápida e personalizada de objetos (Anderson, 2013).

Rossi, Aparecida e Moon (2019) destacam que essa transformação do movimento *Maker* tem sido influenciada pelas novas tecnologias digitais e pela crescente conectividade entre pessoas e máquinas, que permitem uma maior colaboração e compartilhamento de conhecimento. Além disso, a cultura do faça junto tem se mostrado uma forma eficaz de lidar com problemas complexos e desafios globais, como a mudança climática e a desigualdade social. É importante ressaltar que essa transformação não significa a perda da essência DIY do movimento *Maker*, mas sim uma evolução que valoriza a colaboração e a troca de conhecimento, possibilitando a criação de soluções mais eficazes e sustentáveis.

A mudança de DIY para DIT tem sido impulsionada pelo surgimento de *Espaços Maker* colaborativos, como *Hackerspaces*¹⁰, *FabLabs* e *Makerspaces*. Esses espaços proporcionam um ambiente de trabalho compartilhado, onde pessoas de diferentes áreas e habilidades podem se reunir para desenvolver projetos e ideias em

¹⁰ *Hackerspaces* são locais colaborativos onde pessoas com interesses em computação, tecnologia, ciência, arte digital e DIT se encontram, socializam e colaboram em projetos. Esses espaços são equipados com ferramentas e recursos compartilhados, incentivando a inovação, o aprendizado e a criação conjunta.

conjunto, trocando conhecimento e experiências (Gershendeld, 2012).

A cultura DIT também tem sido fomentada pela expansão da tecnologia, que tem permitido uma maior conectividade e colaboração entre as pessoas. Através da internet, por exemplo, é possível encontrar comunidades *Maker* em todo o mundo, trocando informações e conhecimento sobre projetos e tecnologias.

A transformação do movimento *Maker* de DIY para DIT tem trazido benefícios significativos, como a promoção de uma cultura de colaboração e compartilhamento, a democratização do acesso à tecnologia e a expansão do conhecimento técnico para um público mais amplo. Além disso, essa mudança tem aberto caminho para a criação de soluções mais complexas e inovadoras, que envolvem a combinação de diversas habilidades e conhecimentos (Anderson, 2013).

Gershenfeld (2012) destaca ainda que os elementos que indicam a mudança do movimento *Maker* de DIY para DIT representam uma evolução significativa, que tem permitido uma maior colaboração e compartilhamento de conhecimento entre as pessoas. Esse novo modelo tem sido impulsionado pelo surgimento de *Espaços Maker* colaborativos e pela expansão da tecnologia, que tem permitido uma maior conectividade entre as pessoas. Essa transformação tem trazido benefícios significativos, promovendo uma cultura de colaboração e democratizando o acesso à tecnologia.

3.2. FABLABS E SUA IMPORTÂNCIA PARA O MOVIMENTO MAKER

Os *FabLabs*, um subtipo de Espaço *Maker*, surgiram no início dos anos 2000 no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), em Cambridge, nos Estados Unidos. Esses laboratórios foram os precursores dos ambientes de inovação *Maker* contemporâneos (Rossi, Aparecida e Moon, 2019). O termo "*FabLab*" foi cunhado por Neil Gershenfeld, diretor do *Center for Bits and Atoms* do MIT, para descrever espaços equipados com tecnologias de fabricação digital, como cortadoras a laser e impressoras 3D, onde as pessoas poderiam construir artefatos e protótipos (Gershenfeld, 2012).

Os *FabLabs* diferenciam-se de outros tipos de Espaços *Maker* por sua estrutura formal e seu vínculo à rede global coordenada pela *Fab Foundation*, criada em 2009. Essa fundação estabelece padrões específicos de ferramentas e metodologias, além de oferecer treinamento, orientação e recursos para apoiar os *FabLabs* em suas

comunidades. Em contrapartida, o termo *Espaço Maker* possui uma definição mais ampla e flexível, podendo ser independentes ou vinculados a instituições de ensino, empresas ou organizações comunitárias. Enquanto os *FabLabs* seguem diretrizes mais uniformes devido à sua ligação com a rede global, os *Espaços Maker* adaptam suas ferramentas e métodos aos contextos e necessidades locais (Gershenfeld, 2012).

A ideia dos *FabLabs* rapidamente se espalhou pelo mundo, e hoje existem laboratórios em mais de 100 países. Esses espaços desempenham um papel fundamental no Movimento *Maker*, democratizando o acesso a tecnologias avançadas e promovendo a aprendizagem prática e colaborativa. Além disso, os *FabLabs* continuam sendo catalisadores de inovação, permitindo que indivíduos e comunidades desenvolvam soluções criativas para desafios locais e globais.

Segundo Rossi, Aparecida e Moon (2019), o primeiro *FabLab* brasileiro foi criado em 2010, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Desde então, a rede de *FabLabs* no país tem crescido rapidamente, impulsionada pela demanda por espaços de aprendizagem prática e criativa. Hoje, existem mais de 80 *FabLabs* registrados no Brasil, de acordo com o mapa da *Fab Foundation* (*FabLab*, 2023).

A popularização dos *Espaços Maker* está relacionada à democratização do acesso a tecnologias de fabricação digital, bem como à crescente valorização da cultura DIY e DIT. Através dos *Espaços Maker*, pessoas de todas as idades e níveis de habilidade podem se envolver em projetos criativos e inovadores, experimentar tecnologias emergentes e aprender fazendo. Os *FabLabs* são uma importante engrenagem para a disseminação do Movimento *Maker* na sociedade, sendo a principal inspiração para a criação dos *Espaços 4.0* (Brasil, 2020).

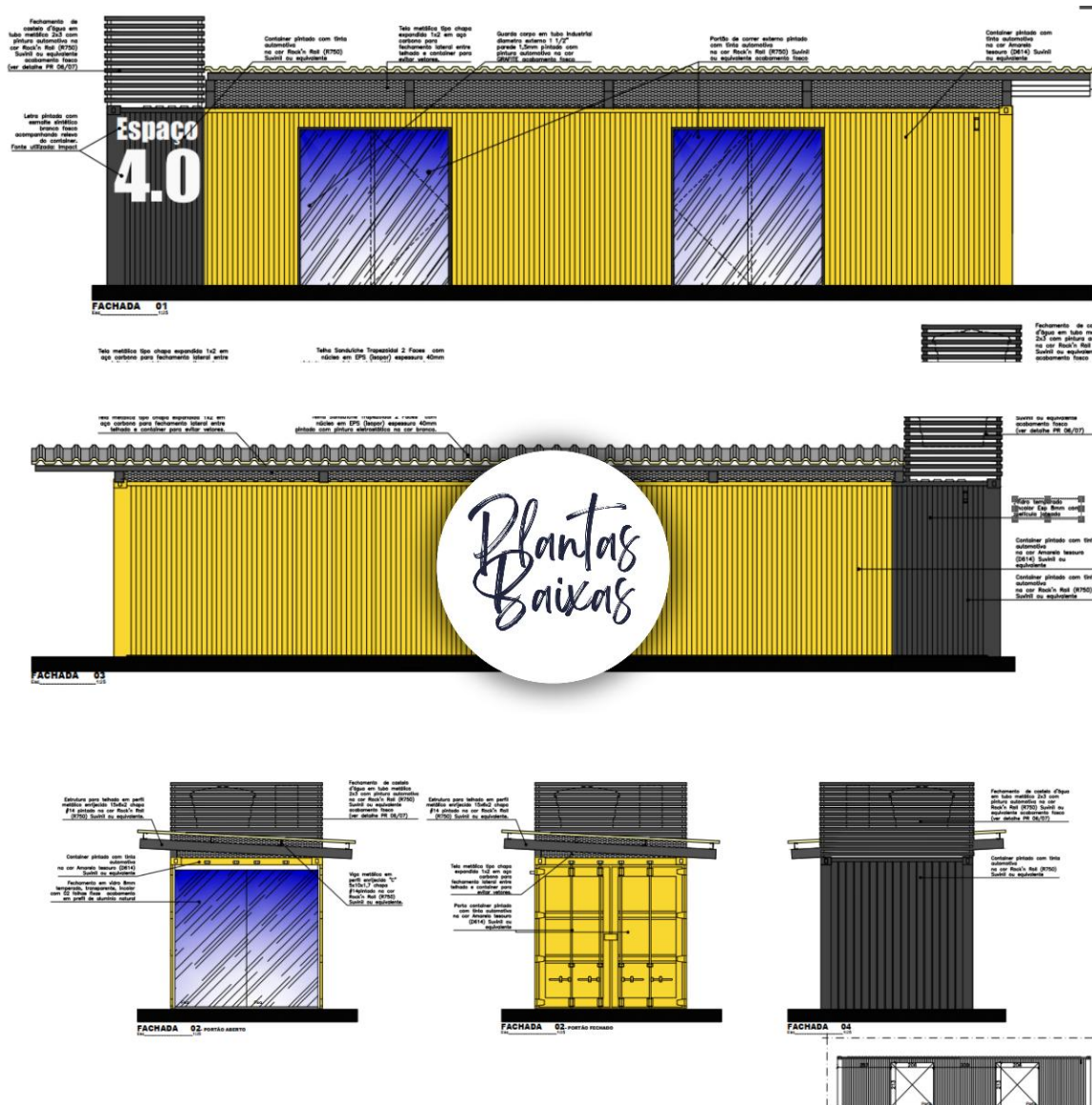
3.3. OS ESPAÇOS 4.0 DO INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS

O projeto *Espaço 4.0* consiste em ambientes de produção criativa com o propósito de fomentar a inovação por meio da instalação de contêineres customizados e equipados com recursos modernos de tecnologia, tais como: computadores, impressoras 3D, drones, painéis solares, cortadora a laser, kits de Robótica, kits de Internet das Coisas e eletrônica. O principal foco é ofertar cursos de capacitação para jovens de 15 a 29 anos com ênfase nas competências da Indústria 4.0 (Brasil, 2020).

A denominação "Espaço 4.0" reflete sua conexão direta com os conceitos da Indústria 4.0, caracterizada pela integração de tecnologias avançadas, como automação, Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e manufatura digital. Esses espaços foram projetados para preparar jovens para os desafios da Sociedade 4.0, oferecendo uma formação prática e tecnológica que os capacite para o mercado de trabalho e as demandas contemporâneas por inovação e adaptação às transformações digitais (Brasil, 2020).

A Secretaria Nacional da Juventude disponibilizou o projeto arquitetônico do Container Customizado (vide Figura 2). As dimensões, conforme o projeto arquitetônico, são: Container de 40 pés, 1 unidade com área de interna 26,63 m². Os projetos complementares de instalação elétrica e hidráulica do container customizado foram igualmente disponibilizados pela SNJ (Brasil, 2020).

Figura 2 - Projeto arquitetônico do Espaço 4.0



Fonte: Brasil (2020).

De acordo com Brasil (2020), a modalidade Container foi assim pensada por estar diretamente relacionada a espaços diferenciados e inovadores. Esses espaços podem ser reformulados e reutilizados recebendo, dessa forma, novo conceito e agregando valor à nova forma de utilização. Além disso, algumas vantagens de se utilizar tais espaços em contêiner customizados podem ser mencionadas, como:

- Economia: custo x benefício se comparado à alvenaria;
- Rapidez: por serem espaços modulares e padronizados, há certa velocidade de fabricação e agilidade de instalação;
- Sustentabilidade: edificação sustentável (através de reaproveitamento e customização de contêineres marítimos) e proteção ambiental;
- Qualidade: longa durabilidade e dimensões exatas que facilitam o projeto arquitetônico do espaço;
- Inovação: promoção da cultura da inovação e criatividade dentro de um espaço conceito elaborado pela SNJ totalmente reformulado para o recebimento de jovens de 15 a 29 anos;
- Versatilidade: projetos customizados que podem ser instalados em diversos locais.

Os Espaços 4.0 representam uma inovação no contexto educacional do IFAL, proporcionando ambientes propícios à aprendizagem prática e colaborativa, essenciais para o desenvolvimento das competências da Sociedade 4.0. A seguir, serão exploradas as estratégias de implementação desses espaços.

3.3.1. Estratégia de implementação

O projeto Espaço 4.0 foi originalmente implementado e executado em 06 (seis) *campi* do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) até o período de maio 2023, período em que se finalizou a coleta de dados desta pesquisa. Os *campi* contemplados (Arapiraca, Maragogi, Palmeira dos Índios, Santana do Ipanema, São Miguel dos Campos e Viçosa) foram os primeiros a receber essa estrutura inovadora. É importante destacar que, após o período de maio de 2023, o IFAL deu continuidade à expansão deste projeto, resultando na implantação de novos contêineres em outros *campi*.

Cada campus participante do projeto Espaço 4.0 apresentou toda a infraestrutura necessária para a implementação e o desenvolvimento das atividades, incluindo rede de esgoto, rede elétrica e internet.

O projeto Espaço 4.0 foi planejado e desenvolvido através das seguintes etapas:

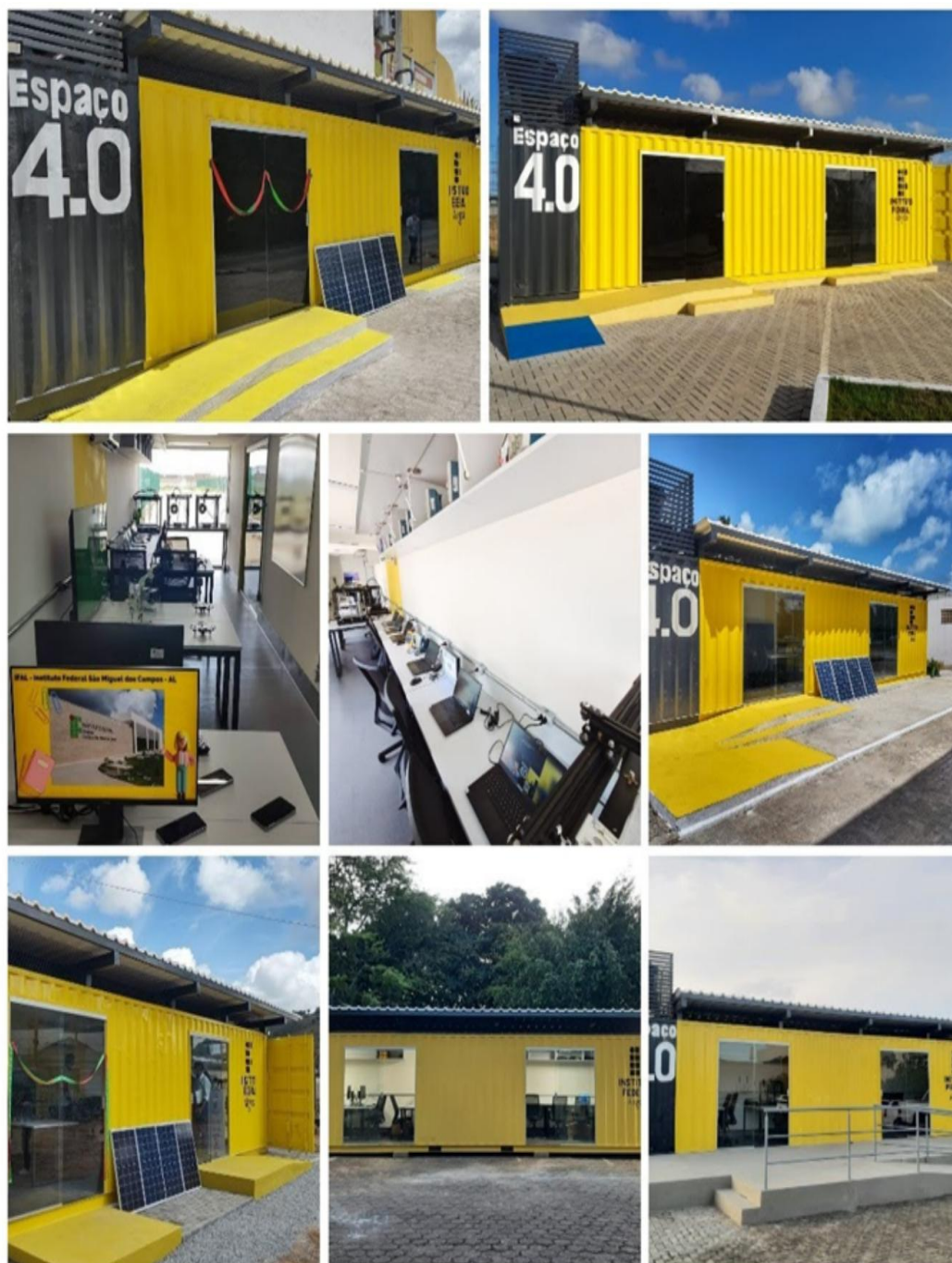
- Levantamento e preparo do local onde será instalado o Espaço 4.0.
- Faturamento e compra do contêiner para implementação do projeto.
- Construção e implementação do Espaço 4.0.
- Faturamento e compra do material a ser utilizado no Espaço 4.0.
- Realização de atividades de manutenção do Espaço 4.0.
- Planejamento e implementação das ações a serem desenvolvidas no Espaço 4.0.
- Seleção dos jovens a serem atendidos no Espaço 4.0.
- Realização de cursos e oficinas de capacitação no Espaço 4.0.
- Desenvolvimento de projetos no Espaço 4.0.
- Aplicação de questionários avaliativos, análise dos projetos finais desenvolvidos por cada turma, realização de seminários e registro das atividades para avaliação do alcance dos objetivos das atividades propostas.
- Realização de relatórios mensais, para acompanhamento do alcance e metas, bem como da execução das ações planejadas no projeto.

Essencialmente, esses espaços são laboratórios inspirados nos *FabLabs* do MIT, e por meio dos equipamentos disponíveis, os jovens são estimulados a produzirem protótipos e soluções para problemas reais demandados pela indústria e pela comunidade. O propósito dos cursos é formar os estudantes seguindo a tendência mundial, pautada pela chamada Economia 4.0 - união das tecnologias disruptivas, que mudaram os negócios, o mercado de trabalho e a própria sociedade - em que as habilidades desenvolvidas nestes espaços preparem os jovens para o mundo do trabalho e inspirem atividades empreendedoras (Brasil, 2020).

O projeto visa a oferta de atividades de formação para jovens na faixa etária de 15 a 29 anos, que são desenvolvidas no interior do Espaço 4.0. Para isso, foram ofertados por semestre, em 06 campi diferentes, 10 (dez) cursos/subprojetos, com turmas de até 10 (dez) alunos, com carga horária semanal definida de acordo com a disponibilidade dos instrutores (professores) selecionados para o projeto.

Os contêineres do Espaço 4.0, projeto objeto dessa pesquisa, foram instalados nas dependências dos Campi de: Palmeira dos Índios/AL, Maragogi/AL, Santana do Ipanema/AL, Viçosa/AL, São Miguel dos Campos/AL e Arapiraca/AL no período de outubro de 2021 a março de 2022 conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Contêineres do Espaço 4.0 instalados nos Campi

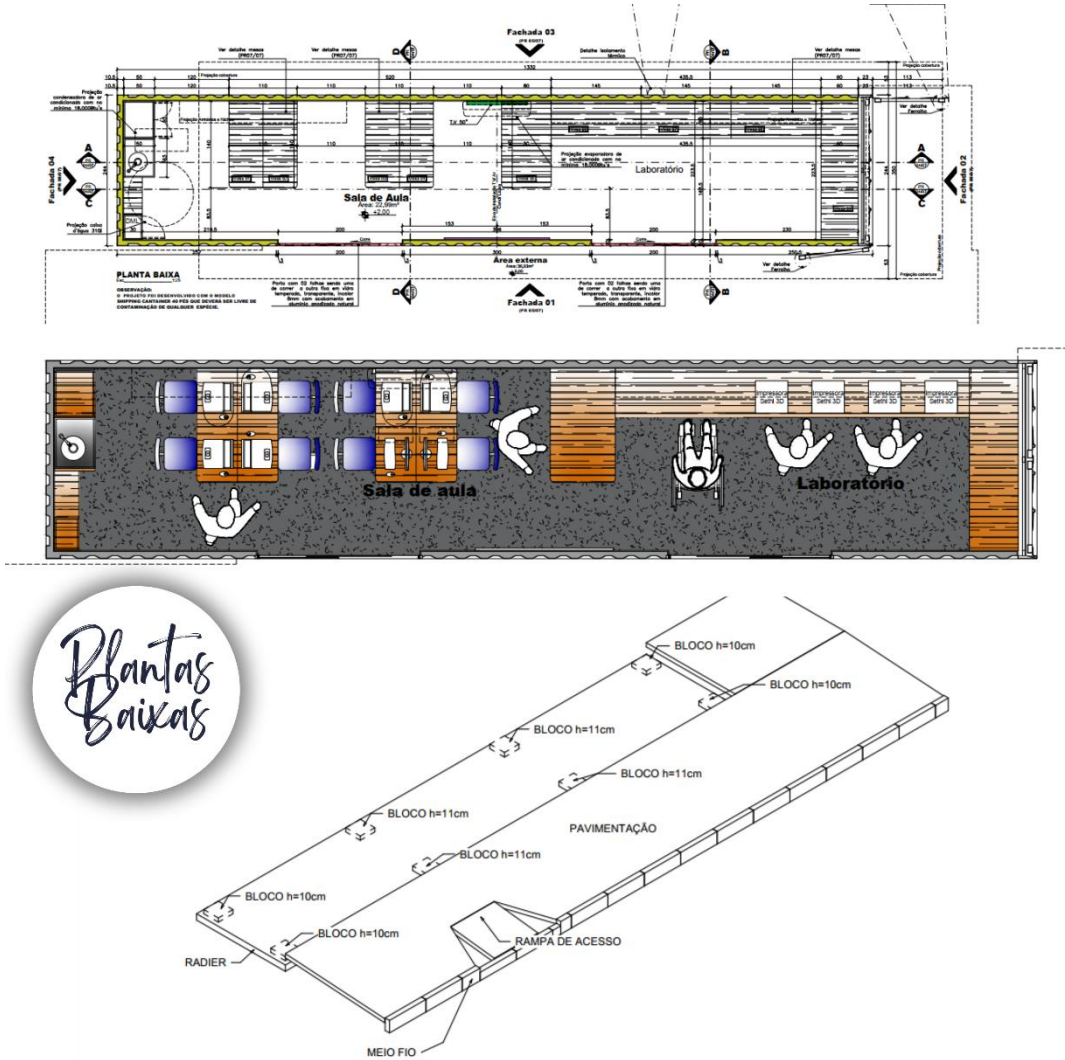


Fonte: O autor (2022).

Conforme mostrado na Figura 4, os Espaços 4.0 dispõem de oito computadores

em cada ambiente. Com turmas de oito alunos, cada estudante tem acesso a um dispositivo.

Figura 4 - Planta baixa interna do Espaço 4.0



Fonte: Brasil (2020).

A Tabela 2 lista os equipamentos disponíveis em cada unidade dos Espaços 4.0 do IFAL, sendo investido cerca de R\$ 500.000,00 em cada unidade (valores de 2021).

Tabela 2 - Lista de equipamentos disponíveis em cada unidade do Espaço 4.0 (valores de 2021)

Descrição do Bem ou Serviço	Quant.	Valor Unitário
Contêiner adaptado, conforme padrão arquitetônico estabelecido pela SNJ, com Equipamentos/Material de Infraestrutura e de copa.	1	R\$ 152.769,32

Impressora 3 D	4	R\$ 5.925,00
Estrutura de proteção e suporte de painéis fotovoltaicos para contêiner (toldo)	1	R\$ 1.200,00
Equipamentos de informática:		
Smartphone	5	R\$ 1.699,00
Kit Roteadores <i>Mesh</i>	1	R\$ 1.270,06
Equipamentos de Internet das Coisas:		
Kit Internet das Coisas (IoT)	12	R\$ 655,78
Kit Robô Móvel	8	R\$ 99,90
Kit Robô seguidor de linha	8	R\$ 52,90
Kit Braço Robótico	5	R\$ 111,90
Kit Engrenagens, Polias, Correias - diversos (75 peças)	8	R\$ 44,83
Drone Branco Câmera 5 MP Vídeo HD	4	R\$ 990,00
Drone Branco Câmera 50 MP Vídeo 4K	1	R\$ 5000,00
<i>Raspberry Pi Zero W</i>	8	R\$ 300,00
Módulo WiFi ESP32 com Suporte de Bateria, GPS e LORA 915MHZ	8	R\$ 350,00
Conversor Analógico Digital 4 canais ADS1115	8	R\$ 50,00
Tomada Inteligente WI-FI 16A Bivolt Plug Padrão Brasil 3 pinos - branco WI-FI 2.4GHz	5	R\$ 110,00
<i>Smart</i> Lâmpada Wi-Fi, Positivo Casa Inteligente, LED 10W, Branco Frio e Quente, compatível com Alexa	5	R\$ 99,90
Suprimentos de informática:		
Filamento PLA (1 kg)	15	R\$ 112,85
Filamento ABS (1 kg)	6	R\$ 98, 85
Micro SD card 32GB - U3	5	R\$ 115,00
Cabo Micro HDMI v1.4 1,5m	5	R\$ 40,00
Cabo Mini HDMI v1.4 1,5m	5	R\$ 55,00
Adaptador HDMI Fêmea para Mini HDMI Macho	5	R\$ 25,00
Fonte DC Chaveada 5V 2A Micro USB	8	R\$ 45,00
Fonte DC Chaveada 5V 3A USB Tipo C	5	R\$ 115,00
Ferramentas, acessórios e instrumentos:		
Kit de ferramentas manuais	2	R\$ 307,63
Kit de ferramentas para reparo de celular, notebook e tablet	2	R\$ 75,00
Kit Retífica com 36 acessórios e 3 acoplamentos + Kit 160 Peças + Suporte vertical para bancada	1	R\$ 1.408,27
Furadeira e Parafusadeira + kit brocas e bits	1	R\$ 483,30
Fita Isolante Antichama 20 Metros Preto	13	R\$ 21,58
Ferro de soldar, potência 60 W, tensão 220 V	8	R\$ 74,30
Suporte para ferro de solda	8	R\$ 35,05

Suporte para Placa de Circuito Impresso SP-1	8	R\$ 48,96
Sugador de Solda	6	R\$ 31,80
Solda Estanho 60x40 1mm	8	R\$ 100,00
Percloroeto de Ferro	8	R\$ 82,75
Painel Solar Fotovoltaico 60W	4	R\$ 314,83
Lâmpada de LED 220V x 10 Watt Base E27	8	R\$ 25,00
Quadro Branco	1	R\$ 169,00
Câmera de vigilância para o contêiner	2	R\$ 1.000,00
Multímetro Digital	8	R\$ 65,00
Conector RJ-45 (100 unid.)	3	R\$ 50,00
Rolo de Cabo Cat 5e - UTP	1	R\$ 359,90
Kit - Testador e Localizador de Cabo de Rede	2	R\$ 149,90
Testador de Cabos de Rede e Alicates de Crimpar	2	R\$ 399,90
Ar-condicionado	2	R\$ 3.000,00
Cadeira escritório	10	R\$ 600,00
Smart TV ou projetor multimídia	1	R\$ 3.000,00
Tablet	2	R\$ 548,00
Computador Desktop	2	R\$ 4.799,00
Notebook	6	R\$ 3.788,25
Cortadora a Laser	1	R\$ 10.724,65
Acrílico	1	R\$ 450,00
Madeira MDF	300	R\$ 1,50
Serrote	1	R\$ 70,00
Assistente virtual <i>smart speaker</i> com <i>wi-fi</i> integrado	1	R\$ 616,78

Fonte: O autor (2022).

O projeto Espaço 4.0 surgiu com o intuito de levar conhecimento e inclusão digital a jovens em situação de vulnerabilidade, alinhando-se às diretrizes da ONU sobre Educação inclusiva e ao Estatuto da Juventude, que assegura acesso à ciência, tecnologia e inclusão digital (Brasil, 2013; 2020). Essa iniciativa integra tecnologias da Indústria 4.0 e contribui para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A consolidação desses projetos indica um compromisso crescente com metodologias inovadoras na Educação. No próximo capítulo, será examinada a legislação educacional brasileira e a Política Nacional de Educação Digital, evidenciando como se articulam com a Cultura *Maker* e o projeto Espaço 4.0.

4. A LEGISLAÇÃO EDUCACIONAL BRASILEIRA E A CULTURA *MAKER*

Este capítulo examina a relação entre a legislação educacional brasileira e a Cultura *Maker*, destacando como os princípios legais vigentes no país oferecem suporte para a implementação de práticas educacionais inovadoras. A análise aborda marcos legais, como a Constituição Federal de 1988 e a Política Nacional de Educação Digital, sancionada em 2023, conectando seus preceitos à filosofia *Maker*, que promove a aprendizagem ativa, criativa e prática.

A Cultura *Maker* tem ganhado destaque na Educação brasileira, especialmente após a sanção da Política Nacional de Educação Digital em 2023. Entretanto, a legislação educacional brasileira já contemplava, de forma indireta, princípios alinhados à Cultura *Maker*. A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 205, estabelece que a Educação é direito de todos e dever do Estado e da família, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. O artigo 206, inciso II, assegura a liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, a arte e o saber, princípios que ressoam com a filosofia *Maker* de aprendizagem ativa e criativa. (Brasil, 1988).

4.1. A LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394/1996, estabelece em seu artigo 4º, inciso XII, que é dever do Estado garantir a Educação digital, com a conectividade de todas as instituições públicas de Educação básica e superior à internet de alta velocidade (Brasil, 2006). Essa disposição abre espaço para a inclusão de disciplinas e projetos que estimulem a criatividade e a experimentação, elementos centrais da Cultura *Maker* (Brasil, 2023).

A LDB apresenta princípios compatíveis com a Cultura *Maker*. O artigo 1º define a Educação como um processo formativo que se desenvolve na relação entre educando e educador, numa perspectiva de interação, comunicação e construção do conhecimento. O artigo 2º estabelece que a Educação deve ser desenvolvida prioritariamente no ambiente escolar, enquanto o artigo 36 prevê a inclusão de vivências práticas de trabalho no setor produtivo ou em ambientes de simulação (Brasil, 2006).

Em janeiro de 2023, foi sancionada a Lei nº 14.533, que institui a Política Nacional de Educação Digital (PNED). Essa lei visa promover a inclusão digital, a capacitação e a especialização em tecnologias da informação e comunicação, além de fomentar a pesquisa e o desenvolvimento na área. A PNED estabelece diretrizes para a integração de competências digitais nos currículos da Educação básica, alinhando-se aos princípios da Cultura *Maker* ao incentivar a aprendizagem prática e a inovação (Brasil, 2023).

Embora a LDB não trate especificamente da Cultura *Maker*, ela contempla aspectos que podem ser relacionados a essa abordagem educacional. A implementação de Espaços *Maker* e a inclusão de disciplinas e projetos que estimulem a criatividade e a experimentação podem ser entendidas como possibilidades abertas pela legislação, desde que planejadas e executadas em consonância com os objetivos e diretrizes estabelecidos pelo sistema educacional brasileiro.

4.2. BNCC – HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um marco regulador que define as competências e habilidades essenciais que os estudantes brasileiros devem desenvolver ao longo da Educação básica, alinhando-se às demandas contemporâneas da Educação. A Cultura *Maker*, embora não mencionada explicitamente, permeia a BNCC de forma transversal, especialmente em áreas que incentivam a experimentação, a criatividade e a resolução de problemas (Brasil, 2018).

Entre as dez competências gerais da BNCC, a competência número 5, voltada para a cultura digital, destaca-se por sua relação direta com os princípios da Cultura *Maker*. Essa competência propõe que os estudantes sejam capazes de "utilizar diferentes linguagens – verbal, corporal, visual, sonora e digital – para se expressar e compartilhar informações, produzir sentidos e continuar aprendendo" (Brasil, 2018, p. 12). No contexto *Maker*, isso se traduz no uso de ferramentas digitais e tecnológicas para criar, prototipar e resolver problemas, promovendo o aprendizado ativo e significativo (Martinez e Stager, 2019).

Além disso, a competência geral número 4, que trata do pensamento crítico, também dialoga com a Cultura *Maker* ao incentivar os estudantes a analisar situações,

identificar problemas e buscar soluções criativas (Brasil, 2018). Como observado por Papert (2007), a aprendizagem construcionista, central na Cultura *Maker*, enfatiza a resolução de problemas em contextos reais, conectando conhecimentos teóricos a práticas concretas.

A BNCC também enfatiza a importância do aprendizado colaborativo e interdisciplinar, características centrais da Cultura *Maker*. Por exemplo, a área de Ciências da Natureza promove o desenvolvimento de habilidades investigativas e experimentais, alinhando-se às práticas *Maker* (Blikstein, 2013). Já na área de Matemática, as competências relacionadas à resolução de problemas encontram ressonância na abordagem *Maker*, onde os alunos aprendem fazendo e aplicando conhecimentos teóricos em projetos práticos (Gershenfeld, 2012).

A BNCC apresenta um ambiente normativo propício para a adoção da Cultura *Maker* nas escolas brasileiras. Explorar as possibilidades da BNCC para integrar a Cultura *Maker* no currículo escolar é um passo importante para promover uma Educação mais inovadora, inclusiva e alinhada às demandas da Sociedade 4.0 (Brasil, 2023).

4.2.1. A BNCC e o ensino de computação nos *Espaços Maker*

A BNCC, homologada em 2017, estabelece diretrizes curriculares nacionais para a Educação básica brasileira. Em 2022, foi publicado um complemento à BNCC sobre Computação, que estabelece diretrizes para a inclusão da computação na Educação básica. Esse complemento foi elaborado pela Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação (CNE) e contou com a participação de especialistas da área de computação, Educação e políticas públicas. O documento estabelece competências, habilidades e conhecimentos específicos em computação que devem ser desenvolvidos pelos alunos da Educação básica (Conselho Nacional de Educação, 2022).

A obrigatoriedade do ensino de computação na Educação básica brasileira a partir de 2023 representa um marco importante para a Educação brasileira. A computação está presente em todos os aspectos da vida moderna, desde as atividades cotidianas, como o uso de aplicativos e redes sociais, até as atividades profissionais, como a automação industrial e a inteligência artificial. Por isso, é importante que os alunos desenvolvam uma compreensão básica dos conceitos e

princípios da computação em ambientes propícios para esse fim (Sociedade Brasileira de Computação, 2019).

O ensino de computação na Educação básica também pode contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades importantes para o mercado de trabalho, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a criatividade. Essas competências são cada vez mais valorizadas pelas empresas e são essenciais para o sucesso profissional (Sociedade Brasileira de Computação, 2019).

Para que a implementação do ensino de computação seja bem-sucedida, é importante que as escolas e os professores estejam preparados para essa mudança. A formação de professores, o acesso a recursos tecnológicos e o planejamento curricular são aspectos essenciais para a implementação eficaz do ensino de computação na Educação básica (Sociedade Brasileira de Computação, 2019).

Os Espaços *Maker* podem ser uma ferramenta vantajosa para a implementação do ensino de computação na Educação básica. Eles podem proporcionar aos alunos oportunidades de explorar conceitos e habilidades de computação de forma prática e envolvente. Além disso, os Espaços *Maker* podem contribuir para o desenvolvimento de competências socioemocionais, como a colaboração, a comunicação e a empatia.

4.2.2. Política Nacional de Educação Digital (PNED)

A Lei Nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023, é um importante marco legislativo na Educação brasileira, estabelecendo a Política Nacional de Educação Digital. Esta lei tem como objetivo principal incrementar a integração de tecnologias digitais no sistema educacional do Brasil, visando aprimorar o acesso e a qualidade do ensino relacionado às competências digitais (Brasil, 2023).

A PNED promove uma série de estratégias e diretrizes focadas na Educação digital. Entre as principais ações destacam-se o desenvolvimento de competências digitais em alunos da Educação básica, promovendo projetos pedagógicos em áreas como lógica, algoritmos, programação e ética digital. Além disso, a lei enfatiza a importância de ferramentas de autodiagnóstico de competências digitais para profissionais da Educação e estudantes, bem como o estímulo ao interesse em carreiras relacionadas à ciência, tecnologia, engenharia e matemática (Brasil, 2023).

Um ponto significativo da lei é a sua atenção à inclusão, promovendo a adoção

de critérios de acessibilidade e a inclusão de estudantes com deficiência. Isso se alinha com a ênfase da lei na tecnologia assistiva, que engloba produtos e serviços focados na funcionalidade e aprendizagem para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

A Lei Nº 14.533 também estabelece o eixo de Capacitação e Especialização Digital, que visa capacitar a população em idade ativa, fornecendo oportunidades para o desenvolvimento de competências digitais voltadas para o mundo do trabalho. Isso inclui a promoção de acesso a oportunidades de desenvolvimento em áreas específicas das TICs e a implementação de uma rede nacional de cursos relacionados a competências digitais (Brasil, 2023).

Outro eixo abordado pela lei é o de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias da Informação e Comunicação, que tem como objetivo desenvolver e promover TICs acessíveis e inclusivas. A lei incentiva a implementação de programas nacionais para o desenvolvimento de TICs e a promoção de parcerias para a inclusão digital (Brasil, 2023).

A Lei Nº 14.533 de 2023 promove a inclusão, a inovação e o desenvolvimento de competências digitais essenciais para a sociedade contemporânea, representando um avanço significativo na integração da tecnologia no sistema educacional do Brasil (Brasil, 2023). É um passo significativo em direção ao estabelecimento de uma abordagem educacional mais moderna e integrada com tecnologia no Brasil. Ela não apenas se alinha com os objetivos da BNCC, mas também apoia os princípios da Educação *Maker*, promovendo uma Educação que seja ao mesmo tempo inclusiva, prática e alinhada com o fomento da adoção de tecnologias digitais como ferramentas de ensino. Esses Espaços *Maker*, nos quais os alunos podem explorar, criar e inovar, são fundamentais para a adoção de tecnologias digitais como ferramentas de ensino.

5. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Este capítulo apresenta a Revisão Sistemática da Literatura desta tese, cujo objetivo foi identificar estudos relativos aos processos de ensino e aprendizagem em *Makerspaces*, contemplando suas características, os tipos de qualificação profissional proporcionados e as contribuições dos habitats de inovação *Maker* para a formação dos estudantes (Albuquerque; Cavalcante, 2023).

Em comparação com trabalhos relacionados, esta pesquisa aprofundou a compreensão das contribuições dos *Makerspaces* no ensino técnico e profissionalizante, ressaltando a necessidade de superar desafios como a formação de professores, infraestrutura adequada e inclusão de alunos com necessidades específicas para uma implementação eficaz desses ambientes *Maker* nesse contexto (Sousa; Gomes, 2022; Sharma, 2021).

Essa revisão foi adaptada do protocolo proposto por Kitchenham (2004) e da metodologia proposta por Sousa e Gomes (2022) e segue a metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analysis* (PRISMA) (Moher *et al.*, 2009). A estratégia PICOC (população, intervenção, comparação, resultados, contexto) de Jalali e Wohlin (2012) foi utilizada para delimitar as questões de pesquisa, e, a partir dela, as seguintes características foram definidas para a RSL:

- População: Estudantes;
- Intervenção: Qualificação profissional através de habitats de inovação *Maker*;
- Comparação: Não de Aplica;
- Resultados: Identificar os cenários de aprendizagem discente em ambientes *Maker*;
- Contexto: Ambientes *Maker*.

As buscas pelos trabalhos foram realizadas no período de dezembro de 2022 a janeiro de 2023, durante todo o período em que se percorreu as etapas do protocolo proposto para a revisão da literatura.

5.1. A FERRAMENTA PARSIF.AL: APLICAÇÃO NA REVISÃO SISTEMÁTICA

A ferramenta Parsif.al (disponível em <https://parsif.al/>) foi utilizada neste protocolo para auxiliar no planejamento, condução e organização da pesquisa. Esta aplicação consiste em uma plataforma online para dar suporte a realização de uma

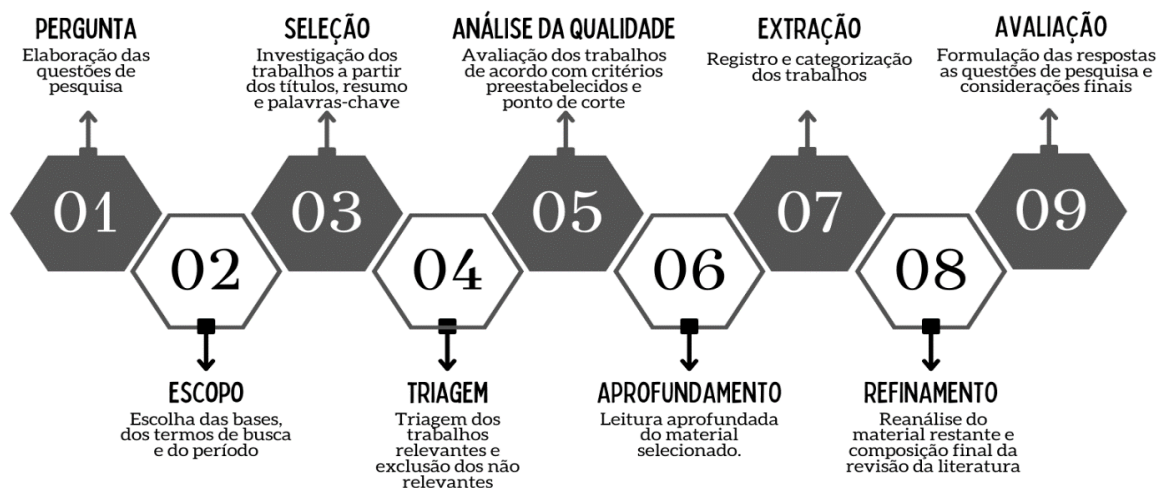
RSL. A ferramenta permite que o pesquisador gerencie todo o processo de revisão de forma mais organizada e eficiente, desde a definição da pergunta de pesquisa até a seleção dos estudos relevantes (Parsif.al, 2024).

A ferramenta Parsif.al ofereceu duas grandes vantagens: automatizou etapas da revisão, como a seleção de artigos, extração de dados e análise de qualidade, economizando tempo e reduzindo vieses; e possibilitou uma revisão colaborativa, permitindo a colaboração em tempo real e a discussão de divergências com outros pesquisadores. Além disso, a ferramenta Parsif.al oferece recursos para a visualização dos resultados da revisão, permitindo a criação de gráficos e tabelas para facilitar a interpretação dos dados. Também foi possível exportar os resultados para diferentes formatos, como planilhas ou documentos de texto, para facilitar a elaboração do relatório final da revisão (Parsif.al, 2024).

5.2. O PROTOCOLO DA RSL

A Figura 5 descreve o percurso percorrido nesta etapa durante a RSL com a ajuda da ferramenta Parsif.al. Este protocolo seguiu rigorosamente as etapas propostas por Kitchenham e Charters (2007), garantindo a transparência e a reprodutibilidade do processo. Além disso, o uso da ferramenta possibilitou a organização e sistematização das informações coletadas, facilitando a análise e a categorização dos estudos encontrados.

Figura 5 - Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: O autor (2023).

Com o protocolo estabelecido, as etapas de seleção e triagem dos estudos foram fundamentais para assegurar que apenas pesquisas alinhadas aos critérios de inclusão fossem consideradas. Na próxima seção, será apresentada a metodologia empregada para refinar os resultados e identificar os estudos relevantes para esta Revisão Sistemática da Literatura.

5.3. SELEÇÃO E TRIAGEM DOS ESTUDOS DA RSL

Diversas *strings* de busca ¹¹ foram experimentadas para encontrar os artigos relevantes para a pesquisa, pois é sabido que o processo de seleção da *string* de busca é iterativo e envolve múltiplas etapas de experimentação, verificação dos estudos encontrados e ajuste da *string* de busca (Dermeval; Coelho; Bittencourt 2020). Tanto nas bases nacionais como na internacional, foram definidos e utilizados os termos ‘*Espaços Maker*’ e ‘*aprendizado Maker*’ (e seus respectivos correspondentes em inglês). De forma análoga isso foi feito com os termos qualificação profissional e Educação *Maker*. Nas bases internacionais, utilizamos o termo ‘*Makerspace*’ pois o termo em inglês para “ambientes”, *environment*, não é amplamente difundido em contexto internacional. Utilizamos termos como ‘*professional qualification courses*’, ‘*Maker culture*’, ‘*meaningful learning*’, ‘*Education 4.0*’, ‘*Education 5.0*’ para que fossem filtrados materiais dentro do contexto no qual o presente estudo está focalizado.

Os resultados das buscas nas bases internacionais retornaram 18 trabalhos em língua inglesa (Science Direct = 17 e IEEE = 1) e 54 em língua portuguesa (Google Acadêmico = 50 e Portal Capes = 4) usando filtros das próprias bases, como data (2017-2022), artigos gratuitos e online. Não foram encontrados estudos com as *strings* de buscas nas bases BDTD e Scielo-Brasil.

5.4. ANÁLISE DA QUALIDADE DOS ESTUDOS, EXTRAÇÃO E REFINAMENTO DOS DADOS

¹¹ *Strings de busca* são conjuntos de palavras-chave utilizadas em motores de busca ou bases de dados para localizar informações relevantes em uma pesquisa. Elas são essenciais para a delimitação e filtragem dos resultados, garantindo que o material encontrado esteja alinhado com as questões da pesquisa. As *strings* de busca são geralmente formadas por termos e operadores booleanos como “E” (AND), “OU” (OR), e “NÃO” (NOT).

Para o refinamento das buscas, foram definidos alguns critérios de inclusão e exclusão, apresentados a seguir:

- Critérios de inclusão: Trabalhos publicados nos idiomas português ou inglês; estudos que apresentassem modelos de *Espaços Maker* ou experiências de utilização de aprendizado *Maker* para promoção de qualificação profissional; artigos, resumos expandidos, teses ou dissertações, livros; trabalhos publicados entre 2017 e 2022 nas bases nacionais e internacionais; estudos realizados no âmbito do Ensino Médio, Técnico profissionalizante ou Ensino Superior.
- Critérios de exclusão: Trabalhos não disponíveis por completo; trabalhos não disponibilizados gratuitamente para download; trabalhos repetidos em mais de uma base; publicações similares do mesmo autor, trabalhos fora do escopo da pesquisa.

Inicialmente, realizou-se uma triagem dos 73 trabalhos com base em critérios de inclusão e exclusão, levando em conta títulos, palavras-chave e resumos. Posteriormente, uma análise mais aprofundada resultou na exclusão de trabalhos que não atendiam às características da Cultura *Maker*, que já estavam disponíveis em outra base, estavam incompletos ou não se relacionavam com o contexto do aprendizado discente. Isso culminou na seleção de apenas 30 trabalhos. Essa seleção passou por uma avaliação de qualidade, utilizando perguntas de qualidade (PQ) para aprimorar a precisão, validade, credibilidade e coerência dos resultados em relação às questões de pesquisa. As PQs aplicadas tinham como foco o rigor, a credibilidade e a relevância dos estudos selecionados. Essas são listadas a seguir:

- PQ1: Esse trabalho apresenta no título ou no resumo pelo menos duas dessas palavras chave: *Aprendizado Maker*, *Espaços Maker*, *Ambiente Maker*, *Educação tecnológica*, *Educação Maker*, *Aprendizagem ativa*?
- PQ2: Esse trabalho apresenta conceitos, dimensões e indicadores sobre aprendizagem em *Espaços Maker*?
- PQ3: Esse trabalho apresenta potencialidades e limites dos *Espaços Maker* na Educação?
- PQ4: Esse trabalho foi citado por outros autores?
- PQ5: Esse trabalho aborda a aprendizagem dos discentes?

Os materiais foram lidos e pontuados com base em diferentes pesos para as possíveis respostas, sendo os pesos: Sim (2.0), Parcialmente (1.0), Não (0.0),

utilizados para mensuração. Aqueles que não atingiram pelo menos 60% dos critérios de qualidade foram removidos da avaliação. Isso não significa que esses trabalhos são de baixa qualidade, mas sim que eles não têm potencial para responder às questões de pesquisa propostas.

Após esta etapa restaram 20 documentos, sendo 02 da base Science Direct, 01 da ILL Explore, 01 do Portal CAPES e 16 do Google Acadêmico. Após essa etapa os 20 materiais foram reavaliados na íntegra e mais 07 trabalhos foram descartados pelos critérios de qualidade já citados, resultando nos 13 estudos selecionados.

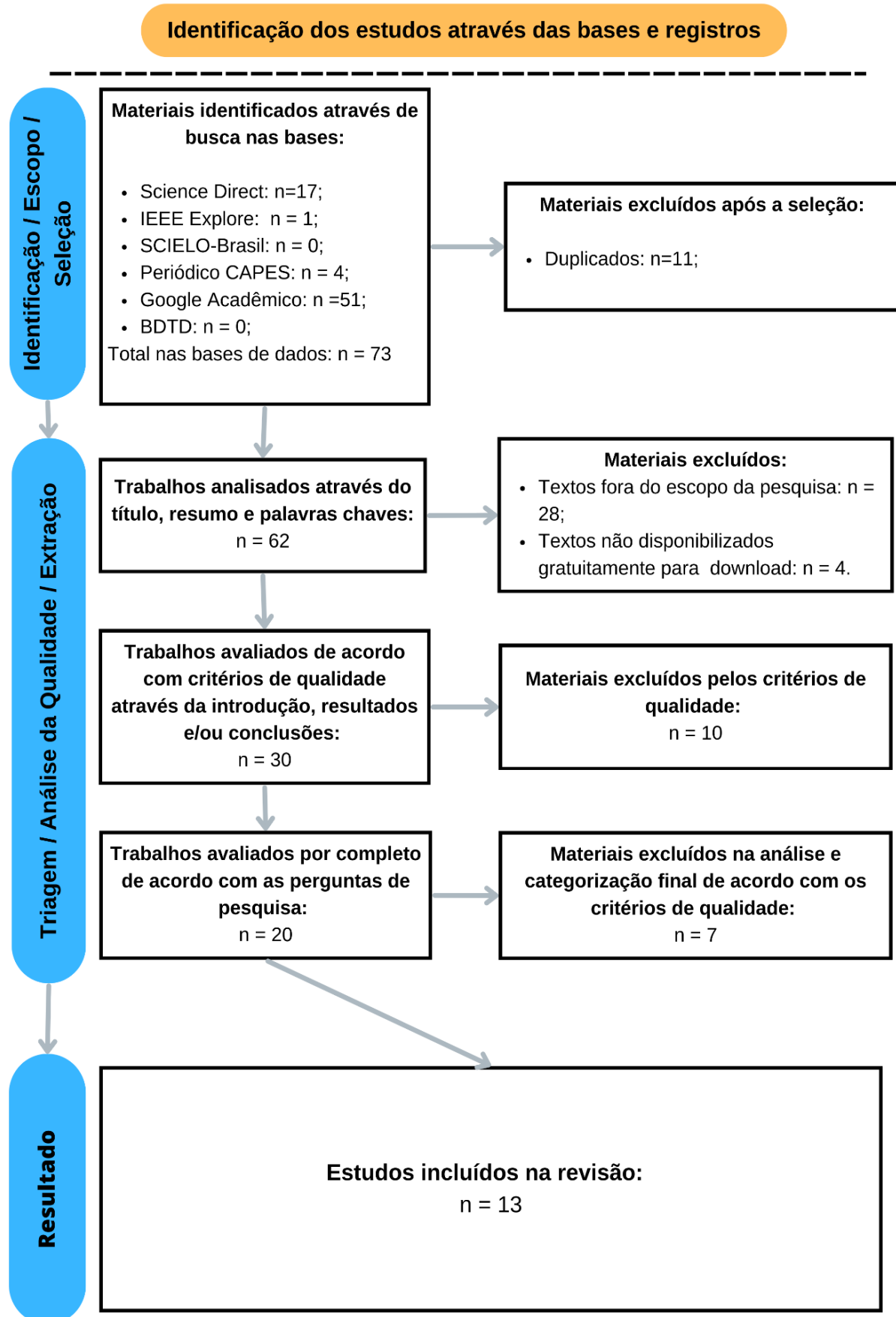
5.5. RESULTADOS ENCONTRADOS NA RSL

Após a reanálise da qualidade, sete trabalhos foram descartados por não alcançarem 70% dos critérios estabelecidos. Os textos restantes, após a triagem e exclusão dos inelegíveis, foram incluídos na revisão e passaram pela extração de informações. Categorias temáticas foram identificadas e analisadas, buscando tendências e padrões na literatura. A análise final, com 13 estudos aceitos, envolveu verificação de ano, tipo de material, categorização e pontuação (*score*) de qualidade (0,0 a 10,0).

Verificou-se que as pesquisas são recentes, com um trabalho publicado em 2022, quatro em 2021, dois em 2020, quatro em 2019 e dois em 2018. Com relação ao tipo de texto, foram cinco artigos, quatro dissertações de mestrado, três teses de doutorado e um livro.

O fluxograma PRISMA apresentado na Figura 6 detalha as etapas do processo de revisão: identificação, com o levantamento dos textos analisados; triagem, para selecionar os estudos incluídos na revisão; elegibilidade, avaliando se os textos atendem aos critérios estabelecidos; inclusão, com a incorporação dos materiais elegíveis na revisão; síntese, na qual os dados extraídos foram organizados em categorias temáticas; análise, para identificar tendências e padrões na literatura revisada; e conclusão, sintetizando os principais achados e resultados. Os 13 estudos selecionados ofereceram uma base sólida para a pesquisa, abordando aspectos como infraestrutura, qualificação profissional, inclusão social, práticas pedagógicas e tecnologias digitais. Além disso, destacaram a necessidade de novas investigações que aprofundem as dinâmicas dos Espaços *Maker*.

Figura 6 - Fluxograma PRISMA da RSL



Fonte: Adaptado de Albuquerque e Cavalcante (2023).

Os 13 estudos resultantes foram classificados em três categorias: características dos *Makerspaces* (CA1), contribuições dos espaços na aprendizagem (CA2), e modelos de qualificação profissional (CA3). O resultado incluiu seis trabalhos em CA1, nove em CA2 e dois em CA3, sendo que três deles pertenciam simultaneamente a CA1 e CA2. Os estudos também foram classificados de acordo com o público-alvo: Ensino Fundamental, Médio, Técnico/profissionalizante, Superior ou Pós-graduação.

Na Tabela 3, são apresentadas informações referentes aos 13 trabalhos obtidos após a RSL: autores, ano, local de realização do estudo, categorização e público-alvo, pontuação no critério de qualidade (score) e tipo.

Tabela 3 - Identificação dos documentos e características gerais

Id.	Autores	Categorização e Público-alvo	Score	Tipo
1	(Martinez; Stager, 2019)	CA1, CA2 / Ensino Fundamental, Ensino Médio	9,0	Livro
2	(Monfredini; Frosch, 2019)	CA2 / Ensino Médio	9,0	Artigo
3	(Medeiros, 2018)	CA2 / Ensino Fundamental	8,0	Dissertação
4	(Facca, 2020)	CA1 / Ensino Superior	8,0	Tese
5	(Bremgartner <i>et al.</i> , 2022)	CA3 / Ensino Superior	7,0	Artigo
6	(Borges, 2018)	CA1 / Ensino Profissionalizante/Técnico	7,0	Tese
7	(Soster; Moura; Balaton, 2021)	CA2 / Ensino Médio e Ensino Superior	7,0	Artigo
8	Lee; Fischback; Cain, 2019)	CA1 , CA2 / Ensino Fundamental	7,0	Artigo
9	(Tuhkala <i>et al.</i> ,	CA3 / Ensino	7,0	Artigo

	2019)	Fundamental		
10	(Almeida, 2021)	CA1, CA2 / Ensino Médio, Ensino Profissionalizante/Técnico	7,0	Dissertação
11	(Gauer, 2021)	CA2 / Ensino Fundamental, Ensino Médio	7,0	Dissertação
12	(Brandelero, 2019)	CA1, CA2 / Ensino Médio	7,0	Dissertação
13	(Aleixo, 2021)	CA2 / Ensino Fundamental	7,0	Tese

Fonte: Adaptado de Albuquerque e Cavalcante (2023).

A análise dos 13 estudos selecionados evidenciou a diversidade de abordagens e contextos, com publicações distribuídas entre artigos, dissertações, teses e livros, abrangendo desde características estruturais dos *Makerspaces* até suas contribuições na aprendizagem e na qualificação profissional. A próxima subseção apresenta as respostas às questões de pesquisa propostas, explorando como os estudos analisados contribuem para a investigação do impacto dos Espaços *Maker* na Educação e na formação de jovens.

5.5.1. Respostas às Questões de Pesquisa

Os dados relacionados aos objetivos, tipos de avaliação, estratégias utilizadas, benefícios e limitações foram analisados a partir das respostas das questões de pesquisa.

A análise se iniciou com a questão QP1: Quais as características dos *Makerspaces*? A Revisão Sistemática de Literatura (RSL) desta tese destaca as características dos ambientes *Maker*, como a aprendizagem baseada em projetos, o uso de tecnologias digitais, a promoção da criatividade e inovação, a resolução de problemas complexos e a interação entre alunos e professores (Martinez; Stager, 2019; Almeida, 2021; Lee; Fischback; Cain, 2019

. Além disso, os *Makerspaces* são vistos como espaços inclusivos, capazes de

acolher uma diversidade de perfis de estudantes, promovendo a equidade na aprendizagem (Brandelero, 2019). Dos 13 textos selecionados, seis abordam as características dos *Makerspaces*, destacando a interação entre alunos e professores, o papel dos *Makerspaces* na renovação das práticas pedagógicas, e a importância desses espaços na formação de professores e na aprendizagem *Maker* dos alunos (Martinez; Stager, 2019; Gauer, 2021; Monfredini; Frosch, 2019; Medeiros, 2018; Facca, 2020; Bremgartner *et al.*, 2022; Soster; Moura; Balaton, 2021).

Em relação à QP2: Quais modelos de qualificação profissional através de *Makerspaces* já existem? quatro dos 13 textos selecionados discutem os modelos de qualificação profissional por meio de *Makerspaces*. Esses textos abordam a importância dos *Makerspaces* como ambientes que promovem a aprendizagem prática, o desenvolvimento de habilidades técnicas e a resolução de problemas complexos por meio de projetos. Eles ressaltam a relevância dos *Makerspaces* na formação de profissionais qualificados, na Cultura *Maker* e no impacto na qualificação profissional (Martinez; Stager, 2019; Bremgartner *et al.*, 2022; Tuhkala *et al.*, 2019; Aleixo, 2021). Esses resultados contribuem para compreender como os *Makerspaces* podem ser utilizados como espaços de aprendizagem e capacitação, preparando os estudantes para as demandas do mercado de trabalho.

Dando continuidade última questão buscou analisar, QP3: Como um *Espaço Maker* pode impactar na aprendizagem dos estudantes ?, a RSL indica que os *Espaços Maker* têm uma contribuição positiva na aprendizagem dos alunos, promovendo uma abordagem criativa e colaborativa. Esses espaços proporcionam acesso a ferramentas e tecnologias que estimulam a criatividade, inovação, trabalho em equipe e troca de informações (Martinez; Stager, 2019). Investir em práticas pedagógicas centradas no aluno e em projetos é essencial, como mencionado em Medeiros (2018). Um curso de formação de professores em *Makerspaces* mostrou resultados positivos, conforme descrito por Bremgartner *et al.* (2022). Além disso, é fundamental oferecer um ambiente adequado e seguro, com o suporte de profissionais qualificados, conforme relatado por Monfredini e Frosch (2019) e Borges (2018). Portanto, os *Espaços Maker* têm potencial para impactar positivamente a aprendizagem, desde que haja estruturação adequada, orientação qualificada e superação de obstáculos (Martinez; Stager, 2019).

5.6. AMEAÇAS A VALIDADE DA RSL

Conforme Lage e Cavalcante (2022), a seção sobre as ameaças à validade é importante para identificar e discutir possíveis limitações ou desafios que podem afetar a confiabilidade dos resultados obtidos. Portanto, ressalta-se que a seleção limitada das bases de dados pode restringir a abrangência dos estudos encontrados, excluindo outras fontes relevantes e afetando a representatividade dos resultados.

Adicionalmente, o viés de publicação pode surgir devido à exclusão de estudos não gratuitos; restringir o idioma para inglês e português pode excluir pesquisas cruciais em outros idiomas; os critérios de inclusão/exclusão podem introduzir vieses na seleção; e a avaliação da qualidade dos estudos pode ser subjetiva e limitada devido aos critérios utilizados, afetando a avaliação global.

É importante ressaltar que o estudo apresentado nesta tese é temporal, portanto, novos relatos de pesquisa podem surgir com o passar do tempo, o que pode resultar em alterações em relação aos dados apresentados neste momento.

5.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA RSL

A revisão de literatura desta pesquisa, com base nos 13 trabalhos analisados, revela um consenso de que os ambientes *Maker* podem influenciar positivamente a aprendizagem dos estudantes (QP3), enfatizando a importância da criatividade, engajamento, autonomia e resolução de problemas (Martinez; Stager, 2019). A RSL também demonstra um consenso sobre as características essenciais de um *Espaço Maker* (QP1), identificando cinco elementos fundamentais: espaço físico, equipamentos e materiais, projetos e atividades, orientação e apoio, e avaliação e *feedback* (Martinez; Stager, 2019).

Apesar das variações nas formas e tamanhos dos ambientes *Maker*, o que os define é o que se pode realizar neles, com o auxílio de profissionais especializados. As ferramentas mais comuns em um *Espaço Maker* são as de fabricação digital, como impressoras 3D e cortadoras a laser, mas geralmente também incluem materiais de eletrônica, papelaria, marcenaria e costura (Bremgartner *et al.*, 2022; Tuhkala *et al.*, 2019).

A relação entre *Makerspaces* e o ensino técnico e profissionalizante é fundamental para promover a aprendizagem ativa e preparar os estudantes para os

desafios da Quarta Revolução Industrial. Esses espaços colaborativos e inovadores oferecem oportunidades para desenvolver competências do século XXI, como inovação, empreendedorismo e interdisciplinaridade.

A interdisciplinaridade, embora tradicionalmente vista como uma abordagem pedagógica que integra diferentes áreas do conhecimento, também pode ser considerada uma competência essencial no contexto educacional contemporâneo. Essa perspectiva é reforçada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza a importância de práticas interdisciplinares para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais nos estudantes.

Ao adotar a interdisciplinaridade como competência, reconhece-se a capacidade do indivíduo de articular e aplicar conhecimentos de diversas disciplinas para resolver problemas complexos, refletindo uma visão holística e integrada do saber. Essa habilidade é particularmente relevante em um mercado de trabalho que valoriza profissionais aptos a transitar entre diferentes áreas, colaborando de forma eficaz em equipes multidisciplinares e adaptando-se a contextos diversos. Essa abordagem contribui para a igualdade de oportunidades em um mercado tecnológico e competitivo, conforme discutido por Facca (2020).

A RSL aponta que a aprendizagem *Maker*, como um conceito central, vai além de simplesmente aprender fazendo; ela envolve a integração de múltiplos aspectos da aprendizagem *Maker*, em um processo contínuo de desenvolvimento e reflexão (Martinez; Stager, 2019). Estudos como os de Blikstein (2013a) e Martinez e Stager (2019) sugerem que a aprendizagem *Maker* é profundamente ligada à criação de artefatos que têm um significado pessoal e social para os alunos. No entanto, a RSL também revela que, apesar das intenções pedagógicas positivas, muitos *Espaços Maker* ainda falham em fornecer o suporte necessário para que todos os alunos experimentem plenamente essa forma de aprendizagem.

A crítica central emergente dessa revisão é que a aprendizagem *Maker* pode ser desarticulada e inconsistente, especialmente quando os *Espaços Maker* não estão bem integrados ao currículo escolar ou quando a formação dos educadores é insuficiente. Além disso, sem uma estrutura clara que promova um ciclo contínuo de reflexão, construção, aprimoramento e exploração, a aprendizagem *Maker* pode se limitar a atividades superficiais e descontextualizadas. Assim, é necessário um modelo que não apenas organize a aprendizagem *Maker*, mas também assegure que os alunos sejam constantemente desafiados a repensar e melhorar seus projetos,

promovendo uma aprendizagem mais profunda e significativa (Martinez; Stager, 2019).

5.7.1. Identificação das lacunas na RSL

Apesar da crescente popularidade dos *Makerspaces*, muitos desafios ainda precisam ser superados para que a Educação *Maker* se consolide, como a formação de professores e a inclusão de alunos com necessidades específicas (Martinez; Stager, 2019). A RSL identificou lacunas significativas nos campos de atuação dos ambientes *Maker*, especialmente nos campos da qualificação profissional técnica/profissionalizante, do ensino superior e da pós-graduação.

Medeiros (2018) destaca os desafios e obstáculos relacionados aos *Espaços Maker*, como a complexidade de acesso a esses ambientes de criação, a escassez de recursos para investir em infraestrutura e a necessidade de professores capacitados para integrar essa abordagem ao currículo formal. Além disso, uma das maiores dificuldades para incorporar o movimento *Maker* na Educação Básica é a definição clara do que efetivamente contribui para a aprendizagem por meio de práticas em ambientes de fabricação digital (Martinez; Stager, 2019). Questões como o papel do professor nesses espaços, as atividades que os estudantes devem realizar, a manutenção ou substituição do currículo existente e o que realmente está sendo aprendido são frequentemente levantadas.

No ensino técnico e profissionalizante, observam-se os maiores desafios relacionados à promoção da qualificação profissional (QP2). A falta desses ambientes é claramente perceptível na maioria das instituições do Brasil e, quando presentes, geralmente possuem infraestrutura bastante limitada. Além disso, falta formação adequada aos professores, e a integração curricular é inadequada ou inexistente na grande maioria dos casos para o ensino técnico/profissionalizante. O acesso dos estudantes a esses espaços, bem como as questões relacionadas à avaliação e reconhecimento das habilidades adquiridas nesses ambientes, também são pontos deficitários (Martinez; Stager, 2019).

6. A METODOLOGIA DA PESQUISA

A presente pesquisa teve como objetivo analisar as contribuições dos Espaços 4.0 na promoção da aprendizagem ativa em ambientes *Maker*. Partiu-se da hipótese central de que os Espaços 4.0, com suas ferramentas e tecnologias inovadoras, possuem um grande potencial para fomentar uma aprendizagem mais ativa, disruptiva, colaborativa e orientada pelo "fazer", preparando os estudantes para enfrentar os desafios do mundo do trabalho contemporâneo.

Este capítulo apresenta detalhadamente os métodos e procedimentos metodológicos adotados para a coleta e análise dos dados, visando alcançar os objetivos propostos e validar a hipótese estabelecida. Serão discutidas as justificativas para a escolha da metodologia aplicada no contexto da Educação Tecnológica, bem como informações sobre o local de coleta dos dados, os participantes envolvidos na pesquisa e os instrumentos utilizados para a obtenção das informações.

Os procedimentos metodológicos foram planejados e organizados para orientar a obtenção de dados quantitativos e qualitativos que fundamentam as análises realizadas. Conforme Minayo, Deslandes e Gomes (2013, p. 23), "um procedimento é um modo de avançar em direção a um objetivo... Os métodos são apenas formalizações específicas do procedimento, caminhos distintos concebidos para se adequarem aos fenômenos ou domínios estudados". Dessa forma, as definições dos procedimentos adotados estão diretamente relacionadas à problemática delineada pela pesquisa e às pressuposições do pesquisador.

Segundo Ludke e André (1986, p. 13), entre essas pressuposições e preconcepções "estão sua visão de mundo e de realidade, suas posições filosóficas e epistemológicas, enfim, depende dos paradigmas em que o pesquisador se insere". Assim, a pesquisa, especialmente nas ciências humanas com enfoque quantitativo, busca ser objetiva, precisa e generalizável, fundamentando-se em dados mensuráveis e estatísticos para testar hipóteses e verificar relações entre variáveis.

Neste capítulo, serão descritos detalhadamente o desenho metodológico adotado, os instrumentos de coleta de dados, os procedimentos de análise e as considerações éticas envolvidas na condução da pesquisa. O intuito é fornecer uma compreensão clara e transparente dos caminhos percorridos para investigar as contribuições dos Espaços 4.0 na aprendizagem dos estudantes em ambientes *Maker*.

6.1. DESENHO METODOLÓGICO

A pesquisa foi estruturada em duas etapas principais: o Estudo Exploratório e o Estudo Principal. Cada etapa utilizou instrumentos de coleta de dados e métodos de análise específicos.

A primeira etapa teve como foco a coleta de dados sobre os diferentes tipos de *Espaços Maker* existentes no território nacional. Foram realizadas visitas *in loco* em diversos *Espaços Maker* nos estados de Alagoas, Pernambuco, São Paulo, Rio Grande do Sul e no Distrito Federal. Além disso, conduziu-se uma revisão sistemática da literatura (detalhada no capítulo 5) para identificar e analisar a produção acadêmica relevante sobre *Espaços Maker*, proporcionando uma base teórica sólida para o estudo.

As visitas permitiram observar diretamente as práticas, estruturas e dinâmicas desses espaços, enriquecendo a compreensão sobre as potencialidades e desafios envolvidos na implementação e funcionamento de ambientes *Maker* no contexto brasileiro. A revisão da literatura complementou essa compreensão, possibilitando o mapeamento das principais discussões e achados científicos relacionados ao tema.

A segunda etapa concentrou-se no acompanhamento dos estudantes matriculados nos cursos oferecidos nos Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) entre maio de 2022 e maio de 2023. Nesta fase, foram utilizados instrumentos de coleta de dados quantitativos e qualitativos, visando analisar as percepções dos estudantes e dos monitores sobre o processo de ensino e aprendizagem nos ambientes *Maker*.

Os instrumentos utilizados foram:

- Questionários aplicados no primeiro dia de aula (Apêndice A): destinados a coletar informações sobre o perfil socioeconômico dos estudantes, suas expectativas e percepções iniciais em relação ao aprendizado em ambientes *Maker*.
- Questionários aplicados no último dia de aula (Apêndice B): voltados para avaliar a satisfação dos estudantes, o desenvolvimento de habilidades ao longo do curso e as influências das experiências vivenciadas nos Espaços 4.0.
- Relatórios mensais preenchidos pelos monitores (Apêndice C): elaborados para registrar as observações dos monitores sobre o andamento das turmas, o engajamento dos estudantes, os desafios enfrentados e as percepções sobre

o ambiente de aprendizagem.

A Tabela 4 apresenta uma síntese das características metodológicas da pesquisa:

Tabela 4 - Quadro com as características gerais metodológicas da pesquisa

Etapa	Público-alvo	Instrumento de Coleta	Tipo de Análise de Dados
Estudo Exploratório	<i>Espaços Maker</i> localizados no Brasil	Visitas <i>in loco</i> nos Estados de Alagoas, Pernambuco, São Paulo, Rio Grande do Sul e no Distrito Federal	Observações e entrevistas
		Revisão Sistemática da Literatura	Documental
Estudo Principal	Jovens de 15 a 29 anos - alunos(estudantes) cursistas dos Espaços 4.0 do IFAL nos municípios de Arapiraca/AL, Maragogi/AL, Palmeira dos Índios/AL, Santana do Ipanema/AL, São Miguel dos Campos/AL e Viçosa/AL.	Questionário aplicado no primeiro dia de aula	Quantitativa - descritiva e inferencial/ Qualitativa
	Jovens de 15 a 29 anos – alunos(estudantes) cursistas dos Espaços 4.0 do IFAL nos municípios de Arapiraca/AL, Maragogi/AL, Palmeira dos Índios/AL, Santana do Ipanema/AL, São Miguel dos Campos/AL e Viçosa/AL.	Questionário aplicado no último dia de aula	Quantitativa - descritiva e inferencial/ Qualitativa
	Monitores - alunos regulares do IFAL que acompanharam os alunos cursistas do Espaços 4.0	Formulários dos relatórios mensais	Quantitativa - descritiva e inferencial/ Qualitativa

Fonte: O autor (2024).

Na primeira etapa, o Estudo Exploratório proporcionou uma compreensão aprofundada dos diferentes modelos de *Espaços Maker* existentes no país,

possibilitando a criação de uma nova classificação quanto a finalidade e estrutura com base nas suas características, práticas pedagógicas, recursos tecnológicos e estratégias de promoção da Cultura *Maker*. Esse conhecimento foi fundamental para contextualizar e fundamentar o desenvolvimento do Estudo Principal.

Na segunda etapa, o Estudo Principal buscou investigar, de forma sistemática, a influência dos Espaços 4.0 na aprendizagem dos estudantes, considerando aspectos cognitivos, sociais e afetivos. A aplicação de questionários antes e após os cursos permitiu avaliar as mudanças nas percepções e nas habilidades dos participantes. Os relatórios dos monitores revelaram elementos sobre a dinâmica das aulas, o engajamento dos estudantes e os desafios enfrentados no dia a dia dos Espaços 4.0.

Essa abordagem metodológica mista, combinando métodos quantitativos e qualitativos, foi escolhida para proporcionar uma análise ampla e detalhada dos dados, integrando diferentes perspectivas e aumentando a robustez dos resultados obtidos (Devore, 2006).

6.2. ESTUDO EXPLORATÓRIO

A primeira etapa da pesquisa, denominada Estudo Exploratório, concentrou-se na coleta de dados sobre os *Espaços Maker* em funcionamento nos estados de Alagoas, Pernambuco, São Paulo e no Distrito Federal. Essa fase foi importante para compreender a diversidade de iniciativas e práticas existentes no cenário brasileiro, além de identificar as características e potencialidades desses ambientes.

6.2.1. Visitas *in loco*

As visitas *in loco* foram realizadas para observar diretamente as práticas, a estrutura física e a dinâmica dos *Espaços Maker*. Durante essas visitas, foram realizadas entrevistas com os coordenadores e facilitadores dos espaços, permitindo a coleta de informações qualitativas que complementaram as observações diretas. A metodologia utilizada durante as visitas incluiu:

- **Observação Direta:** O pesquisador registrou a disposição dos equipamentos, a organização dos materiais e a interação entre os participantes durante as atividades. Essa observação foi importante para identificar como as práticas

pedagógicas eram implementadas no dia a dia dos *Espaços Maker*.

- Entrevistas Semiestruturadas: Foram conduzidas entrevistas com coordenadores e facilitadores para entender suas perspectivas sobre os objetivos dos espaços, as estratégias de ensino utilizadas e os desafios enfrentados. Essa abordagem permitiu captar experiências e visões pessoais sobre a relevância dos *Espaços Maker* na Educação.

Essa etapa incluiu a identificação e visita a diversos *Makerspaces*, a realização de entrevistas com os coordenadores desses ambientes e a observação direta das atividades realizadas nesses espaços, conforme ilustrado nas Figuras 7 e 8.

Figura 7 - Imagens das visitas in loco aos ambientes *Maker* IFMaker, Senai Hub, Escola SESI/SENAI, FabLab Recife e Espaço 4.0



Fonte: O autor (2023).

Ao identificar, analisar e classificar esses espaços, suas características e suas contribuições para a Educação e inovação, foi possível reconhecer a diversidade de iniciativas que estão promovendo a Educação, o empreendedorismo e a inovação no país. Essas visitas *in loco* também forneceram pormenores importantes para o Instituto Federal de Alagoas (IFAL), no planejamento e execução do projeto Espaço 4.0, em alinhamento com os princípios do movimento *Maker* (Hatch, 2013).

Figura 8 - Imagens das visitas *in loco* aos ambientes *Maker*: COLAB, Amado Maker, Colégio Apoio, Thomas Maker e FabLab Livre



Fonte: O autor (2024).

A relação completa com locais visitados está disponível na Tabela 5.

Tabela 5 - Espaços Maker visitados *in loco*

ESPAÇO MAKER	CIDADE
--------------	--------

<i>Espaço Maker</i> – Escola SESI/SENAI	Maceió/AL
Sebrae Lab	Maceió/AL
Senai Hub	Maceió/AL
COLAB	Maceió/AL
<i>FabLab</i> Recife	Recife/PE
César School	Recife/PE
ABA Global Education	Recife/PE
Colégio Apoio	Recife/PE
IFMaker	Marechal Deodoro/AL
<i>FabLab</i> Livre SP	São Paulo/SP
Thomas <i>Maker</i>	Brasília/DF
Amado <i>Maker</i>	Passo Fundo/RS

Fonte: O autor (2023).

6.2.2. Aplicação da RSL no Estudo Exploratório

Paralelamente às visitas, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (detalhada no capítulo 5 desta pesquisa) com o objetivo de mapear a produção acadêmica sobre *Espaços Maker*. Esta revisão abrangeu artigos, livros, teses e dissertações relevantes, buscando identificar:

- As principais discussões e abordagens teóricas sobre o tema;
- As contribuições dos *Espaços Maker* na Educação e na formação de competências dos estudantes;
- As metodologias utilizadas em estudos anteriores que investigaram ambientes *Maker*.

A revisão sistemática da literatura permitiu não apenas fundamentar teoricamente o estudo, mas também identificar lacunas na pesquisa existente, o que justificou a importância da presente investigação.

6.2.3. Classificação dos Espaços Maker

Como resultado da etapa exploratória desta pesquisa, foi elaborada nesta pesquisa uma classificação inédita dos diferentes tipos de *Espaços Maker* no Brasil. A definição dessas categorias foi desenvolvida com base na análise de artigos

acadêmicos, visitas técnicas e entrevistas realizadas durante o processo do Estudo Exploratório (vide seção 6.2). Essa abordagem permitiu mapear as características, finalidades e perfis dos participantes envolvidos em diversos Espaços *Maker*, resultando em uma classificação adaptada à realidade brasileira.

Os principais tipos identificados são:

- Espaços *Maker* Educacionais (EMED): Focados em atividades pedagógicas, geralmente vinculados a instituições de ensino.
- Espaços *Maker* Empresariais (EMEM): Destinam-se ao suporte ao desenvolvimento de negócios e produtos, por meio de parcerias com startups, comércios e indústrias.
- Espaços *Maker* Comunitários (EMCO): Promovem a inclusão social e o desenvolvimento de habilidades para a comunidade em geral, independentemente da faixa etária.
- Espaços *Maker* de Pesquisa e Inovação (EMPI): Voltados para a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias, muitas vezes associados a instituições acadêmicas ou de pesquisa.

Embora classificações de Espaços *Maker* tenham sido propostas por outros autores, como Dougherty (2012) e Hatch (2013), a presente categorização reflete um esforço de sistematização específico para o contexto nacional, levando em conta as particularidades observadas durante o trabalho de campo.

Essas classificações serão discutidas em detalhes no Capítulo 7, proporcionando um panorama abrangente da diversidade dos Espaços *Maker* no Brasil, e contribuindo para uma melhor compreensão de suas dinâmicas e potencialidades.

6.3. ESTUDO PRINCIPAL: INVESTIGAÇÃO NOS ESPAÇOS 4.0

Nesta etapa principal da pesquisa, realizou-se o acompanhamento dos estudantes matriculados nas turmas oferecidas nos Espaços 4.0 do IFAL entre maio de 2022 e maio de 2023. O objetivo foi avaliar as contribuições desses espaços na aprendizagem dos estudantes, considerando aspectos pedagógicos, expectativas e percepções dos participantes sobre o processo de ensino e aprendizagem.

6.3.1. Caracterização do tipo da pesquisa

O estudo caracteriza-se como uma Pesquisa Participante e Observação Participante. A escolha por essas abordagens metodológicas justifica-se pela natureza colaborativa e pela integração do pesquisador no ambiente de estudo, atuando como coordenador do projeto Espaço 4.0 (Brandão e Streck, 2006). Essa posição proporcionou uma imersão no contexto educacional, permitindo uma compreensão abrangente das práticas e interações sem interferir diretamente no ensino.

A Pesquisa Participante foi fundamental, pois o pesquisador envolveu-se nas atividades cotidianas dos Espaços 4.0, proporcionando uma compreensão rica e contextualizada do ambiente. A Observação Participante permitiu a coleta contínua de dados, enriquecendo a análise com informações detalhadas sobre o comportamento dos estudantes e a dinâmica das aulas (Brandão e Streck, 2006).

6.3.2. O campo de pesquisa: os Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas

Conforme descrito no Capítulo 3, os Espaços 4.0 do IFAL são ambientes inovadores implantados em seis campi da instituição (Arapiraca, Maragogi, Palmeira dos Índios, Santana do Ipanema, São Miguel dos Campos e Viçosa). Esse número reflete o cenário até o ano de maio de 2023, período em que foi finalizada a coleta de dados para esta pesquisa. À época, esses espaços representavam os primeiros ambientes de inovação *Maker* implantados no Brasil em formato de contêiner.

Desde então, a expansão dos Espaços 4.0 tem continuado, e, em 2025, já há mais unidades em funcionamento em outros campi da instituição. No entanto, a análise apresentada nesta tese refere-se exclusivamente aos seis Espaços 4.0 existentes até 2023.

Os Espaços 4.0 oferecem uma infraestrutura adequada para o desenvolvimento de projetos e disponibilizam materiais e equipamentos essenciais para a promoção da Cultura *Maker*. Por meio desses ambientes, foi possível oferecer cursos planejados para proporcionar uma experiência de aprendizagem prática e inovadora, centrada na resolução de problemas reais, incentivando a criatividade, a inovação e o empreendedorismo.

Os cursos oferecidos nesses ambientes foram planejados de acordo com as

demandas da Indústria 4.0 visando capacitar os jovens para o mercado de trabalho, proporcionando-lhes acesso a novos recursos tecnológicos e desenvolvimento de habilidades técnicas (Brasil, 2020). O projeto Espaço 4.0 teve como meta capacitar 192 jovens por ano em cada unidade, totalizando 1.152 participantes ao final do programa. Ao término do projeto, essa meta foi superada em 17,7%, resultando em um total de 1.356 estudantes capacitados.

6.3.3. Cursos ofertados

Os cursos oferecidos nos Espaços 4.0 foram planejados de acordo com as demandas da Indústria 4.0, visando capacitar os jovens para o mercado de trabalho e proporcionar-lhes acesso a novos recursos tecnológicos. Os cursos foram organizados em duas categorias:

- Categoria de cursos 1 (Informação e Comunicação):
 - Introdução à Programação Web (20h)
 - Desenvolvimento de aplicativo Android (20h)
 - Montagem e manutenção de computadores - Desktop (40h)
 - Montagem e manutenção de computadores - Notebook (40h)
 - Instalação e configuração de redes de computadores (20h)
- Categoria de cursos 2 (Controle e Processos Industriais e Infraestrutura):
 - Desenho 2D por Computador (20h)
 - Modelagem e Impressão 3D (20h)
 - Eletrônica Básica (20h)
 - Internet das Coisas (20h)
 - Robótica Educacional (20h)

Os cursos aconteceram de forma contínua entre maio de 2022 e maio de 2023, promovendo rotatividade e alcançando o maior número possível de jovens. A Tabela 6 apresenta o quantitativo de turmas ofertadas em cada curso e campus.

Tabela 6 - Cursos ofertados entre maio/22 e maio/23

CATEGORIA 1 – QUANTIDADE DE TURMAS POR CURSO						
	DESKTOP	NOTEBOOK	REDES	PROG. WEB	ANDROID	QTDE. DE TURMAS OFERTADAS
PALMEIRA	2	2	2	3	3	12

MARAGOGI	2	2	3	6	3	16
VIÇOSA	2	2	2	3	5	14
SANTANA	2	2	3	3	6	16
ARAPIRACA	2	2	2	3	4	13
SÃO MIGUEL	2	2	3	4	4	15
TOTAL	12	12	15	22	25	86
CATEGORIA 2 – QUANTIDADE DE TURMAS POR CURSO						
	DESENHO 2D	IMPRESSÃO 3D	ELETRÔNICA	IOT	ROBÓTICA	QTDE. DE TURMAS OFERTADAS
PALMEIRA	2	4	2	4	2	14
MARAGOGI	0	4	4	5	4	17
VIÇOSA	2	6	2	4	3	17
SANTANA	2	3	2	3	5	15
ARAPIRACA	1	4	6	3	3	17
SÃO MIGUEL	1	6	3	4	4	18
TOTAL	8	27	19	23	21	98

Fonte: O autor (2023).

Os cursos foram ministrados por instrutores (docentes) selecionados via edital institucional e contaram com o suporte de monitores, estudantes regularmente matriculados no IFAL que selecionados através de edital institucional interno. Esses monitores desempenharam papel fundamental no andamento das atividades e na interação com os participantes.

6.3.4. Os participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa desta tese foram os jovens participantes dos cursos oferecidos nos Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), uma instituição pública que oferece cursos técnicos, de graduação e pós-graduação. Esses jovens, com idades entre 15 e 29 anos, enfrentam situações de vulnerabilidade social, como baixa renda, acesso limitado a recursos educacionais e poucas oportunidades de desenvolvimento pessoal e profissional. A seleção desses participantes foi baseada em critérios de inclusão que consideraram a conclusão do Ensino Fundamental, além de estarem matriculados em uma das turmas dos Espaços 4.0 durante o período de maio de 2022 a maio de 2023 e possuírem entre 15 e 29 anos de idade.

Além dos estudantes, os monitores do projeto Espaço 4.0 também

desempenharam um papel fundamental na pesquisa. Eles foram selecionados através de um edital elaborado pela coordenação dos Espaços 4.0 do IFAL, com base na análise do histórico escolar e em uma entrevista técnica. Os monitores, que eram alunos regularmente matriculados no IFAL, preencheram relatórios mensais detalhando suas percepções sobre os estudantes e o andamento das aulas, o que forneceu dados pertinentes para a pesquisa (Albuquerque *et al.* , 2024).

A escolha desses participantes para a pesquisa foi feita levando em consideração a importância de ampliar as oportunidades de inclusão digital e tecnológica, bem como promover o empoderamento e a inclusão social. Essa abordagem está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, especialmente os ODS 4 (Educação de Qualidade), 5 (Igualdade de Gênero) e 10 (Redução das Desigualdades), conforme discutido no Capítulo 1 desta tese.

6.3.5. Turmas ofertadas e estudantes atendidos

A Tabela 7 detalha o quantitativo mensal dos 1.356 estudantes contemplados pelo projeto Espaço 4.0 durante sua execução em cada unidade pesquisada no IFAL, no período da pesquisa, que abrange de maio de 2022 a maio de 2023.

Tabela 7 - Quantitativo mensal de estudantes no Espaço 4.0 entre Maio/22 e Maio/23

	MARAGOGI	VIÇOSA	ARAPIRACA	PALMEIRA	SÃO MIGUEL	SANTANA
MÊS	Qtde. de Alunos	Qtde. de Alunos	Qtde. de Alunos	Qtde. de Alunos	Qtde. de Alunos	Qtde. de Alunos
jun/22	-	-	22	12	6	14
jul/22	16	30	6	-	27	-
ago/22	40	33	32	32	13	34
set/22	17	11	27	16	14	24
out/22	22	49	34	22	31	23
nov/22	15	38	17	12	23	-
dez/22	27	15	16	37	34	33
jan/23	24	5	9	8	22	13
fev/23	-	-	-	-	-	-
mar/23	37	51	27	24	12	19
abr/23	11	-	-	-	-	-
mai/23	34	48	29	36	48	25
TOTAL	243	280	219	199	230	185

Fonte: O autor (2023).

Conforme observado na Tabela 7, a conclusão das turmas ocorreu de forma contínua ao longo do período de vigência do projeto, com exceção de fevereiro de 2023, quando não foram realizadas atividades.

A Tabela 8 apresenta o quantitativo mensal das 184 turmas oferecidas pelo projeto Espaço 4.0 em cada unidade, durante o período de maio de 2022 a maio de 2023.

Tabela 8 - Quantitativo mensal de turmas ofertadas entre maio/22 e maio/23

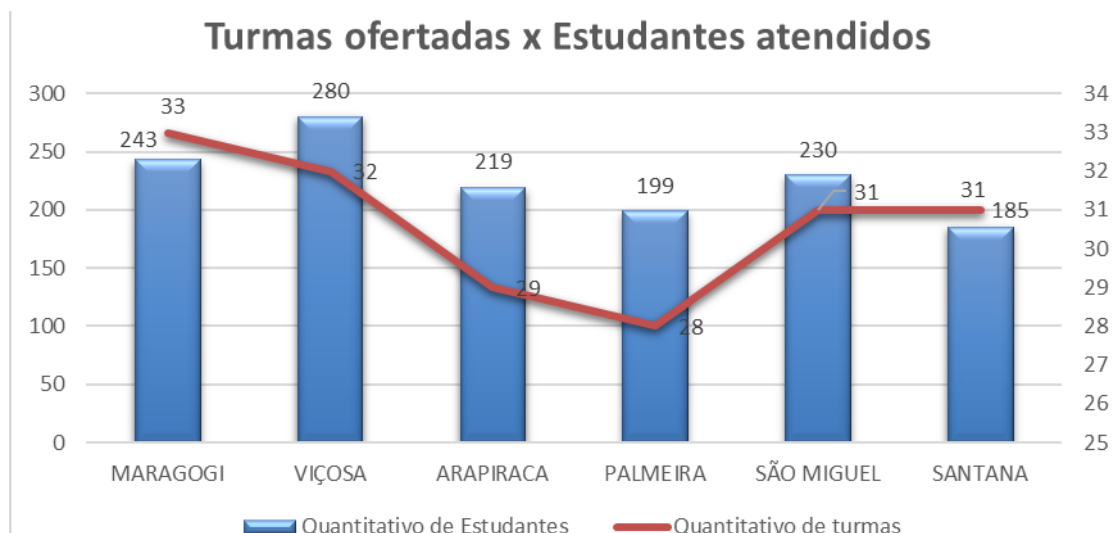
	MARAGOGI	VIÇOSA	ARAPIRACA	PALMEIRA	SÃO MIGUEL	SANTANA
MÊS	Qtde. de Turmas	Qtde. de Turmas	Qtde. de Turmas	Qtde. de Turmas	Qtde. de Turmas	Qtde. de Turmas
jun/22	-	-	3	2	1	3
jul/22	4	4	1	-	4	-
ago/22	6	6	5	5	2	5
set/22	2	2	4	lis3	2	3
out/22	4	5	4	3	4	4
nov/22	2	4	2	2	3	-
dez/22	3	1	2	5	4	6
jan/23	3	1	1	1	4	2
fev/23	-	-	-	-	-	-
mar/23	4	5	3	3	3	4
abr/23	1	-	-	-	-	-
mai/23	4	4	4	4	4	4
TOTAL	33	32	29	28	31	31

Fonte: O autor (2023).

A Figura 9 apresenta um gráfico comparativo do total de turmas ofertadas ao final do projeto em relação à quantidade de estudantes contemplados em cada uma das seis unidades dos Espaços 4.0 em Alagoas. A Figura 9 ilustra o número de turmas ofertadas ao final do projeto e a quantidade de estudantes atendidos em cada uma das seis unidades dos Espaços 4.0 em Alagoas. Observa-se que, embora algumas unidades tenham ofertado um número maior de turmas, a quantidade de estudantes contemplados não segue proporcionalmente essa oferta. Essa discrepância pode ser atribuída a fatores como a capacidade física das unidades, a disponibilidade de

recursos e a demanda específica de cada região.

Figura 9 - Total de turmas ofertadas ao final do projeto x a quantidade de estudantes contemplados



Fonte: O autor (2023).

Na próxima seção, serão apresentados os instrumentos utilizados para a coleta de dados, detalhando os métodos e ferramentas empregados para obter informações precisas e relevantes sobre o desempenho e a eficácia dos Espaços 4.0.

6.4. INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

A coleta de dados desta pesquisa foi realizada por meio de três instrumentos principais, que foram elaborados para capturar informações abrangentes sobre as percepções, experiências e desempenhos dos participantes nos Espaços 4.0. A abordagem adotada foi tanto transversal quanto longitudinal, permitindo o acompanhamento dos participantes ao longo do tempo e possibilitando uma análise mais aprofundada das mudanças e evoluções ocorridas em suas trajetórias de aprendizagem. A utilização de múltiplos instrumentos garantiu uma visão do objeto de pesquisa sob prismas distintos, ampliando a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos.

6.4.1. Descrição dos instrumentos de coleta de dados

a) Questionário Aplicado no Primeiro Dia de Aula (Apêndice A)

Este questionário, denominado Avaliação Diagnóstica dos Estudantes, foi aplicado aos estudantes no primeiro dia de aula, antes do início das atividades nos Espaços 4.0. O objetivo principal foi traçar o perfil socioeconômico dos participantes, compreender suas expectativas em relação ao curso e ao ambiente *Maker*, bem como identificar suas percepções iniciais sobre o processo de ensino e aprendizagem.

O questionário foi composto por questões objetivas e subjetivas, incluindo:

- Dados Demográficos: Idade, gênero, raça/cor, renda familiar, nível de escolaridade e instituição de origem.
- Experiência Prévia: Perguntas sobre experiências anteriores com tecnologias, cursos relacionados e familiaridade com ambientes *Maker*.
- Expectativas e Motivação: Questões abertas e fechadas sobre as motivações para participar do curso, expectativas em relação ao aprendizado e perspectivas sobre o uso de tecnologias inovadoras.
- Preferências de Aprendizagem: Itens avaliando preferências por metodologias de ensino, estilos de aprendizagem e interesses específicos dentro da área tecnológica.

As escalas utilizadas incluíram a escala *Likert* de cinco pontos para medir o grau de concordância com afirmações específicas, permitindo quantificar as percepções dos estudantes (Joshi *et al.* , 2015).

b) Questionário Aplicado no Último Dia de Aula (Apêndice B)

Intitulado *Feedback* Final dos Estudantes, este questionário foi aplicado no último dia de aula, após a conclusão das atividades nos Espaços 4.0. O objetivo foi avaliar a satisfação dos estudantes, o desenvolvimento de habilidades ao longo do curso e a relevância das experiências vivenciadas.

O questionário incluiu:

- Avaliação do Curso: Itens relacionados à organização, conteúdo, duração, horário, infraestrutura, qualidade dos instrutores e monitores.
- Desenvolvimento de Habilidades: Questões sobre o aprimoramento de competências técnicas, criativas, colaborativas e de resolução de problemas.
- Percepção do Ambiente *Maker*: Avaliação da experiência em trabalhar em um ambiente *Maker*, incluindo aspectos como interatividade, engajamento, autonomia e exploração de tecnologias inovadoras.

- Satisfação Geral: Medidas de satisfação com o curso e intenção de aplicar os conhecimentos adquiridos em contextos futuros.
 - Comentários Abertos: Espaço para que os estudantes expressassem livremente suas opiniões, sugestões e experiências mais marcantes no curso.
- c) Relatórios Mensais Preenchidos pelos Monitores (Apêndice C)

Os Relatórios Mensais dos Monitores foram instrumentos fundamentais para a coleta de dados qualitativos e quantitativos sobre o andamento dos cursos e o desempenho dos estudantes. Preenchidos mensalmente pelos 42 monitores ao longo de 13 meses nas seis unidades objeto desse estudo. A Figura 10 ilustra o quantitativo de respostas em cada instrumento de coleta.

Figura 10 - Quantidade de questionários coletados por instrumento



Fonte: O autor (2023).

Os relatórios contêm:

- Avaliação das Atividades: Itens em escala Likert sobre o nível de engajamento dos estudantes, participação, interação em grupo, desenvolvimento de habilidades técnicas e colaborativas.
- Observações sobre o Comportamento dos Estudantes: Comentários sobre a dinâmica das turmas, desafios enfrentados, progresso dos alunos e situações relevantes ocorridas durante as aulas.

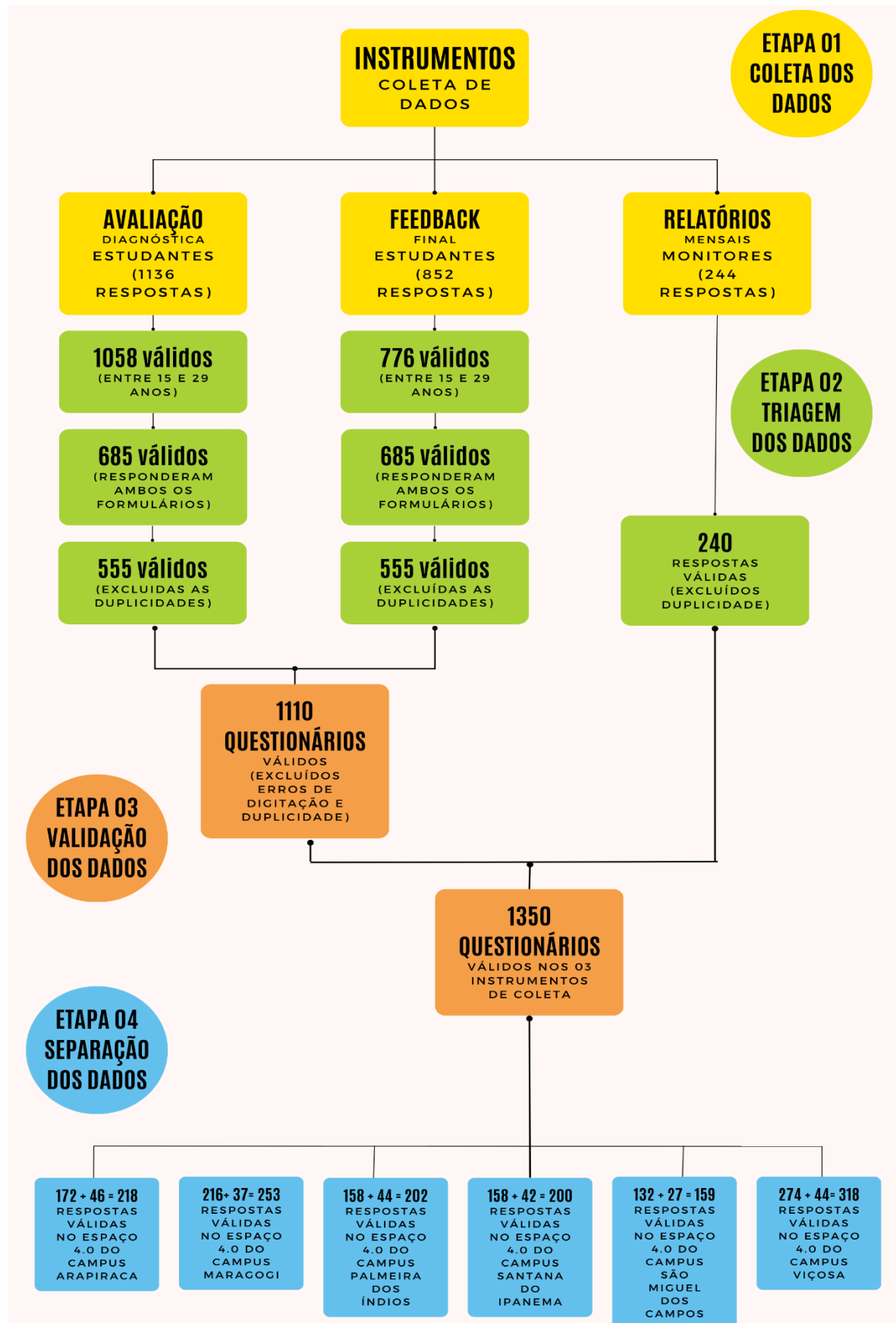
- Reflexões sobre as Metodologias Utilizadas: Percepções dos monitores sobre a eficácia das metodologias aplicadas, sugestões de melhorias e adaptação.
- Aspectos Pedagógicos e Logísticos: Informações sobre a adequação da infraestrutura, recursos disponíveis, e apoio recebido pelos instrutores e pela coordenação do projeto.

A combinação dessas estratégias de coleta de dados possibilita uma visão abrangente e multifacetada do ambiente *Maker* do Espaço 4.0 e de sua contribuição para a aprendizagem dos estudantes. A integração de diferentes métodos fortaleceu a análise, ampliando a confiabilidade e a consistência dos resultados. A coleta e o tratamento dos dados foram organizados em quatro etapas distintas a seguir.

- Primeira Etapa: durante um período de 13 meses, questionários e relatórios foram coletados em seis unidades dos Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), localizadas nos campi de Arapiraca, Maragogi, Palmeira dos Índios, Santana do Ipanema, São Miguel dos Campos e Viçosa. Os questionários abarcavam os três instrumentos de coleta de dados;
- Segunda Etapa: os dados coletados passaram por uma triagem. Nos questionários (instrumentos 01 e 02), apenas as respostas de estudantes entre 15 e 29 anos foram consideradas, conforme o objetivo do projeto. Questionários preenchidos no primeiro e no último dia de aula por indivíduos diferentes também foram excluídos. Para os relatórios (instrumento 03), essa etapa foi desnecessária, pois foram preenchidos regularmente pelos monitores;
- Terceira Etapa: foi realizada a validação dos questionários, excluindo-se aqueles que continham erros de preenchimento ou que haviam sido preenchidos em duplicidade nos instrumentos de coleta 01, 02 e 03;
- Quarta Etapa: após a validação, os questionários considerados válidos foram organizados de acordo com o local de coleta e contabilizados para a análise final.

A etapa de coleta registrou inicialmente 1.136 respostas na avaliação diagnóstica e 852 no feedback final, abrangendo diferentes campi e perfis de estudantes. Após uma triagem, foram eliminados dados duplicados, questionários preenchidos incorretamente e casos fora do escopo, resultando em 1.110 questionários válidos para análise. Na etapa final, os dados foram organizados por campus, assegurando que as especificidades de cada localidade fossem consideradas, permitindo uma visão detalhada das diferenças e convergências entre os participantes. A Figura 11 ilustra esse processo.

Figura 11 - Etapas envolvidas no processo de coleta de dados



Fonte: O autor (2023).

Na próxima seção, será detalhada a forma como se garantiu a confidencialidade das informações e o consentimento dos participantes, bem como os critérios adotados para assegurar o respeito às diretrizes de pesquisa envolvendo seres humanos.

6.4.2. Procedimentos éticos

Todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa, a voluntariedade da participação e a garantia de anonimato e confidencialidade dos dados fornecidos. Estudantes e monitores concordaram digitalmente com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em conformidade com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466/2012¹², que regulamenta pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil. Ademais, o IFAL concedeu autorização formal para a realização do estudo, reforçando o alinhamento institucional e o cumprimento das normas internas.

A metodologia adotada respeitou as diretrizes éticas pertinentes à pesquisa envolvendo seres humanos, assegurando a confidencialidade e a integridade dos dados coletados. O compromisso com a ética foi mantido em todas as etapas da pesquisa, desde a elaboração dos instrumentos até a análise e interpretação dos resultados.

6.5. ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados coletados foi conduzida de forma sistemática, integrando abordagens quantitativas e qualitativas para proporcionar uma compreensão abrangente das contribuições dos Espaços 4.0 na aprendizagem dos estudantes. Os procedimentos de análise foram planejados para responder às questões de pesquisa e testar as hipóteses propostas, garantindo a rigorosidade metodológica e a validade dos resultados. Enquanto as técnicas estatísticas descritivas e inferenciais da abordagem quantitativa permitiram identificar padrões e relações entre variáveis, a

¹² Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/resolucoes/2012/resolucao-no-466.pdf/@download/file>

análise qualitativa focou na interpretação de narrativas, opiniões e percepções registradas nos questionários e relatórios.

6.5.1. Análise Quantitativa

Os dados quantitativos provenientes dos questionários e dos relatórios dos monitores foram analisados utilizando os softwares estatísticos, SPSS e RStudio e também através de scripts na linguagem de programação Python desenvolvidos com a assistência da ferramenta *advanced data analysis* (chamado também de *code interpreter*) do ChatGPT (modelo de linguagem baseado em inteligência artificial desenvolvido pela empresa *OpenAI*), que acessa um servidor próprio da linguagem de programação Python e que permite automaticamente fazer diversos tipos de análise (Sampaio *et al.* 2024). As etapas da análise quantitativa incluíram (Devore, 2006):

- Estatísticas Descritivas:
 - Cálculo de Medidas de Tendência Central e Dispersão: Média, mediana, moda, desvio padrão e variância foram calculados para descrever as características dos participantes e as respostas às questões;
 - Distribuições de Frequência: Tabelas e gráficos de frequência foram elaborados para visualizar a distribuição das respostas nas escalas utilizadas.
- Testes de Normalidade:
 - Teste de Shapiro-Wilk: teste estatístico utilizado para avaliar a normalidade de uma amostra de dados. Diferente de outros testes de normalidade, como o Kolmogorov-Smirnov, o teste de Shapiro-Wilk é considerado mais eficaz para amostras menores. Ele verifica a hipótese de que os dados seguem uma distribuição normal comparando a variância da amostra com a variância de uma distribuição normal teórica. O teste calcula um valor de W , que varia entre 0 e 1, sendo que valores próximos a 1 indicam uma distribuição mais próxima da normalidade. Quando o p -valor resultante do teste é baixo, geralmente inferior a um nível de significância pré-definido (como 0,05), rejeita-se a hipótese nula de normalidade, indicando que os dados não seguem uma distribuição normal (Triola, 2008).
- Análises Inferenciais - Esses tipos de análises são indicados nos tipos de dados dessa pesquisa, que são oriundos de escala de *Likert* em sua maioria, sendo útil

para prever probabilidades de ocorrência em diferentes categorias, levando em consideração a ordem dessas categorias, mas sem assumir intervalos fixos entre elas (Diniz; Thiele, 2021; Dermeval; Coelho; Bittencourt, 2020):

- Teste de Mann-Whitney: também conhecido como Teste U de Mann-Whitney é um teste estatístico não paramétrico utilizado para comparar duas amostras independentes. Ele avalia se há uma diferença significativa nas medianas de duas populações sem pressupor que os dados sigam uma distribuição normal. É uma alternativa ao teste t de *Student* quando a suposição de normalidade não é atendida (Triola, 2008);
- Teste de Kruskal-Wallis: é outro teste não paramétrico usado para comparar três ou mais grupos independentes. Ele verifica se pelo menos um dos grupos tem uma mediana significativamente diferente das outras, sendo uma extensão do teste de Mann-Whitney para mais de dois grupos. Assim como o teste de Mann-Whitney, o Kruskal-Wallis não requer que os dados sigam uma distribuição normal (Devore, 2006);
- Teste de Kolmogorov-Smirnov: teste estatístico não paramétrico utilizado para comparar uma amostra com uma distribuição de referência (univariada) ou para comparar duas amostras entre si, a fim de verificar se elas seguem a mesma distribuição. O teste avalia a diferença entre as distribuições acumuladas empíricas das amostras ou entre a amostra e a distribuição teórica. É utilizado para testar a normalidade de dados ou comparar distribuições sem a necessidade de pressupor que sigam uma distribuição específica (Triola, 2008).
- Análise de Regressão Ordinal: método estatístico utilizado para modelar a relação entre uma variável dependente ordinal (categorizada em ordem) e uma ou mais variáveis independentes. Diferente da regressão linear, onde a variável dependente é contínua, a regressão ordinal é apropriada quando os dados da variável resposta são ordinais, ou seja, possuem categorias que seguem uma ordem natural, mas as distâncias entre essas categorias não são necessariamente iguais.
- Verificação da Confiabilidade dos Instrumentos:
 - Alfa de Cronbach: medida estatística utilizada para avaliar a confiabilidade ou consistência interna de um conjunto de itens em um questionário ou teste. Ele verifica o quanto os itens que compõem uma escala ou teste estão relacionados

entre si, indicando se eles medem o mesmo construto. O valor do alfa de Cronbach varia de 0 a 1, onde valores mais próximos de 1 indicam maior confiabilidade. Em geral, um valor acima de 0,7 é considerado aceitável, enquanto valores acima de 0,8 indicam boa confiabilidade (Sampieri; Collado e Lucio, 2013).

6.5.1. Análise Qualitativa

A análise qualitativa dos dados textuais provenientes das respostas abertas nos questionários e dos relatórios dos monitores foi realizada seguindo os ciclos de codificação propostos por Saldaña (2013), com o auxílio do software ATLAS.ti.

Nesta etapa, o ChatGPT também foi utilizado como uma ferramenta complementar na análise qualitativa dos dados textuais. O modelo auxiliou na geração de códigos iniciais e na sugestão de possíveis temas a partir das respostas dos participantes. Este complemento tecnológico permitiu uma exploração mais ampla dos dados e contribuiu para a identificação da interpretação dos resultados (Prescott *et al.*, 2024).

É importante ressaltar que todas as sugestões fornecidas pelo ChatGPT foram submetidas a um processo rigoroso de revisão e validação pelo pesquisador, garantindo que as análises estivessem alinhadas com os objetivos da pesquisa e os referenciais teóricos adotados. A integração entre a inteligência artificial e a experiência humana buscou potencializar a qualidade da análise, sem abdicar do rigor metodológico exigido na pesquisa acadêmica (Prescott *et al.*, 2024).

- Primeiro Ciclo de Codificação:
 - Codificação Descritiva: Atribuição de códigos descritivos aos segmentos de texto, identificando temas e tópicos relevantes;
 - Codificação de Valores: Identificação de valores, atitudes e crenças expressas pelos participantes em relação aos Espaços 4.0 e ao processo de aprendizagem.
- Ciclo de Transição:
 - Geração dos Diagramas de Redes: Criação de representações visuais que mapeiam as relações entre os conceitos identificados, facilitando a análise das interconexões entre os temas;
 - Mapeamento de Códigos: Organização e visualização das relações entre os

códigos do primeiro ciclo, agrupando-os em temas maiores.

- Segundo Ciclo de Codificação:
 - Codificação Axial: Explorar as inter-relações entre os padrões emergentes do primeiro ciclo, conectando categorias centrais e revelando causas e efeitos nos dados.
- Análise de Frequência e Nuvem de Palavras:
 - Análise de Frequência: Sistematização dos dados para identificar frequências, concorrências e padrões nos relatos dos participantes;
 - Nuvem de Palavras: Visualização gráfica das palavras mais frequentes nas respostas abertas, facilitando a identificação de temas centrais e a compreensão geral das percepções dos participantes.

6.5.2. Considerações sobre a análise dos dados

Sampieri, Collado e Lucio (2013) destacam que durante o processo de análise é importante focar nos aspectos referentes ao respeito, reflexividade e ética. Nesse íterim destacamos os seguintes pontos:

- Respeito ao Contexto: As interpretações consideraram o contexto em que os dados foram coletados, evitando generalizações indevidas e respeitando as particularidades dos participantes e dos ambientes estudados.
- Reflexividade: O pesquisador manteve uma postura reflexiva, consciente de sua posição como Coordenador do projeto e dos potenciais vieses que poderiam influenciar a análise. Estratégias como a validação por pares e a revisão das interpretações foram adotadas para mitigar esses vieses.
- Ética na Análise: As informações foram tratadas com confidencialidade, e os relatos dos participantes foram apresentados de forma anônima, preservando sua privacidade e dignidade.

7. UMA NOVA PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS ESPAÇOS MAKER BRASILEIROS

A classificação dos tipos de *Espaços Maker* brasileiros é fundamental para compreender as diferentes iniciativas e estratégias empregadas por instituições de ensino, comunidades e ambientes empresariais para promover a Cultura *Maker* e a aprendizagem ativa em diversos contextos. Este capítulo tem foco na análise e classificação dos tipos de *Espaços Maker* no Brasil, adaptando a classificação proposta por Silva e Merkle (2016), ao contexto brasileiro. A adaptação considera exemplos reais identificados na literatura e observações em campo delineadas na seção 6.2 desta tese, levando em conta a realidade socioeconômica e educacional do país.

7.1. PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DE CLASSIFICAÇÃO PARA ESPAÇOS MAKER

Os *Espaços Maker* são ambientes que incentivam a criatividade, a inovação e o aprendizado prático, principalmente por meio de tecnologias de fabricação digital. No Brasil, esses espaços têm se diversificado de acordo com suas características, infraestrutura e objetivos específicos, resultando em uma gama variada de propostas (Silva; Merkle, 2016; Blikstein, 2013a).

Considerando essa diversidade e as particularidades do contexto nacional, esta pesquisa propõe um novo modelo de classificação denominado "Finalidade e Estrutura" (FE), que inclui quatro categorias principais:

- Espaço *Maker* Educacional;
- Espaço *Maker* Empresarial;
- Espaço *Maker* Comunitário;
- Espaço *Maker* de Pesquisa e Inovação.

Essa classificação foi desenvolvida como uma contribuição original desta tese, refletindo a diversidade de iniciativas brasileiras. A proposta considera não apenas a infraestrutura disponível, mas também a finalidade e as atividades desempenhadas em cada espaço, permitindo uma categorização mais alinhada ao cenário nacional.

Outras classificações existentes foram analisadas durante a pesquisa, como a de Hatch (2013), que distingue espaços de acordo com o modelo de negócio, e a de

Dougherty (2012), que categoriza com base na comunidade atendida. No entanto, optou-se por desenvolver a classificação FE por entender que ela se adapta melhor ao contexto brasileiro, onde frequentemente há uma interseção entre finalidades educacionais, empresariais, sociais e de pesquisa.

A proposta apresentada nesta seção reconhece a importância de adaptar o conceito de Espaços *Maker* às particularidades do Brasil, considerando desafios locais de infraestrutura, financiamento e alinhamento com políticas educacionais, como a BNCC. Essa classificação foi fundamentada em uma análise crítica de modelos globais, ajustados para atender às demandas específicas das instituições brasileiras (Lima *et al.*, 2023).

Embora todos os tipos de Espaços *Maker* analisados compartilhem equipamentos como impressoras 3D, cortadoras a laser, kits de robótica e materiais para fabricação artesanal, a aplicação dessas ferramentas varia conforme a finalidade de cada espaço. Assim, a classificação FE não apenas organiza os Espaços *Maker* conforme suas finalidades, como também reflete a crescente importância desses ambientes na promoção da Educação tecnológica, da inovação e do desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI e para a Sociedade 4.0.

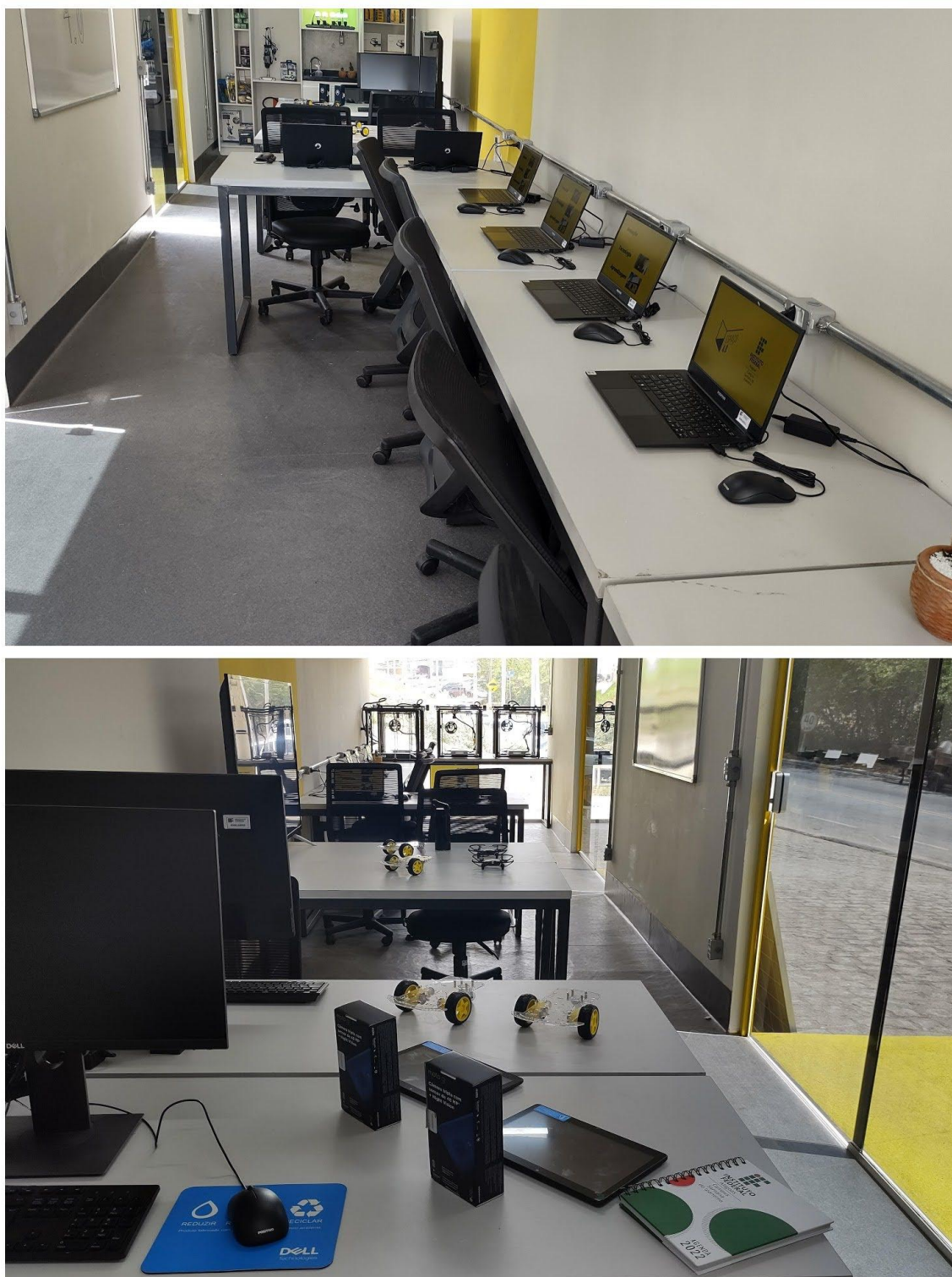
7.1.1. Espaços *Maker* Educacionais

Os *Espaços Maker* Educacionais são ambientes especialmente projetados para fomentar a criatividade, a inovação e o aprendizado prático por meio de tecnologias de fabricação digital, inseridos em instituições de ensino. Esses espaços utilizam uma variedade de ferramentas e metodologias ativas para promover a aprendizagem colaborativa, preparando os estudantes para os desafios do século XXI (Lima *et al.*, 2023; Blikstein, 2013a).

A construção dos EMEDs segue os princípios da pedagogia construcionista de Seymour Papert e das ideias progressistas de Paulo Freire. Papert (1980) defende que a aprendizagem se torna mais eficaz quando os alunos estão diretamente envolvidos na construção de artefatos físicos ou digitais com significado pessoal. Freire (1967) enfatiza a Educação como um processo de emancipação e transformação social, no qual os alunos atuam como agentes ativos na construção do conhecimento. Estudos mais recentes, como os de Martinez e Stager (2019), destacam a importância de integrar práticas *Maker* ao currículo educacional,

alinhando-se aos princípios de uma Educação crítica e participativa. A Figura 12 mostra o ambiente interno de um Espaço *Maker* Educacional.

Figura 12 - Imagens internas de um Espaço *Maker* Educacional



Fonte: O autor (2022).

No Brasil, a criação de EMEDs tem sido incentivada por organizações como a Fundação Lemann e o Instituto Inspirare, que apoiam tanto a implementação desses espaços quanto a capacitação de professores em práticas inovadoras. Essas iniciativas promovem o uso de metodologias como a aprendizagem baseada em projetos, visando integrar a Cultura *Maker* ao currículo escolar e desenvolver habilidades essenciais para o século XXI, como pensamento crítico, criatividade, resolução de problemas, colaboração e competências digitais (Blikstein, 2016). Além disso, a implementação dos EMEDs está alinhada às diretrizes da BNCC, que enfatiza o desenvolvimento de competências voltadas para a autonomia e o trabalho colaborativo, essenciais para os desafios contemporâneos (Stella *et al.*, 2018).

Os EMEDs contribuem significativamente para o desenvolvimento das dez competências gerais da BNCC, tais como pensamento científico, crítico e criativo, repertório cultural, comunicação, cultura digital e trabalho e projeto de vida. Ao envolver os alunos em projetos de criação e resolução de problemas reais, os EMEDs promovem uma Educação integral, alinhada às demandas contemporâneas.

Exemplos de EMEDs no Brasil incluem o Thomas *Maker*, da Casa Thomas Jefferson em Brasília, que oferece um espaço equipado com tecnologias de ponta, integrando atividades *Maker* ao currículo de ensino de idiomas, fomentando habilidades multilíngues e tecnológicas. Outro exemplo é o Espaço 4.0 do Instituto Federal de Alagoas, objeto desta pesquisa, que no período desse estudo entre os anos de 2021 e 2024, combinou atividades educativas com projetos comunitários, permitindo que os alunos aplicassem conhecimentos em contextos reais, alinhados com a BNCC.

A implementação dos EMEDs enfrenta desafios significativos, como a formação de professores, a infraestrutura escolar e o financiamento. A formação de educadores para utilizar as ferramentas de forma eficaz e integrar os princípios *Maker* ao currículo é primordial para o sucesso desses espaços (Martinez; Stager, 2019). Além disso, a infraestrutura necessária pode ser custosa, exigindo investimentos substanciais das instituições de ensino. Contudo, oportunidades emergem com programas governamentais e parcerias público-privadas. A Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação, prevê estratégias para promover a inovação tecnológica na Educação, podendo apoiar a expansão dos EMEDs (Brasil, 2014).

7.1.2. *Espaços Maker Empresariais*

Os *Espaços Maker* Empresariais têm como principal objetivo o suporte ao desenvolvimento de negócios e produtos, por meio de parcerias com startups, comércios e indústrias. Esses espaços operam em colaboração com grandes corporações e instituições de inovação, oferecendo infraestrutura de ponta para a criação de protótipos e soluções rápidas para o mercado (Anderson, 2013). A Figura 13 mostra o ambiente interno de um Espaço *Maker* Empresarial.

Figura 13 - Imagens internas de um Espaço *Maker* Empresarial



Fonte: O autor (2022).

Os EMEMs estão ligados diretamente ao movimento *Maker* e à cultura de inovação aberta. Chris Anderson, em sua obra "*Makers: A Nova Revolução Industrial*" (2013), argumenta que a democratização das ferramentas de fabricação digital possibilita que indivíduos, pequenas empresas e grandes indústrias criem e comercializem produtos inovadores. Essa perspectiva se alinha à teoria da inovação distribuída de Eric von Hippel (2005), que destaca o papel ativo dos usuários finais e indústrias na concepção de novas tecnologias.

Para garantir a sustentabilidade financeira, os EMEMs adotam modelos de negócios variados, como cobrança de mensalidades dos usuários (*membership fees*), parcerias público-privadas e programas de incubadoras e aceleradoras que oferecem mentoria e acesso a investidores. Esses modelos equilibram acessibilidade e sustentabilidade financeira, permitindo a manutenção e atualização contínua dos espaços (Paloma, 2020).

Exemplos de EMEMs no Brasil incluem o FabLab de Recife/PE, que proporciona acesso a ferramentas de fabricação digital e estimula a colaboração entre empreendedores, comerciantes e o setor industrial, oferecendo programas de residência e projetos colaborativos. Outro exemplo é o Hub de Inovação do SENAI de Maceió/AL, que oferece suporte técnico e infraestrutura de ponta para indústrias, atuando como um catalisador para a inovação tecnológica no setor produtivo.

A implementação dos EMEMs enfrenta desafios, especialmente relacionados à viabilização de recursos financeiros e à sustentabilidade a longo prazo. O elevado custo de aquisição e manutenção das ferramentas de fabricação digital, assim como a necessidade de constante atualização tecnológica, representam obstáculos consideráveis. Para superar esses desafios, estratégias incluem o desenvolvimento de modelos de negócios viáveis, parcerias estratégicas com instituições públicas e privadas e o aproveitamento de incentivos fiscais, como os previstos na Lei da Inovação, para fomentar investimentos (Neves, 2014).

7.1.3. Espaços Maker Comunitários

Os *Espaços Maker* Comunitários são ambientes projetados para servir à comunidade local, oferecendo acesso a ferramentas de fabricação digital e promovendo a inclusão social e digital. Esses espaços têm como objetivo principal proporcionar oportunidades de aprendizado e inovação para populações diversas,

especialmente aquelas em situação de vulnerabilidade (Blikstein, 2013a). A Figura 14 mostra o ambiente interno de um Espaço *Maker* Comunitário.

Figura 14 - Imagens internas de um Espaço *Maker* Comunitário



Fonte: O autor (2023).

Os EMCs desempenham um papel importante no apoio à economia artesanal

e a pequenos inventores, fornecendo acesso a tecnologias que permitem a modernização de técnicas artesanais, formação profissional por meio de cursos e workshops que aprimoram habilidades técnicas e espaços colaborativos onde artesãos e inventores podem desenvolver e prototipar seus produtos.

A criação dos EMCOs está ancorada na teoria do espaço social de Henri Lefebvre (2012), que sugere que a produção de espaços sociais pode transformar dinâmicas sociais, promovendo inclusão e equidade. Ao reconfigurar espaços urbanos e promover a interação social através da fabricação digital, os EMCOs democratizam o acesso à tecnologia, fortalecem a coesão comunitária e empoderam comunidades, facilitando a participação ativa dos indivíduos na resolução de problemas locais.

A sustentabilidade dos EMCOs pode ser garantida por meio de parcerias com ONGs e governos, financiamento colaborativo (*crowdfunding*) e programas de geração de renda, como a comercialização de produtos desenvolvidos no espaço. Esses espaços enfrentam desafios relacionados ao financiamento, sustentabilidade e formação de pessoal qualificado, mas apresentam oportunidades significativas para impacto social positivo (Neves, 2014).

Exemplos de EMCOs no Brasil incluem o FabLab Livre SP, que oferece acesso gratuito a ferramentas de fabricação digital, promovendo a inclusão social e digital em diversas regiões de São Paulo, e o Espaço 4.0, promovido pela Secretaria Nacional da Juventude, que foca no atendimento de populações vulneráveis, oferecendo formações e oportunidades de inserção no mercado de trabalho.

7.1.4. *Espaços Maker de Pesquisa e Inovação*

Diferentemente dos *Espaços Maker* Educacionais, os *Espaços Maker* de Pesquisa e Inovação são focados em fomentar projetos acadêmicos e de pesquisa aplicada. Os EMPIs mantêm colaborações estreitas com universidades e centros de pesquisa, promovendo a criação de tecnologias e soluções científicas que podem ser transferidas posteriormente para a indústria (Wilczynski, 2017).

A diferenciação entre EMEDs e EMPIs reside no foco e nas atividades principais. Enquanto os EMEDs focam na aprendizagem de estudantes em ambientes formais de Educação básica e superior, promovendo habilidades práticas e socioemocionais, os EMPIs visam o avanço tecnológico e a pesquisa aplicada, geralmente envolvendo estudantes de pós-graduação, pesquisadores e projetos com

potencial de inovação tecnológica e científica (Paloma, 2020). A Figura 15 mostra o ambiente interno de um Espaço *Maker* de Pesquisa e Inovação.

Figura 15 - Imagens internas de um Espaço *Maker* de Pesquisa e Inovação



Fonte: O autor (2022).

Exemplos de EMPIs no Brasil incluem o Cesar School, em Recife/PE, que se destaca pelo desenvolvimento tecnológico e parcerias de pesquisa, proporcionando um ambiente colaborativo para a criação de soluções inovadoras. O espaço atua em projetos que envolvem inteligência artificial, internet das coisas e outras tecnologias emergentes, conectando estudantes e pesquisadores com demandas reais da indústria. Outro exemplo é o Colab/IFAL, em Maceió/AL, que apoia projetos de

pesquisa aplicada e inovação tecnológica, promovendo a experimentação e o desenvolvimento de novas tecnologias. O Colab/IFAL trabalha em colaboração com cursos de tecnologia e design, desenvolvendo soluções nas áreas de energias renováveis, automação e sustentabilidade.

Os projetos e inovações desenvolvidos nos Espaços *Maker* de Pesquisa e Inovação abrangem uma ampla gama de áreas, dependendo do foco e das parcerias estabelecidas por cada espaço. Alguns EMPIs destacam-se pelo desenvolvimento de dispositivos médicos, resultando em patentes e transferências de tecnologia para o setor de saúde. Outros concentram esforços em soluções de energias renováveis, promovendo avanços na eficiência energética e sustentabilidade. Há também aqueles que priorizam áreas como automação, inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT), refletindo a diversidade de iniciativas promovidas nesses ambientes. A execução dessas atividades enfrenta desafios significativos, especialmente em relação ao financiamento e à manutenção de equipamentos avançados, assim como à formação e retenção de talentos altamente qualificados. As oportunidades para superar esses desafios surgem por meio de parcerias estratégicas com o setor privado, permitindo o compartilhamento de recursos e a captação de investimentos (Neves, 2014). Além disso, os EMPIs podem acessar recursos governamentais e incentivos fiscais através de agências de fomento, garantindo a continuidade das inovações tecnológicas e a sustentabilidade dessas iniciativas a longo prazo.

7.2. PARÂMETROS PARA A CLASSIFICAÇÃO E EXEMPLOS

A classificação dos *Espaços Maker* no Brasil é significativa para entender as diversas iniciativas e estratégias que promovem a Cultura *Maker* e a aprendizagem *Maker*. Como visto na seção 7.1, são propostas quatro categorias para classificar os *Espaços Maker* nacionais: EM Educacionais, EM Empresariais, EM Comunitários e EM de Pesquisa e Inovação. Cada categoria possui parâmetros específicos que guiam sua avaliação e pontuação.

7.2.1. Elaboração de uma rubrica para a classificação dos *Espaços Maker*

Para assegurar uma avaliação coerente e justa dos diferentes *Espaços Maker* categorizados neste estudo, foi desenvolvida uma rubrica que utiliza uma ponderação

específica para cada parâmetro de classificação (Caritá *et al.*, 2019). A atribuição de pesos reflete a importância relativa de cada aspecto na avaliação da finalidade e estrutura de cada tipo de *Espaço Maker*.

Os pesos foram determinados com base na relevância de cada parâmetro para a categoria em questão, fundamentados na literatura acadêmica e em consultas a especialistas durante a pesquisa. O processo envolveu revisão bibliográfica, identificação dos aspectos mais enfatizados por autores como Blikstein (2013b), Anderson (2013) e Gauntlett (2011), consultas a especialistas, entrevistas com gestores de *Espaços Maker*, educadores e pesquisadores da área, e análise comparativa das prioridades e desafios específicos de cada tipo de espaço no contexto brasileiro.

A Tabela 9 apresenta os parâmetros utilizados para classificar os *Espaços Maker*, conforme sua Finalidade e Estrutura, com as respectivas ponderações.

Tabela 9 - Parâmetros dos *Espaços Maker* classificados quanto à Finalidade e Estrutura

Tipo	Parâmetro	Peso (escala de 0 a 1)	Característica
<i>Espaços Maker Educativos</i>	Integração de fabricação digital	0,4	Avalia a presença e utilização de tecnologias como impressoras 3D e cortadoras a laser no ambiente escolar
	Aprendizagem prática	0,2	Examina se as atividades promovem a construção de conhecimento através de práticas <i>hands-on</i>
	Aprendizagem colaborativa	0,2	Avalia se o espaço incentiva a colaboração e o trabalho em equipe entre os alunos
	Contexto educacional formal	0,2	Considera o alinhamento das atividades com o currículo escolar e a formalidade do ambiente educacional
<i>Espaços Maker Empresariais</i>	Apoio a startups, empreendedores e indústrias	0,35	Avalia o suporte oferecido a novos negócios, incluindo consultoria e programas de aceleração

	Capacidade de prototipagem e infraestrutura tecnológica	0,45	Considera a qualidade e adequação dos equipamentos e infraestrutura para inovação
	Colaboração e inovação aberta	0,2	Avalia a promoção da colaboração entre diferentes atores do ecossistema de inovação
Espaços Maker Comunitários	Inclusão de comunidades carentes	0,5	Avalia o esforço do espaço em incluir e beneficiar comunidades desfavorecidas
	Acesso a oportunidades educacionais e de inovação	0,3	Examina as oportunidades oferecidas para aprendizado e inovação dentro da comunidade
	Engajamento comunitário e impacto social	0,2	Considera como o espaço envolve a comunidade e gera impactos positivos
Espaços Maker de Pesquisa e Inovação	Produção científica e tecnológica	0,6	Avalia a capacidade do espaço de gerar novas tecnologias e conhecimento científico
	Parcerias com instituições de pesquisa	0,2	Examina as colaborações com universidades e outras instituições
	Formação de recursos humanos qualificados	0,2	Considera o papel do espaço na capacitação de estudantes e pesquisadores

Fonte: O autor (2024)

Cada parâmetro foi avaliado com base em uma escala onde "Sim" equivale a 100% da pontuação, "Parcialmente" equivale a 50%, e "Não" corresponde a 0%. A pontuação final é a soma das notas ponderadas, oferecendo uma avaliação abrangente e equilibrada de cada *Espaço Maker*.

A classificação dos *Espaços Maker* quanto à Finalidade e Estrutura requer uma avaliação criteriosa dos parâmetros que refletem as características essenciais desses ambientes. A definição dos parâmetros e a atribuição dos pesos foram baseadas em

uma revisão extensa da literatura acadêmica, oferecendo um suporte teórico robusto para a compreensão das funções e contribuições dos *Espaços Maker* no Brasil. A seguir, são detalhadas as justificativas para os parâmetros delineados, junto às suas respectivas ponderações (Hira; Hynes, 2018; Halverson; Sheridan, 2014; Gauntlett, 2011; Anderson, 2013; Martinez; Stager, 2019; Blikstein, 2013a).

- Parâmetros para os *Espaços Maker* Educacionais:
 - Integração de Fabricação Digital nas Escolas - A Integração de fabricação digital nas escolas é um parâmetro de alta relevância para os EMEDs, pois reflete o uso de ferramentas como impressoras 3D e cortadoras a laser para promover o aprendizado prático e experimental, conforme a pedagogia construcionista de Papert (1980) e os estudos de Blikstein (2013a). Para esse parâmetro foi definido um peso de 0,4, evidenciando sua importância na promoção de uma aprendizagem ativa e inovadora. A presença dessas tecnologias permite que os alunos transformem conceitos abstratos em artefatos concretos, fortalecendo o entendimento dos conteúdos por meio da experimentação.
 - Aprendizagem Prática - Para esse parâmetro foi atribuído um peso de 0,2, destacando a importância de os alunos aprenderem fazendo, o que é central na pedagogia *Maker*. Segundo Blikstein (2013a), práticas *hands-on* facilitam a aquisição de conhecimentos técnicos e científicos, permitindo que os estudantes se envolvam profundamente com o conteúdo. Papert (1980) também enfatiza que a construção ativa de conhecimento através da experimentação promove um aprendizado efetivo.
 - Aprendizagem Colaborativa - A aprendizagem colaborativa também recebe um peso de 0,2, reconhecendo o valor do trabalho em equipe e da cooperação no ambiente educacional. A colaboração entre alunos potencializa a aprendizagem, promovendo habilidades socioemocionais como comunicação eficaz e resolução de problemas em grupo (Hira; Hynes, 2018). Em ambientes *Maker*, a troca de ideias e a co-criação são fundamentais para o desenvolvimento de projetos inovadores.
 - Contexto Educacional Formal - Para o contexto educacional formal foi atribuído um peso de 0,2, refletindo a importância do alinhamento das atividades dos *Espaços Maker* Educacionais com o currículo escolar. Embora seja relevante garantir que as práticas *Maker* estejam integradas aos objetivos educacionais

formais, estudos sugerem que a inovação e a aprendizagem frequentemente ocorrem também fora das estruturas tradicionais (Blikstein, 2013b; Papert, 2007). Portanto, este parâmetro tem um peso menor em comparação com a integração tecnológica e as práticas de aprendizagem prática e colaborativa.

- Parâmetros para os Espaços *Maker* Empresariais:
 - Apoio a Startups, Empreendedores e Indústrias - Nos *Espaços Maker* Empresariais (EMEM), o apoio a startups, empreendedores e indústrias é essencial para sua finalidade, recebendo um peso de 0,35. Anderson (2013) destaca que a revolução *Maker* é impulsionada pela capacidade dos pequenos empreendedores de transformar ideias em produtos tangíveis, além da integração das indústrias nesse ecossistema, facilitada pelas ferramentas de fabricação digital. Esse suporte abrangente é importante tanto para o desenvolvimento econômico quanto para a inovação tecnológica, como discutido por Hatch (2013).
 - Capacidade de Prototipagem e Infraestrutura Tecnológica - Para a capacidade de prototipagem e infraestrutura tecnológica foi atribuída um peso significativo de 0,45, refletindo sua importância central no ciclo de inovação dentro dos *Espaços Maker* Empresariais. Gershenfeld (2005) aponta que a habilidade de transformar rapidamente conceitos em protótipos é uma das maiores vantagens desses espaços, permitindo experimentação e refinamento contínuo de soluções tecnológicas avançadas. A disponibilidade de uma infraestrutura tecnológica robusta é fundamental para viabilizar a inovação e a produção industrial (Halverson; Sheridan, 2014).
 - Colaboração e Inovação Aberta - Este parâmetro, tem um peso de 0,2 e avalia a promoção da colaboração entre startups, indústrias e instituições acadêmicas dentro dos *Espaços Maker* Empresariais. A colaboração e inovação aberta são essenciais para maximizar o impacto desses espaços, facilitando a criação conjunta de soluções inovadoras e fortalecendo redes de inovação. A sinergia entre diferentes atores do ecossistema é fundamental para enfrentar desafios complexos e impulsionar o desenvolvimento tecnológico de maneira integrada e sustentável (Chesbrough, 2003).
- Parâmetros para os Espaços *Maker* Comunitários:
 - Inclusão de Comunidades Vulneráveis – Nos EMCs, para a inclusão de comunidades em situação de vulnerabilidade social foi atribuída um peso de

0,5, refletindo sua importância na promoção da equidade social. Gauntlett (2011) argumenta que os *Espaços Maker* têm o potencial de democratizar o acesso à tecnologia e ao conhecimento, especialmente em comunidades sub-representadas. A inclusão é, portanto, um objetivo central desses espaços, justificando a ponderação elevada.

- Acesso a Oportunidades Educacionais e de Inovação - Este parâmetro recebe um peso de 0,3, enfatizando a necessidade de oferecer recursos educacionais e oportunidades inovadoras que muitas vezes estão fora do alcance de comunidades carentes (Blikstein, 2013a). Criar ambientes que incentivem a inovação e o aprendizado prático é fundamental para a missão desses espaços, proporcionando às comunidades acesso a conhecimentos e habilidades que podem melhorar sua qualidade de vida.
- Engajamento Comunitário e Impacto Social – Para o engajamento comunitário e impacto social foi atribuído um peso de 0,2, avaliando como o espaço envolve a comunidade local e gera impactos positivos. De acordo com Lefebvre (2012), a produção de espaços sociais pode transformar dinâmicas sociais, promovendo inclusão e equidade. Os EMCs que efetivamente engajam a comunidade fortalecem a coesão social e promovem o desenvolvimento local.
- Parâmetros para os Espaços *Maker* de Pesquisa e Inovação:
 - Produção Científica e Tecnológica - Nos EMPs, a produção científica e tecnológica recebe um peso significativo de 0,6, refletindo sua importância central na geração de conhecimento e desenvolvimento de novas tecnologias. A criação de inovações é amplamente documentada na literatura sobre inovação aberta (von Hippel, 2005) e é fundamental para o avanço científico e tecnológico. Esses espaços contribuem para a pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental, impulsionando a inovação tecnológica.
 - Parcerias com Instituições de Pesquisa - As parcerias com instituições de pesquisa mantêm um peso de 0,2, reconhecendo sua relevância na ampliação de recursos e conhecimentos que podem acelerar o desenvolvimento tecnológico (Wilczynski, 2017). Essas colaborações garantem que as inovações desenvolvidas nesses espaços sejam relevantes e aplicáveis a contextos reais, facilitando a transferência de tecnologia para a indústria.
 - Formação de Recursos Humanos Qualificados - A formação de recursos humanos qualificados é um parâmetro, que também possui um peso de 0,2, o

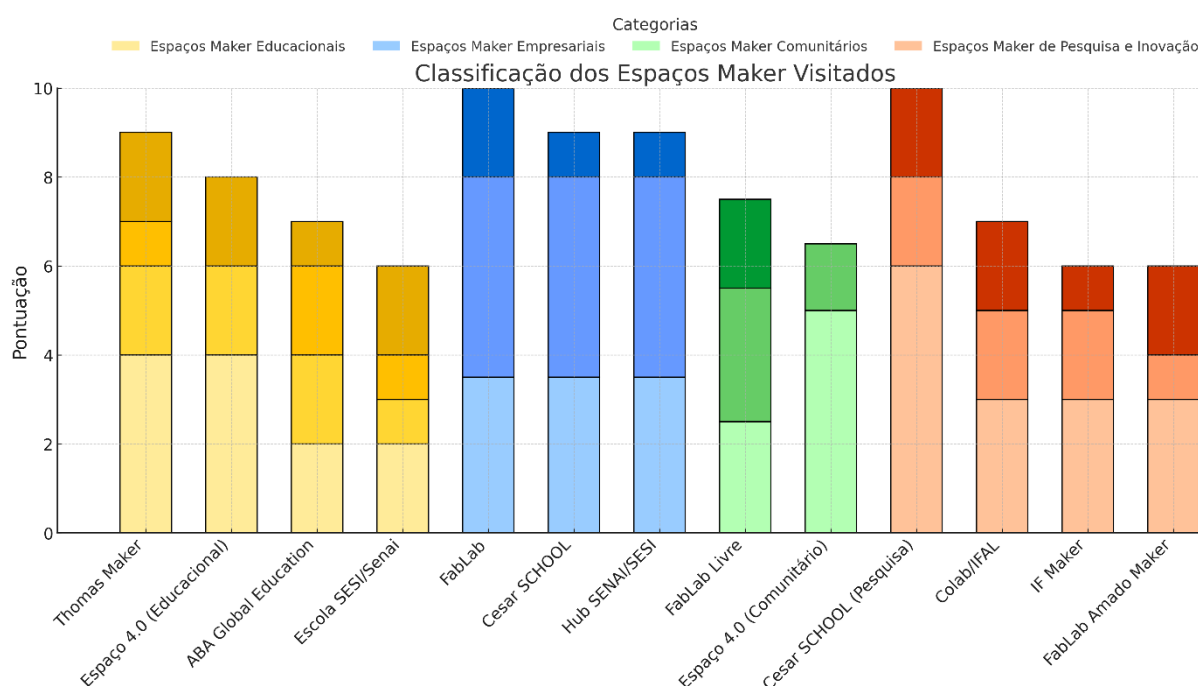
que reflete o papel dos EMPIs na capacitação de estudantes e pesquisadores. A formação de profissionais altamente qualificados é indispensável para sustentar a inovação e o desenvolvimento tecnológico a longo prazo (Stokes, 2011). Esses espaços oferecem oportunidades de aprendizado avançado e desenvolvimento de habilidades especializadas (Martinez; Stager, 2019).

Para testar a rubrica proposta, foram realizadas observações *in loco* em 12 Espaços Maker localizados em cinco estados brasileiros (Distrito Federal, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Sul e São Paulo) entre 2022 e 2024, conforme descrito na seção 6.2 da tese. Os critérios de seleção incluíram a diversidade de tipos de espaços e a representatividade regional, permitindo uma análise abrangente das diferentes realidades observadas.

A rubrica detalhada utilizada atribui pesos a diferentes parâmetros, permitindo uma avaliação objetiva e precisa de cada espaço. Durante sua aplicação inicial, ajustes foram realizados em alguns pesos para refinar a sensibilidade da pontuação e assegurar maior alinhamento com as características específicas de cada tipo de espaço. Por exemplo, o peso do parâmetro "Inclusão de Comunidades Vulneráveis" nos Espaços Maker Comunitários (EMCOs) foi aumentado de 0,4 para 0,5, considerando sua relevância central para o alcance dos objetivos desses ambientes. De forma similar, nos Espaços Maker Empresariais (EMEMs), o peso do parâmetro "Capacidade de Prototipagem e Infraestrutura Tecnológica" foi ajustado de 0,4 para 0,45, destacando sua importância no ciclo de inovação. Esses ajustes foram fundamentados em análises preliminares e na literatura especializada, como os estudos de Blikstein (2013a) e Gershenfeld (2005), que reforçam a relevância de parâmetros específicos para cada tipo de espaço.

A pontuação máxima possível na rubrica é 10,0, enquanto a pontuação mínima aceitável foi estabelecida em 6,0, representando um desempenho básico com potencial para melhorias. Espaços com pontuações inferiores a esse limite não atendem de forma satisfatória aos critérios propostos, o que pode comprometer sua eficácia na promoção dos objetivos associados à Cultura Maker. Por outro lado, aqueles que alcançam ou superam esse patamar apresentam características fundamentais para o cumprimento de suas finalidades principais, como infraestrutura adequada, inclusão social e alinhamento pedagógico. Esses critérios asseguraram uma avaliação clara e consistente, conforme ilustrado na Figura 16, que sintetiza os resultados obtidos com a aplicação da Classificação FE (Caritá et al., 2019).

Figura 16 - Classificação de cada Espaço *Maker* visitado in loco durante o Estudo Exploratório



Fonte: O autor (2024)

A Figura 16 apresentou a classificação detalhada dos Espaços *Maker* analisados durante o estudo exploratório, distribuídos em quatro categorias principais: Educacionais, Empresariais, Comunitários e de Pesquisa e Inovação. A avaliação de cada espaço considerou parâmetros específicos, como integração tecnológica, práticas colaborativas, alinhamento educacional, inclusão social e produção científica. Esses critérios foram aplicados com base em uma escala de pontuação que varia de 0 a 10, refletindo o desempenho de cada ambiente em relação à sua finalidade e estrutura de acordo com a Tabela 9.

Na categoria dos Espaços *Maker* Educacionais, o Thomas *Maker*, em Brasília, destacou-se com 9,0/10, evidenciando forte integração tecnológica e uso de metodologias ativas no ensino de idiomas. Por outro lado, o Espaço *Maker* da Escola Sesi/Senai, em Maceió, alcançou 6,0/10, indicando limitações em práticas colaborativas e infraestrutura tecnológica, o que impacta negativamente sua capacidade educativa. O Espaço 4.0 do IFAL, com 8,0/10, apresentou um bom desempenho, destacando-se na fabricação digital e no aprendizado colaborativo, embora com desafios relacionados ao alinhamento curricular.

Entre os Espaços *Maker* Empresariais, o FabLab Recife obteve a pontuação

máxima de 10/10, destacando-se pela infraestrutura robusta e suporte a empreendedores. Já o Cesar SCHOOL e o Hub SENAI/SESI alcançaram 9,0/10 cada, devido à capacidade de prototipagem e programas de aceleração, com espaço para aprimorar colaborações interinstitucionais.

Os Espaços *Maker* Comunitários, como o *FabLab* Livre, em São Paulo, com 7,5/10, demonstraram bom desempenho em inclusão e engajamento comunitário, mas revelaram oportunidades para maior inovação. O Espaço 4.0 do IFAL, classificado também como comunitário, obteve 6,5/10, refletindo boa inclusão social, mas com limitações em engajamento e inovação.

Na categoria de Pesquisa e Inovação, o Cesar SCHOOL alcançou a pontuação máxima de 10/10, destacando-se em produção científica e formação de recursos humanos. O Colab/IFAL e o IF *Maker* obtiveram 7,0/10, evidenciando potencial para inovação e pesquisa, mas enfrentando desafios em recursos e parcerias. O *FabLab* Amado *Maker*, com 6,0/10, apresentou limitações em parcerias, apesar de desenvolver novas tecnologias.

Os resultados apresentados na Figura 16 destacam a diversidade e os desafios enfrentados pelos Espaços *Maker* no Brasil. Ambientes com pontuação inferior a 6,0 necessitam de medidas de aprimoramento, como a atualização tecnológica e a capacitação de pessoal, para alinhar suas práticas à cultura *Maker* e às demandas contemporâneas. A formação continuada de educadores e facilitadores, aliada ao estabelecimento de parcerias estratégicas com instituições de ensino, empresas e governos, surge como um ponto essencial para potencializar o impacto desses espaços.

Além disso, modelos de financiamento sustentáveis, combinando recursos públicos e privados, podem garantir a viabilidade econômica desses ambientes. A implementação de políticas públicas voltadas para a inclusão da cultura *Maker* nos marcos educacionais reforça a importância de consolidar essas práticas no sistema de ensino, fortalecendo a formação de competências alinhadas à Indústria 4.0.

Essa classificação FE aprofunda a compreensão das funções e contribuições dos Espaços *Maker* no Brasil, fornecendo um referencial sólido para gestores, educadores e pesquisadores interessados na promoção da Cultura *Maker*. Este capítulo destacou a relevância da rubrica de avaliação, que vai além da categorização, permitindo uma análise das finalidades e atividades de cada espaço, além de orientar a estruturação e gestão de forma mais eficiente.

8. UM NOVO MODELO PARA INVESTIGAÇÃO DOS CENÁRIOS DE APRENDIZAGEM EM ESPAÇOS MAKER

O movimento *Maker* tem se consolidado como um elemento transformador na Educação contemporânea, promovendo práticas pedagógicas que conectam a criação prática ao desenvolvimento de competências cognitivas. Fundamentado no Construcionismo de Seymour Papert (1980), que destaca a importância da construção de artefatos tangíveis para a aprendizagem, o movimento *Maker* incentiva os estudantes a transformarem conceitos abstratos em realizações concretas. Nesse contexto, o trabalho de Martinez e Stager (2019) em *Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom* é amplamente reconhecido como um guia fundamental para a implementação de práticas *Maker* em ambientes educacionais.

Martinez e Stager (2019) argumentam que a Educação *Maker* transcende o uso de ferramentas tecnológicas, englobando o desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI, como criatividade, resolução de problemas e pensamento crítico. A metodologia TMI, por eles proposta, organiza o processo de aprendizagem em três etapas: *Think* (Pensar), que abrange a geração e o planejamento de ideias; *Make* (Fazer), voltada à construção prática de artefatos; e *Improve* (Melhorar), focada na revisão e no aprimoramento contínuo. Esse ciclo promove uma abordagem iterativa e reflexiva, permitindo o aperfeiçoamento de projetos ao longo do tempo.

De acordo com Martinez e Stager (2019, p. 123), "a Educação *Maker* pode acontecer em qualquer lugar, com qualquer pessoa e utilizando qualquer tipo de ferramenta". Essa visão inclusiva e democratizadora encontra expressão em ambientes como *FabLabs* e Espaços 4.0, que oferecem estruturas propícias à inovação, criatividade e construção de conhecimento.

No entanto, embora o modelo TMI tenha demonstrado eficácia em diversos contextos educacionais, sua aplicação enfrenta limitações diante das demandas emergentes da Sociedade 4.0. Em particular, o modelo original não contempla formalmente a dimensão da exploração ativa, essencial para lidar com os desafios impostos pela rápida evolução tecnológica e pelas demandas por inovação. Autores como Resnick (2020) e Blikstein (2013a) destacam que a capacidade de explorar novas tecnologias, metodologias e ideias é um elemento central para promover a

aprendizagem criativa e a inovação.

Nesse sentido, surgiu a necessidade de expandir o modelo TMI com a inclusão da fase Explorar. Essa nova dimensão visa estimular os estudantes a não apenas aprimorarem seus projetos, mas também a investigarem ativamente novas possibilidades, ferramentas e abordagens que possam enriquecer seus processos de aprendizagem. A fase Explorar amplia o escopo do modelo ao incentivar a descoberta e a experimentação, conectando-se de maneira transversal às etapas *Think*, *Make* e *Improve*. Essa integração promove um aprendizado mais dinâmico e alinhado às necessidades do século XXI, preparando os estudantes para se adaptarem e prosperarem em contextos complexos e em constante transformação.

O movimento *Maker* tem se destacado no cenário educacional contemporâneo, promovendo práticas pedagógicas que valorizam a criação e o desenvolvimento de habilidades práticas e cognitivas. Fundamentado no Construcionismo de Seymour Papert (1980), que defende a aprendizagem por meio da construção de artefatos tangíveis, o movimento *Maker* incentiva os alunos a transformarem conceitos abstratos em realidades concretas. Nesse contexto, o trabalho de Martinez e Stager (2019) em *Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom* é amplamente reconhecido como uma referência fundamental para a implementação de práticas *Maker* em ambientes educacionais.

Martinez e Stager (2019) expandem a perspectiva construcionista ao argumentar que a Educação *Maker* vai além do uso de ferramentas tecnológicas; está diretamente ligada ao desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI, como criatividade, resolução de problemas e pensamento crítico. A metodologia central que propõem, conhecida como ciclo *Think, Make, Improve*, envolve três etapas: *Think* (Pensar), na qual os alunos geram e planejam ideias; *Make* (Fazer), focada na construção prática de artefatos; e *Improve* (Melhorar), fase de revisão e aprimoramento contínuo. Esse ciclo, centrado na iteração e na reflexão crítica, promove o aperfeiçoamento constante, estimulando o desenvolvimento de competências práticas e criativas.

Segundo Martinez e Stager (2019, p. 123), "a Educação *Maker* pode acontecer em qualquer lugar, com qualquer pessoa e utilizando qualquer tipo de ferramenta", destacando o caráter inclusivo e democratizador dessa abordagem. Espaços *Maker*, como *FabLabs* e Espaços 4.0, refletem essa visão ao oferecer ambientes que promovem inovação, criatividade e construção de conhecimento.

No entanto, apesar da eficácia do modelo TMI em promover a aprendizagem *Maker*, observou-se que ele não captura integralmente a complexidade e o dinamismo dos espaços de aprendizagem contemporâneos, especialmente diante do rápido avanço tecnológico. O TMI incentiva a iteração e a reflexão crítica, mas sua estrutura original não contempla formalmente a exploração ativa de novas tecnologias e metodologias, essenciais para promover a inovação. Autores como Resnick (2020) e Blikstein (2013a) destacam a importância da exploração e da criatividade na aprendizagem, enfatizando que a capacidade de investigar e experimentar é fundamental no contexto atual.

Diante dessas considerações, emergiu a necessidade de propor uma ampliação do modelo original para abranger uma nova dimensão de exploração, permitindo que os estudantes não apenas melhorem seus projetos, mas também busquem ativamente novas ideias, tecnologias e abordagens que possam enriquecer seu processo de aprendizagem.

8.1. O MODELO TMI-E: EXPLORAÇÃO E REFLEXÃO CRÍTICA

Para superar as limitações identificadas no modelo TMI, esta tese propõe o modelo TMI-E, que incorpora a fase *Explore* (Explorar) ao ciclo original. Essa nova fase formaliza a curiosidade e a inovação, incentivando os alunos a expandirem seus conhecimentos além dos limites dos projetos iniciais. A fase "Explore" alinha-se à visão de Papert (1980) e Resnick (2020), que enfatizam que a aprendizagem é mais eficaz quando os estudantes são agentes ativos de sua própria exploração.

A fase "*Explore*" amplia o escopo do modelo tradicional, promovendo uma abordagem autônoma e investigativa para o aprendizado. Por meio de atividades como pesquisa independente, participação em comunidades online, interação com especialistas e experimentação com tecnologias emergentes, os alunos são incentivados a incorporar novas perspectivas e soluções inovadoras em seus projetos (Resnick, 2020). Por exemplo, nos Espaços 4.0, os estudantes têm a oportunidade de utilizar ferramentas digitais para explorar questões práticas em engenharia e design, aplicando seus conhecimentos em contextos reais.

Ao conectar as fases *Think*, *Make*, *Improve* e *Explore*, o modelo TMI-E cria um ciclo contínuo e dinâmico de aprendizado, no qual a prática, a reflexão e a descoberta coexistem. Na fase *Think*, os alunos identificam problemas e geram ideias; na fase

Make, aplicam conceitos teóricos para construir soluções tangíveis; em *Improve*, refletem sobre os processos e incorporam feedbacks para aperfeiçoar seus projetos; e na fase *Explore*, expandem suas criações ao investigar novas tecnologias, abordagens e contextos.

Essa interconexão entre as fases permite que os estudantes transitem fluidamente entre o planejamento, a execução, o aprimoramento e a exploração, consolidando uma aprendizagem ativa e significativa. Além disso, o modelo TMI-E apresenta um potencial para atender às demandas contemporâneas, nas quais a experimentação contínua e a busca por novas soluções são essenciais para o desenvolvimento de competências como criatividade, inovação e pensamento crítico.

Por fim, o modelo TMI-E não apenas reflete as necessidades da Sociedade 4.0, mas também promove uma integração harmônica entre o aprendizado prático e a reflexão crítica, preparando os estudantes para os desafios de um mundo cada vez mais dinâmico e tecnológico.

8.1.1. Detalhando a fase *Explore*

A fase Explorar, introduzida como uma ampliação do modelo TMI nesta tese, emerge como um componente imprescindível para fortalecer a inovação e a autonomia dos estudantes, alinhando-se às exigências de uma sociedade marcada pela complexidade e pela transformação constante. Essa etapa amplia as possibilidades de aprendizado ao estimular os alunos a ultrapassarem os limites de seus projetos iniciais, investigando novas tecnologias, ferramentas e práticas. Inspirada nas reflexões de Resnick (2020), essa fase valoriza a curiosidade como motor do aprendizado, permitindo que os estudantes assumam o papel de protagonistas em sua jornada educacional.

Nesse contexto, os educadores desempenham um papel essencial como mediadores e incentivadores, promovendo a experimentação e a exploração. Os estudantes são encorajados a interagir com tecnologias emergentes, como inteligência artificial, internet das coisas, realidade virtual e biotecnologia, avaliando o impacto dessas inovações em seus projetos e explorando novos horizontes criativos. Esse processo transforma os espaços de aprendizado em laboratórios vivos, onde conceitos abstratos ganham forma e relevância prática.

A fase Explorar também destaca a importância da conexão com comunidades

e redes globais. Por meio da participação em fóruns online, *hackathons*, competições de inovação e eventos da comunidade *Maker*, os estudantes ampliam seu repertório cultural e técnico, acessando uma diversidade de perspectivas e práticas. Essas interações transcendem os limites físicos das instituições de ensino, inserindo os alunos em um ecossistema global de aprendizagem e colaboração. Essa dimensão conecta os estudantes a um mundo em constante evolução, estimulando a troca de experiências e a construção coletiva de soluções criativas.

Essa fase também incentiva o desenvolvimento de projetos paralelos que, mesmo não diretamente vinculados aos objetivos principais, criam oportunidades para a experimentação e a aplicação de novas abordagens. Esses projetos exploratórios nutrem a criatividade e a confiança dos estudantes, permitindo que eles testem ideias em um ambiente de baixo risco e, ao mesmo tempo, ampliem sua compreensão sobre metodologias e ferramentas.

Um aspecto particularmente relevante da fase Explorar é sua ênfase na reflexão crítica. Os estudantes são convidados a analisar as tendências tecnológicas e os desafios globais sob uma perspectiva ética, social e ambiental. Essa abordagem busca formar não apenas técnicos competentes, mas cidadãos responsáveis, comprometidos com o impacto positivo de suas ações no mundo. O equilíbrio entre inovação tecnológica e valores éticos posiciona os estudantes como agentes transformadores, capazes de navegar em contextos complexos com sensibilidade e consciência.

A fase *Explore* integra-se harmonicamente às demais etapas do modelo TMI-E, por promover um ciclo de aprendizado dinâmico e interativo. *Think* desafia os estudantes a identificarem problemas e formularem ideias, enquanto *Make* transforma essas ideias em soluções práticas. *Improve* promove a reflexão sobre o processo e a busca por aperfeiçoamento, e Explorar amplia o alcance do aprendizado, conectando-o a novas possibilidades e descobertas. Nesse cada fase se enriquece pela interdependência com as outras.

Assim, a fase Explorar incorpora inovação, conexão global e responsabilidade ética ao processo de aprendizado. Essa etapa consolida-se como um componente indispensável para preparar os estudantes para os desafios de um mundo em transformação. Nas próximas seções, discutiremos como o modelo TMI-E foi aplicado nos Espaços *Maker*, abordando estratégias, desafios e resultados observados em diferentes contextos educacionais.

8.1.2. Implementação do Modelo TMI-E em *Espaços Maker*

A fase "Explorar", proposta no modelo TMI-E, tem se mostrado uma adição transformadora aos Espaços 4.0, possibilitando que os estudantes ampliem seus aprendizados para além das atividades planejadas inicialmente. Essa etapa incentiva uma aprendizagem contínua, conectando o conhecimento adquirido a contextos reais e promovendo a inovação e a autonomia dos participantes.

Um exemplo prático dessa aplicação ocorreu em um curso de Internet das Coisas (IoT) no IFAL Campus Arapiraca. Após concluírem as atividades regulares, os estudantes foram desafiados a propor soluções práticas para problemas cotidianos usando as tecnologias aprendidas. Um grupo desenvolveu um sistema de automação residencial que monitorava e controlava remotamente o consumo de energia, utilizando sensores e dispositivos conectados via IoT. Esse projeto não apenas demonstrou o domínio técnico adquirido, mas também destacou a capacidade dos estudantes de aplicar o aprendizado em cenários concretos, respondendo a desafios do dia a dia com criatividade e inovação (Albuquerque *et al.*, 2023).

Outro exemplo importante foi observado no curso de Modelagem e Impressão 3D, também no Campus Arapiraca. Os estudantes, após dominarem os fundamentos da modelagem, foram incentivados a desenvolver projetos autorais. Um dos grupos, que incluía estudantes com deficiência visual, criou chaveiros personalizados em Braille, demonstrando como a exploração criativa pode alinhar-se a projetos com impacto social. Esse caso ilustra como a fase "Explorar" promove não apenas a aplicação prática de habilidades técnicas, mas também o desenvolvimento de projetos que refletem empatia e responsabilidade social (Albuquerque *et al.*, 2023).

No IFAL Campus Maragogi, estudantes de um curso desenvolveram uma bengala inteligente para pessoas com deficiência visual, seguindo as quatro fases do modelo TMI-E. Na fase "Pensar", identificaram a necessidade de criar uma ferramenta que facilitasse a locomoção com segurança e autonomia. Durante a fase "Fazer", construíram o protótipo utilizando sensores ultrassônicos e microcontroladores disponíveis no Espaço 4.0. Na fase "Melhorar", ajustaram o dispositivo com base em feedbacks, melhorando sua ergonomia e funcionalidade. Finalmente, na fase "Explorar", pesquisaram novas tecnologias, como sensores mais avançados e módulos de GPS, e compartilharam o projeto em eventos e comunidades *Maker*. Esse processo exemplifica como o modelo TMI-E integra reflexão, prática e inovação em

um ciclo dinâmico de aprendizagem.

Além disso, em outro curso focado em Fabricação Digital com Impressão 3D, os estudantes planejaram a criação de próteses acessíveis, desta vez no IFAL Campus São Miguel dos Campos. Na fase *Make*, utilizaram impressoras 3D para construir os protótipos e, na fase *Improve*, aprimoraram os modelos com base em testes realizados por usuários. Durante a fase *Explore*, experimentaram materiais biocompatíveis e técnicas avançadas, colaborando com profissionais da área de saúde e refletindo sobre as implicações éticas de seus projetos. Esses exemplos evidenciam como a fase "Explorar" amplia o escopo do aprendizado ao incentivar os estudantes a conectarem suas criações a demandas reais, promovendo responsabilidade social e inovação tecnológica.

A Figura 17 ilustra como as fases *Think*, *Make*, *Improve* e *Explore* estão interligadas no modelo TMI-E.

Figura 17 – O Modelo TMI-E



Fonte: O autor (2024).

Conforme ilustrado na Figura 17, a fase "Pensar" estimula a ideação e o planejamento, enquanto a fase "Fazer" foca na construção prática e colaborativa. Na fase "Melhorar", os estudantes refletem sobre suas criações, incorporando feedbacks para aperfeiçoá-las. A fase "Explorar", diferencial do modelo TMI-E, expande os

horizontes dos alunos ao incentivar a experimentação com novas tecnologias, a conexão com comunidades globais e o desenvolvimento de soluções inovadoras.

Diferentemente de modelos que priorizam exclusivamente o aprendizado hands-on, como os descritos por Gershenfeld (2005) para FabLabs, o TMI-E incorpora uma dimensão investigativa mais ampla. Ao enfatizar competências como autonomia, criatividade e reflexão crítica, o modelo responde às demandas da Sociedade 4.0, onde habilidades técnicas e socioemocionais são igualmente indispensáveis (Blikstein, 2013a). Assim, o TMI-E não apenas promove o aprendizado *Maker*, mas também prepara os estudantes para se destacarem em um mundo em constante transformação.

Na próxima seção, serão discutidas as limitações da fase "Explorar", oferecendo uma análise reflexiva sobre os desafios e possibilidades de aprimoramento do modelo TMI-E.

8.1.3. Limitações da fase Explorar

Embora a fase "Explorar" represente um avanço significativo no modelo TMI-E, integrando inovação e autonomia no processo de aprendizagem *Maker*, ela também apresenta desafios que merecem atenção para garantir sua efetividade e acessibilidade. Um dos principais desafios identificados é a necessidade de recursos tecnológicos e suporte contínuo para os estudantes. Essa etapa demanda um ambiente rico em tecnologias emergentes e materiais diversificados, além de tempo adicional para que os alunos possam experimentar, testar suas ideias e aplicá-las em contextos reais. Conforme Blikstein (2013a), a infraestrutura insuficiente pode limitar a capacidade dos estudantes de desenvolver plenamente seu potencial criativo em ambientes educacionais.

Outro desafio significativo está relacionado à autonomia dos estudantes. Embora a fase "Explorar" incentive a independência e a investigação, nem todos os alunos possuem o mesmo nível de preparo para lidar com essa liberdade. Alguns necessitam de orientação constante para superar as dificuldades, enquanto outros demonstram maior capacidade de avançar autonomamente. Essa diversidade evidencia a necessidade de mecanismos de suporte personalizados, como programas de mentoria, que auxiliem na transição dos estudantes para níveis mais elevados de autonomia e autoconfiança (Vygotsky, 1978).

Além disso, questões relacionadas à infraestrutura em determinados campi representam um obstáculo adicional. Em alguns casos, o acesso limitado a ferramentas específicas ou softwares avançados reduz as possibilidades de exploração dos estudantes, dificultando a implementação equitativa dessa fase. Como discutido por Gershenfeld (2005), a efetividade de espaços educacionais baseados em fabricação digital está diretamente vinculada à disponibilidade de recursos e à adequação do ambiente às necessidades dos aprendizes.

Para garantir que a fase "Explorar" alcance todo o seu potencial, é essencial promover estratégias que abordem essas limitações. Investimentos em infraestrutura tecnológica e na formação contínua de educadores são fundamentais para ampliar o acesso às ferramentas necessárias e criar ambientes de aprendizagem inclusivos. Além disso, o desenvolvimento de atividades pedagógicas escalonadas, que integrem tanto os estudantes com maior autonomia quanto aqueles que precisam de acompanhamento mais próximo, pode fortalecer a aplicabilidade da fase e aumentar sua eficácia.

Embora os desafios sejam evidentes, a fase "Explorar" oferece uma oportunidade única de repensar a Educação *Maker* no contexto da Sociedade 4.0. Ao integrar práticas de investigação autônoma e interdisciplinar, ela prepara os estudantes para enfrentarem os desafios de um mundo em constante transformação, promovendo uma aprendizagem que vai além do ambiente físico dos Espaços 4.0. Como apontam Martinez e Stager (2019), o verdadeiro impacto da Educação *Maker* está na sua capacidade de capacitar os aprendizes a inovar, explorar e transformar suas comunidades por meio do conhecimento aplicado.

Nesse sentido, superar as limitações da fase "Explorar" não se resume a resolver problemas práticos, mas envolve a ampliação do alcance e do impacto do modelo TMI-E em sua totalidade. Essa superação exige uma abordagem integrada que leve em consideração as especificidades das realidades locais, promova a equidade no acesso aos recursos e priorize o desenvolvimento de habilidades técnicas e socioemocionais nos estudantes. A próxima seção explorará como os cenários de aprendizagem foram configurados para integrar as quatro fases do modelo TMI-E, evidenciando os processos e resultados obtidos nos contextos práticos de ensino nos Espaços 4.0.

8.2. IDENTIFICANDO OS CENÁRIOS DE APRENDIZAGEM MAKER DOS ESTUDANTES NOS ESPAÇOS 4.0 DO IFAL

Nos Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), o modelo TMI-E foi empregado para fomentar a aprendizagem *Maker* entre os estudantes. A partir desse modelo, emergiram cenários de aprendizagem específicos que refletem as experiências dos alunos em cada uma de suas fases. Para uma compreensão aprofundada desses cenários, foram definidos critérios que serão utilizados nos capítulos seguintes para analisar os instrumentos de coleta de dados com os seguintes objetivos:

1. Analisar a autoavaliação dos estudantes em relação ao seu aprendizado nos Espaços 4.0.
2. Analisar a percepção dos monitores sobre o desempenho dos estudantes nos Espaços 4.0.

Na Tabela 10, detalhamos os cenários de aprendizagem *Maker* que emergem a partir do modelo TMI-E, alinhando-os aos instrumentos de coleta e aos indicadores de análise correspondentes.

Tabela 10 - Cenários de aprendizagem nos Espaços 4.0

Cenário	Objetivo	Indicadores de Análise
Pensar (Think)	Avaliar como os alunos definem seus projetos e problemas a serem resolvidos.	1. Clareza e qualidade na definição dos problemas. 2. Autonomia e iniciativa dos alunos na geração de ideias. 3. Alinhamento entre expectativas e objetivos dos projetos.
Fazer (Make)	Avaliar o processo de construção e desenvolvimento dos projetos.	1. Desenvolvimento de habilidades técnicas ao longo do projeto. 2. Capacidade de resolver problemas práticos. 3. Engajamento e

		colaboração durante a construção.
Melhorar (Improve)	Investigar o processo de refinamento e melhoria dos projetos.	1. Frequência e qualidade das iterações nos projetos. 2. Habilidade em incorporar <i>feedbacks</i> para aprimoramento. 3. Reflexão crítica sobre o próprio aprendizado.
Explorar (Explore)	Avaliar como a exploração de novas tecnologias e abordagens contribui para o aprendizado contínuo.	1. Iniciativa em explorar além do conteúdo oferecido. 2. Aplicação de novas tecnologias ou metodologias nos projetos. 3. Intenção de participação em eventos externos.

Fonte: O autor (2024).

Conforme a Tabela 10, a identificação dos cenários de aprendizagem *Maker* a partir do modelo TMI-E permite estabelecer critérios claros para a análise do processo educacional nos Espaços 4.0. Esses cenários servem como referência para avaliar:

- Desenvolvimento de Autonomia e Criatividade: Como os alunos iniciam e planejam seus projetos, demonstrando iniciativa e capacidade de definir problemas relevantes.
- Aprimoramento de Habilidades Técnicas e Colaborativas: O progresso dos alunos na utilização de tecnologias, resolução de problemas práticos e trabalho em equipe durante a construção dos projetos.
- Refinamento e Reflexão Crítica: A capacidade dos alunos de incorporar *feedbacks*, realizar iterações e refletir sobre seu aprendizado para melhorar continuamente seus projetos.

- Iniciativa e Exploração Contínua: O interesse dos alunos em buscar conhecimentos além do conteúdo oferecido, integrar novas tecnologias e se envolver com a comunidade *Maker*.

A definição dos indicadores de análise apresentados na Tabela 10 foi elaborada com base no caráter inovador do modelo TMI-E e na experiência empírica vivenciada durante o desenvolvimento desta pesquisa. A criação desses indicadores resulta de uma vivência de quatro anos na coordenação do projeto Espaços 4.0, desde o seu planejamento até sua execução plena. Esse período de imersão permitiu uma visão ampla e detalhada das dinâmicas educacionais nesses espaços, bem como das interações entre estudantes, monitores e tecnologias.

Essa experiência prática foi essencial para a identificação das necessidades educacionais específicas do contexto dos Espaços 4.0 e para a adaptação dos princípios do modelo TMI-E a esse cenário. Ao longo desses quatro anos, foi possível para o pesquisador observar diretamente os processos de aprendizagem, os desafios enfrentados e as soluções implementadas, o que o orientou o refinamento dos indicadores para refletirem com precisão os aspectos mais relevantes e recorrentes observados nos ambientes *Maker*.

Os critérios estabelecidos foram projetados para capturar elementos fundamentais do processo de aprendizagem, como autonomia, criatividade, engajamento colaborativo e exploração tecnológica. A vivência prática do pesquisador também contribuiu para validar a relevância dos cenários de aprendizagem propostos, conectando a teoria à realidade dos estudantes e monitores. A formulação dos cenários de aprendizagem e seus indicadores representa uma contribuição original desta tese, oferecendo uma estrutura analítica robusta para avaliar o impacto dos Espaços 4.0 e do modelo TMI-E no desenvolvimento de competências essenciais.

Com os cenários de aprendizagem e os critérios estabelecidos, os capítulos seguintes desta tese serão dedicados à análise dos dados coletados por meio dos instrumentos mencionados. Essa análise buscará responder aos objetivos propostos, proporcionando uma compreensão detalhada de como o modelo TMI-E impacta a aprendizagem dos estudantes e como os Espaços 4.0 contribuem para o desenvolvimento de competências essenciais.

A elaboração dos cenários de Aprendizagem *Maker* com base no modelo TMI-E e o alinhamento com os instrumentos de coleta constituem um passo fundamental para a compreensão da dinâmica educacional nos Espaços 4.0 do IFAL. Essa

estrutura permitirá uma análise detalhada e criteriosa nos capítulos subsequentes, contribuindo para a avaliação da eficácia do modelo e para o aprimoramento das práticas pedagógicas no contexto da Aprendizagem *Maker* (Martinez; Stager, 2019).

8.2.1. Os cenários de aprendizagem *Maker* e os ODS

Os cenários de aprendizagem dos Espaços 4.0 do IFAL, analisados por meio do modelo TMI-E, demonstram como esses ambientes podem promover práticas pedagógicas inovadoras que dialogam diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Essas práticas combinam Educação, inclusão e inovação, contribuindo para metas específicas relacionadas aos ODS 4 (Educação de Qualidade), 5 (Igualdade de Gênero) e 10 (Redução das Desigualdades) (ONU, 2015).

No contexto do ODS 4 – Educação de Qualidade, os Espaços 4.0 se destacam por promover uma aprendizagem prática, inclusiva e conectada às demandas contemporâneas. Utilizando tecnologias emergentes, como Impressão 3D, Robótica e IoT, esses ambientes incentivam o desenvolvimento de competências técnicas, criativas e socioemocionais essenciais para o mercado de trabalho e para o exercício da cidadania global (Simielli; Moraes, 2022). Projetos como o desenvolvimento de tecnologias assistivas reforçam o compromisso com a inclusão de estudantes com deficiência, alinhando-se à Meta 4.4, que visa ampliar o número de jovens com competências relevantes para o emprego e o empreendedorismo (Brasil, 2018).

Em relação ao ODS 5 – Igualdade de Gênero, os Espaços 4.0 apresentam o potencial de ampliar a participação feminina em áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), historicamente dominadas por homens (Monfredini; Frosch, 2019). A ênfase em práticas colaborativas e no desenvolvimento de projetos autorais incentiva o empoderamento feminino e desafia estereótipos de gênero, promovendo um ambiente mais equitativo. Essas ações estão em consonância com a Meta 5.5, que busca assegurar a plena participação de mulheres em todas as esferas educacionais, econômicas e de decisão (ONU, 2015).

Quanto ao ODS 10 – Redução das Desigualdades, os Espaços 4.0 desempenham um papel estratégico ao incluir estudantes de origens socioeconômicas vulneráveis em um contexto de inovação tecnológica. Recursos acessíveis, como materiais adaptados em Braille e intérpretes de Libras, ampliam as oportunidades educacionais e promovem um aprendizado equitativo. Essas iniciativas

atendem à Meta 10.2, que visa empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de grupos historicamente marginalizados (Aleixo, 2021; Gonzaga, 2022).

Embora essas contribuições sejam significativas, é importante reconhecer os desafios associados à implementação desses cenários. Limitações como infraestrutura inadequada, acesso desigual a tecnologias e a necessidade de formação continuada de professores e monitores podem comprometer a plena realização dessas metas (Blikstein, 2013b). Assim, é essencial que políticas públicas, parcerias institucionais e investimentos assegurem a sustentabilidade e a expansão desses espaços (Almeida; Wunsch; Martins, 2022).

Ao alinhar práticas pedagógicas inovadoras às tecnologias emergentes, os cenários de aprendizagem *Maker* nos Espaços 4.0 evidenciam como é possível conectar demandas educacionais locais aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O modelo TMI-E, com sua integração das fases de Pensar, Fazer, Melhorar e Explorar, oferece uma base prática e teórica para alcançar essas metas de maneira concreta e inclusiva (Martinez; Stager, 2019).

9. RESULTADOS - PRISMA DOS ESTUDANTES

Neste capítulo, a pesquisa busca analisar a autoavaliação dos estudantes em relação ao aprendizado adquirido nos Espaços 4.0, um ambiente educacional projetado para fomentar a aprendizagem ativa e criativa por meio de metodologias *Maker*. As Metodologias *Maker* aqui abordadas referem-se a abordagens pedagógicas que promovem o aprendizado prático, colaborativo e baseado na criação de artefatos tangíveis, integrando tecnologias digitais e ferramentas modernas de fabricação, como impressoras 3D e cortadoras a laser (Martinez e Stager, 2019). Essas metodologias incluíram práticas como Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), Aprendizagem Colaborativa, Aprendizagem Mão na Massa (*Hands-on Learning*) e *Design Thinking*, todas voltadas para o desenvolvimento de competências técnicas, criativas e socioemocionais.

A autoavaliação dos estudantes é um componente essencial para compreender como eles percebem o desenvolvimento de competências, habilidades técnicas e socioemocionais durante a participação nas atividades dos Espaços 4.0. Essas competências, alinhadas às demandas da Sociedade 4.0, abrangem autonomia, resolução de problemas, pensamento crítico, colaboração e inovação tecnológica.

Essa investigação concentra-se em identificar como os estudantes avaliam seu progresso em quatro dimensões principais de aprendizagem associadas ao modelo TMI-E, que guia o funcionamento dos Espaços 4.0. Essas dimensões incluem a capacidade de refletir criticamente (*Think*), incentivando os alunos a planejar e estruturar suas ideias com clareza; a experimentação prática e o aprendizado "mão na massa" (*Make*), conectando-os diretamente com a aplicação de conceitos teóricos por meio da construção de artefatos; a melhoria contínua de projetos (*Improve*), com foco na incorporação de feedbacks e iterações para alcançar resultados mais refinados; e a exploração de novas ideias e soluções (*Explore*), estimulando a investigação de tecnologias emergentes e a inovação.

A autoavaliação desempenha um papel central ao permitir que os pesquisadores compreendam as percepções subjetivas dos estudantes sobre seu aprendizado. Por meio dessa prática, é possível captar não apenas as conquistas individuais, mas também os desafios enfrentados e a forma como o ambiente *Maker* contribuiu para o desenvolvimento de competências técnicas, criativas e socioemocionais. Essa abordagem também permite avaliar o impacto dos processos

educativos na autonomia dos alunos, sua capacidade de resolução de problemas e a aplicação do conhecimento em contextos práticos, proporcionando uma visão mais abrangente e significativa do aprendizado nos Espaços 4.0. A Figura 18 mostra alguns dos estudantes certificados, que compõem a amostra dos dados coletados nesse capítulo.

Figura 18 - Estudantes certificados após as conclusões dos cursos



Fonte: O autor (2023)

A análise da autoavaliação foi realizada com base em dados quantitativos e qualitativos coletados por meio de questionários e ciclos de codificação, proporcionando uma visão abrangente sobre como os Espaços 4.0 estão contribuindo para a formação de jovens no contexto da Educação tecnológica e *Maker*. A seguir será abordado o perfil desses estudantes e a sua aderência aos ODS.

9.1. PERFIL DOS ESTUDANTES E ADERÊNCIA AOS ODS

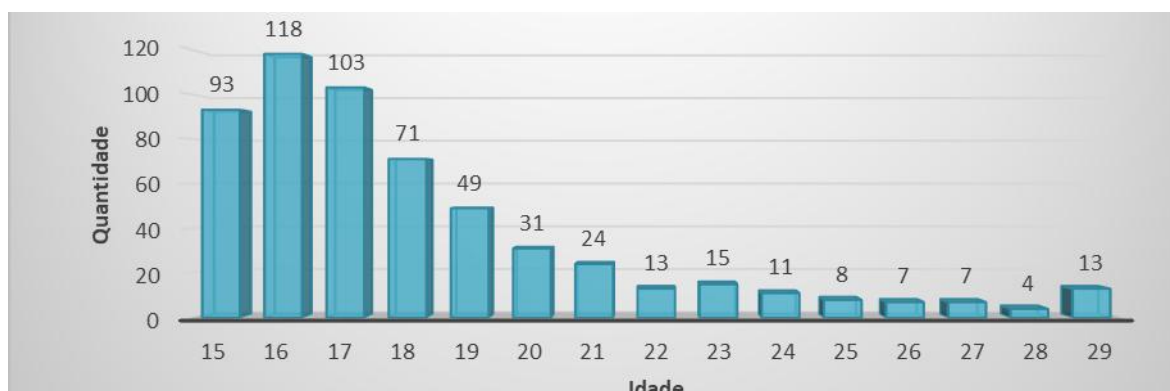
A caracterização do perfil dos estudantes participantes desta pesquisa, juntamente com a análise de sua relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, permite evidenciar o impacto social e educacional dos Espaços 4.0 do IFAL. Foram analisados dados de 555 estudantes que responderam ao Formulário 1 – Avaliação Diagnóstica dos Estudantes - Perfil, e ao Formulário 2 – *Feedback* Final dos Estudantes dos Espaços 4.0 conforme explanado na seção 6.4.1 desta tese.

9.1.1. ODS 4 - Educação de Qualidade

O alinhamento dos Espaços 4.0 ao ODS 4, que busca assegurar a Educação inclusiva, equitativa e de qualidade, é evidenciado pelos dados sobre a origem educacional e o perfil dos estudantes. A predominância de alunos oriundos de instituições públicas, como já demonstrado na seção 9.1.1, reforça o compromisso do projeto com a Meta 4.5 do ODS 4, que visa eliminar as disparidades educacionais e garantir o acesso equitativo a todos os níveis de Educação e formação profissional (Simielli; Moraes, 2022).

De acordo com a Figura 19 (questão 02 do Formulário 1), a maioria dos estudantes está concentrada na faixa etária de 15 a 21 anos, representando 86% do total dos cursistas deste estudo, com uma mediana de 17 anos de idade. Esse dado reforça o compromisso dos Espaços 4.0 com o ODS 4 – Educação de Qualidade, ao proporcionar oportunidades de aprendizado para jovens em uma fase essencial de desenvolvimento educacional e profissional (Simielli; Moraes, 2022).

Figura 19 - Perfil dos estudantes quanto à idade



Fonte: O autor (2023).

Além disso, o enfoque em práticas pedagógicas que promovem o aprendizado *Maker* e a colaboração, como o uso de tecnologias emergentes (Impressão 3D, IoT), contribui para a Meta 4.4 do ODS 4, que visa aumentar o número de jovens e adultos com habilidades técnicas relevantes para o emprego e o empreendedorismo. Essas iniciativas não apenas qualificam os estudantes, mas também ampliam suas perspectivas profissionais e sua inserção no mercado de trabalho tecnológico (Simielli; Moraes, 2022).

9.1.2. ODS 5 – Igualdade de Gênero

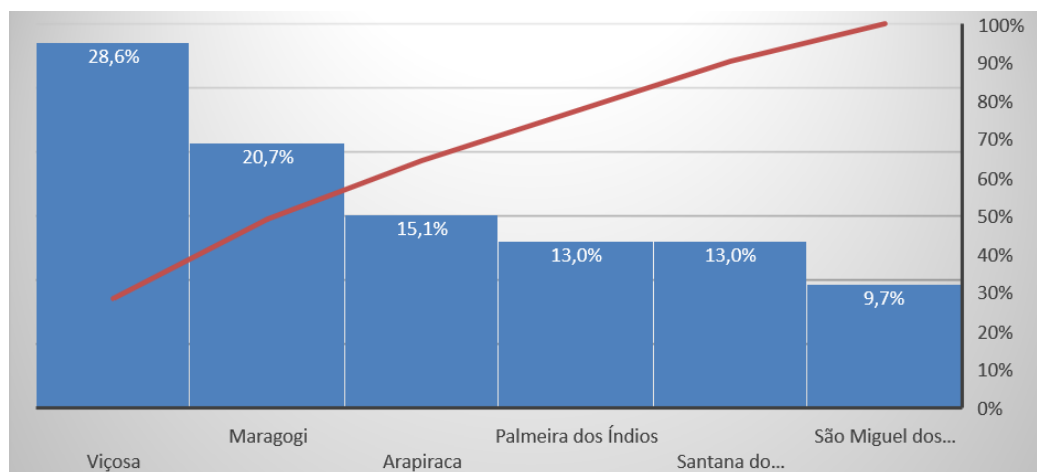
A promoção da igualdade de gênero é um aspecto central nos Espaços 4.0, que buscam oferecer oportunidades tecnológicas de forma equitativa para estudantes de diferentes perfis. De acordo com os dados da pergunta 09 do questionário (Apêndice A), 53% dos participantes identificaram-se como do gênero masculino e 47% como do gênero feminino. Essa distribuição demonstra um equilíbrio considerável no acesso aos cursos tecnológicos, evidenciando o compromisso do projeto com a inclusão de mulheres em áreas tradicionalmente dominadas por homens, como as ciências e a tecnologia.

Essa iniciativa está alinhada à Meta 5.5 do ODS 5, que busca assegurar a plena e efetiva participação feminina e a igualdade de oportunidades de liderança em todos os níveis de tomada de decisão. A presença significativa de mulheres nos cursos de Impressão 3D, Robótica e IoT destaca como os Espaços 4.0 têm contribuído para ampliar o acesso de mulheres a essas áreas, desafiando estereótipos de gênero e incentivando a participação em atividades tecnológicas e inovadoras (Martinez; Stager, 2019).

A Figura 20 apresenta a distribuição dos estudantes entre as diferentes unidades dos Espaços 4.0 do IFAL. Embora o gráfico ilustre predominantemente a localização geográfica, ele reflete também o impacto das iniciativas em regiões vulneráveis, incluindo a inclusão de mulheres em comunidades onde as barreiras de gênero e econômicas são mais evidentes. Localidades como Viçosa (28,6%) e Maragogi (20,7%) concentram uma parcela significativa dos estudantes, destacando-se como áreas economicamente vulneráveis, nas quais a presença feminina ganha

ainda mais relevância para a promoção de igualdade de oportunidades.

Figura 20 - Perfil dos estudantes quanto a localidade



Fonte: O autor (2023).

Os resultados almejados pelos Espaços 4.0 visam não apenas garantir o acesso equitativo a tecnologias avançadas, mas também criam um ambiente no qual meninas e mulheres são capacitadas a desenvolver competências técnicas, criativas e colaborativas. Essa abordagem reforça o papel dos Espaços 4.0 como promotores da igualdade de gênero, alinhando-se às metas globais do ODS 5, ao mesmo tempo em que promove uma Educação tecnológica mais inclusiva e transformadora (Blikstein, 2013a).

A inclusão de mulheres nas áreas de STEAM é fundamental para reduzir as iniquidades de renda e oportunidades, muitas vezes decorrentes de questões culturais. Estudos indicam que, apesar de as mulheres terem alcançado, em média, maior escolaridade que os homens, elas ainda recebem menor remuneração no mercado de trabalho, especialmente por estarem sub-representadas em carreiras STEM, que tradicionalmente oferecem salários mais elevados. Portanto, iniciativas como os Espaços 4.0, que incentivam a participação feminina em STEM, são essenciais para promover a igualdade de gênero e econômica (Gonzaga, 2022).

A presença de mulheres nos Espaços 4.0 serve como referência positiva, incentivando mais meninas a explorarem e se envolverem com disciplinas tecnológicas, contribuindo para a mudança de paradigmas e promoção da igualdade de gênero (Blikstein, 2013a).

Os dados apresentados na Figura 20 demonstram a distribuição dos estudantes pesquisados entre as diversas unidades dos Espaços 4.0 do IFAL que fizeram parte do âmbito dessa pesquisa. A linha vermelha do gráfico representa a curva de Pareto acumulada, destacando a concentração percentual dos estudantes em cada localidade, permitindo uma análise mais aprofundada da abrangência dos Espaços 4.0. A análise revela que unidades como Viçosa (28,6%) e Maragogi (20,7%) concentram a maior parte dos participantes, seguidas por Arapiraca (15,1%) e outras cidades. Essas localidades, situadas no interior de Alagoas, enfrentam limitações em termos de acesso a tecnologias avançadas e oportunidades de formação tecnológica, caracterizando-se como áreas economicamente vulneráveis. Essa abordagem reforça o papel dos Espaços 4.0 no fomento da igualdade de gênero, alinhando-se às metas globais do ODS 5, ao mesmo tempo em que promove uma Educação tecnológica mais inclusiva e transformadora.

9.1.3. ODS 10 – Redução de Desigualdades

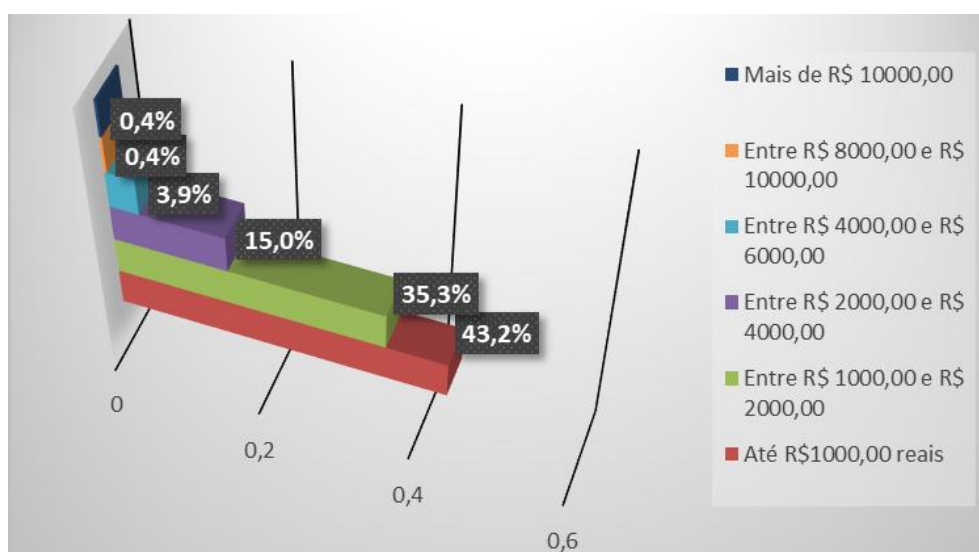
A inclusão de alunos com necessidades específicas foi um dos destaques nos projetos realizados nos Espaços 4.0 do IFAL. Os cursos ofertados foram adaptados para atender estudantes com deficiências visuais e auditivas, reafirmando o compromisso do projeto com a acessibilidade. Os ambientes foram equipados com recursos específicos, como materiais em Braille e dispositivos que fornecem feedback tátil e sonoro. Além disso, contaram com a presença de profissionais como leitor para apoiar estudantes com deficiência visual e intérpretes de Libras para os estudantes com deficiência auditiva além de uma estrutura física totalmente acessível, incluindo rampas de acesso e portas adaptadas para cadeirantes. Essas práticas inclusivas favoreceram o acesso à aprendizagem tecnológica e também ressaltaram a importância da diversidade nos ambientes *Maker*, fomentando a igualdade de oportunidades e o desenvolvimento de habilidades em todos os participantes (Albuquerque et al., 2023).

A análise dos dados corrobora o alinhamento do projeto Espaços 4.0 com o ODS 10, focalizado na redução das desigualdades, tanto internas quanto internacionais. A Questão 03 do Formulário 1 aponta que 92% dos estudantes matriculados são oriundos de instituições públicas de ensino, ressaltando a inclusão de jovens oriundos de contextos educacionais mais frágeis e a consequente

ampliação de oportunidades para esses grupos. Esse esforço de democratização do acesso a tecnologias avançadas e a uma Educação de qualidade vai ao encontro das metas de equidade propostas pela ONU (Khamis; Alves, 2018).

Além disso, a Figura 21 (Questão 07 do Formulário 1) evidencia que 78,5% dos participantes vêm de famílias de baixa renda (IBGE, 2022). Esse índice reforça não apenas a vulnerabilidade econômica dos estudantes, mas também a relevância do projeto ao propiciar recursos e práticas pedagógicas inovadoras para públicos que, em geral, enfrentam maiores desafios de acesso a oportunidades de formação tecnológica. Nesse sentido, a iniciativa se alinha à Meta 10.2 do ODS 10, que objetiva promover inclusão social e econômica a todos, independentemente de suas condições de origem (Khamis; Alves, 2018).

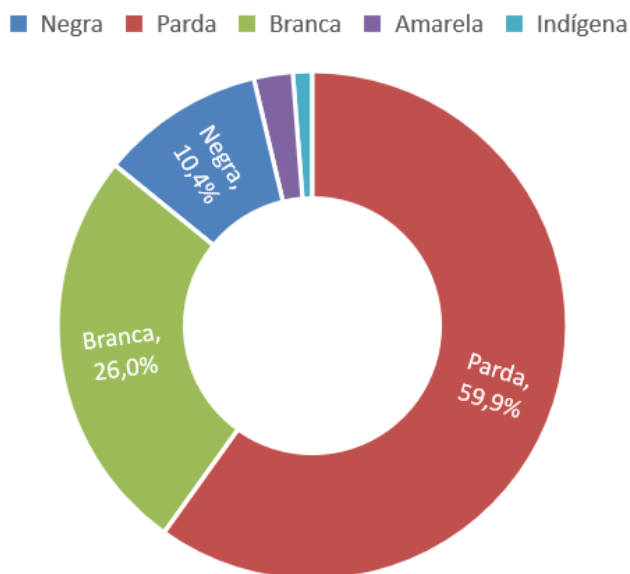
Figura 21 - Perfil dos estudantes quanto a renda familiar



Fonte: O autor (2024)

A representatividade racial também é um ponto relevante nesta análise. A pergunta 10 do questionário mostra que 70,3% dos estudantes se autodeclaram negros ou pardos, conforme a Figura 22. Este dado reforça o compromisso do projeto com a inclusão racial, contribuindo para a Meta 10.3 do ODS 10, que visa garantir a igualdade de oportunidades e a redução das desigualdades por meio de iniciativas inclusivas e equitativas (Khamis; Alves, 2018).

Figura 22 - Perfil dos estudantes quanto a raça



Fonte: O autor (2023).

A predominância de estudantes autodeclarados negros e pardos evidencia a contribuição do projeto na democratização do acesso às tecnologias avançadas, promovendo a participação de grupos historicamente marginalizados. A partir desse contexto, a análise dos dados coletados permitiu avaliar como a composição racial dos estudantes influencia a dinâmica de aprendizagem e o impacto das ações promovidas nos Espaços 4.0, aprofundando o entendimento sobre os benefícios dessas iniciativas para a redução das desigualdades sociais e raciais.

9.2. ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção discutiremos as análises dos dados dos estudantes de acordo com os quatro cenários identificados no capítulo 8. Para as análises dos cenários 1, 2 e 3, o teste de normalidade Shapiro-Wilk revelou p-valores extremamente baixos, indicando que a suposição de normalidade foi violada. O teste de Mann-Whitney, sendo não paramétrico, foi realizado então para comparar duas amostras independentes ou pareadas quando os dados não seguem uma distribuição normal (Triola, 2008).

Para entender como os estudantes perceberam e evoluíram nesta fase, conduzimos uma análise comparativa utilizando dados de dois instrumentos de coleta:

- Avaliação Diagnóstica dos Estudantes (Formulário 1 – vide Apêndice A): Aplicada no início do curso, visando captar as percepções iniciais e

preferências de aprendizado dos alunos;

- Feedback Final dos Estudantes (Formulário 2 - vide Apêndice B): Realizado ao término do curso, com o objetivo de avaliar o progresso em aspectos como criatividade, colaboração, dedicação e participação.

9.2.1. Análise do Cenário 1 – Pensar (Think)

A fase "Pensar" desempenha um papel central no processo de aprendizagem nos Espaços 4.0, uma vez que é nela que os estudantes iniciam a identificação de problemas, definição de projetos e desenvolvimento de soluções criativas. Nesse cenário, a evolução das percepções dos alunos foi avaliada por meio de comparações entre respostas iniciais e finais coletadas nos formulários de pesquisa, analisadas com o Teste de Mann-Whitney U.

As comparações realizadas para analisar a fase "Pensar" envolveram questões dos formulários iniciais e finais aplicados aos estudantes. A primeira análise comparou as respostas da questão 16.3 do Formulário 1, que avaliava a percepção inicial sobre a importância de focar o aprendizado em problemas e projetos, com as respostas da questão 18.1 do Formulário 2, que investigava a aplicação prática dessas habilidades ao longo do curso. Essa comparação buscou identificar como os estudantes evoluíram em sua valorização e prática do aprendizado baseado em problemas.

A segunda comparação examinou a questão 16.2 do Formulário 1, onde os estudantes declararam inicialmente que "aprender fazendo é essencial", em relação à questão 12.2 do Formulário 2, que avaliou a realização efetiva de protótipos durante o curso. Essa análise foi fundamental para entender o progresso no aprendizado prático e na criação de artefatos tangíveis.

Por fim, a terceira análise considerou a questão 16.2 do Formulário 1, que abordava o planejamento e a resolução de problemas no início do curso, em relação à questão 18.1 do Formulário 2, que avaliou a resolução prática de problemas. Essa comparação permitiu verificar como os estudantes avançaram em sua capacidade de planejar e enfrentar desafios complexos ao longo das atividades nos Espaços 4.0.

A Tabela 11 apresenta os resultados do teste de Mann-Whitney U aplicado às comparações entre as percepções iniciais e finais dos alunos no cenário "Pensar".

Tabela 11 - Resultados dos testes Mann-Whitney U - Cenário 1 dos Estudantes

Comparação	Instrumento	Questão	Estatística U^{13}	p-valor	Conclusão
Foco em problemas e projetos (inicial) vs. Resolução de problemas (final)	Formulário 1 (Q16.3) vs. Formulário 2 (Q18.1)	O aprendizado deve focar em problemas e projetos" (Q16.3) vs. "Trabalhei com resolução de problemas neste curso" (Q18.1)	191478,0	0,00000	Diferença significativa
Planejamento e Resolução de Problemas (inicial) vs. Resolução de Problemas (final)	Formulário 1 (Q16.2) vs. Formulário 2 (Q18.1)	"O aprendizado deve focar em problemas e projetos" (Q16.2) vs "Trabalhei com resolução de problemas neste curso" (18.1)	130714,0	0,00000	Diferença significativa

Fonte: O autor (2024)

Os resultados das análises indicam diferenças estatisticamente significativas entre as percepções iniciais e finais dos alunos em todos os aspectos avaliados. A seguir, cada resultado será discutido detalhadamente:

- Foco em Problemas e Projetos:
 - A comparação entre a percepção inicial e final resultou em $U = 191478,0$, com $p < 0,0001$, indicando uma diferença significativa. Inicialmente, os alunos

¹³ Os valores elevados da estatística U nesta tese refletem o tamanho expressivo da amostra analisada. O teste de Mann-Whitney U baseia-se na soma das posições (ranks) atribuídas aos grupos comparados. Em amostras grandes, os valores de U tendem a ser mais altos, mas o fator determinante para a interpretação do resultado é o p-valor associado. Um p-valor muito baixo ($p < 0,0001$) indica uma diferença estatisticamente significativa entre as distribuições, independentemente do valor absoluto de U.

reconheceram a importância de um aprendizado centrado em problemas e projetos. Ao final do curso, a aplicação prática dessa abordagem em atividades reais evidenciou a eficácia da metodologia *Maker* (conjunto estruturado de práticas organizadas que foram aplicadas de forma sistemática nos cursos), promovendo uma compreensão mais profunda da relevância de conectar teoria e prática em situações concretas.

- Planejamento e Resolução de Problemas:
 - Com $U = 130714,0$ e $p < 0,0001$, os resultados indicaram um progresso substancial na confiança e habilidade dos alunos para planejar e resolver problemas complexos. Projetos que exigiram planejamento estratégico e pensamento crítico contribuíram para esse desenvolvimento, destacando o papel do ambiente *Maker* em preparar os alunos para desafios práticos e técnicos.

Foi aplicado o Alfa de Cronbach aos dados do Feedback Final (Formulário 2) para avaliar a consistência interna das respostas, obtendo um valor de 0,80. Este resultado indica uma boa consistência interna, conforme critérios estabelecidos na literatura (Sampieri; Collado e Lucio, 2013), reforçando a confiabilidade dos dados coletados e a validade das conclusões derivadas.

Para investigar se as variáveis demográficas influenciam as percepções dos alunos em relação ao cenário "Pensar", foi realizada uma análise estatística utilizando o teste de Kruskal-Wallis. Esse teste é adequado para investigar diferenças entre grupos quando as variáveis são ordinais e não seguem uma distribuição normal. As variáveis analisadas foram idade, gênero, renda familiar, raça, curso/turma e localidade (campus). Os dados foram coletados com base nas seguintes variáveis:

- Gênero: Pergunta 9 do Formulário 1;
- Idade: Pergunta 2 do Formulário 1;
- Renda Familiar: Pergunta 7 do Formulário 1;
- Raça: Pergunta 10 do Formulário 1;
- Curso: Pergunta 5 do Formulário 2;
- Localidade (campus): Pergunta 3 do Formulário 2.

Na Tabela 12, é apresentado os resultados da análise, destacando onde as variáveis demográficas exerceram influência significativa sobre as percepções dos alunos.

Tabela 12 - Impacto das Variáveis Demográficas nas Percepções dos Alunos – Cenário 1

Fator Demográfico	H-Statistic	P-Value	Conclusão
Idade vs Foco em Problemas e Projetos	15,980	0,3100	Sem diferença significativa
Idade vs Reflexão Crítica e Colaboração	12,590	0,5600	Sem diferença significativa
Idade vs Planejamento e Resolução de Problemas	8,580	0,8600	Sem diferença significativa
Gênero vs Foco em Problemas e Projetos	4,640	0,2000	Sem diferença significativa
Gênero vs Reflexão Crítica e Colaboração	3,580	0,3100	Sem diferença significativa
Gênero vs Planejamento e Resolução de Problemas	7,640	0,0540	Marginalmente significativo
Renda vs Foco em Problemas e Projetos	4,180	0,5200	Sem diferença significativa
Renda vs Reflexão Crítica e Colaboração	1,330	0,9300	Sem diferença significativa
Renda vs Planejamento e Resolução de Problemas	5,950	0,3100	Sem diferença significativa
Raça vs Foco em Problemas e Projetos	7,580	0,1100	Sem diferença significativa
Raça vs Reflexão Crítica e Colaboração	2,220	0,7000	Sem diferença significativa
Raça vs Planejamento e Resolução de Problemas	4,230	0,3800	Sem diferença significativa
Localidade vs Foco em Problemas e Projetos	51,370	0,0030	Diferença significativa
Localidade vs Reflexão Crítica e Colaboração	37,100	0,0930	Marginalmente significativo
Localidade vs Planejamento e Resolução de Problemas	50,230	0,0040	Diferença significativa

Fonte: O autor (2024)

A análise revelou que a localidade (campus) exerceu uma influência significativa nas percepções dos alunos em relação ao foco em problemas e projetos e ao planejamento e resolução de problemas, com p-valores de 0,0030 e 0,0040, respectivamente. Isso sugere que fatores contextuais e estruturais específicos de cada campus podem afetar a eficácia da abordagem pedagógica implementada.

A variável gênero apresentou uma influência marginalmente significativa ($p = 0,0540$) no planejamento e resolução de problemas, indicando que pode haver diferenças sutis entre os gêneros na forma como percebem e se envolvem com essas atividades. Embora não tenha alcançado significância estatística convencional ($p < 0,05$), este achado merece atenção em futuras pesquisas.

As demais variáveis demográficas (idade, renda familiar e raça) não demonstraram impacto significativo nas percepções dos alunos, sugerindo que a abordagem pedagógica adotada foi efetiva em transcender diferenças socioeconômicas e culturais.

Os resultados positivos obtidos no cenário "Pensar" indicam que a metodologia aplicada foi eficaz em promover competências essenciais como pensamento crítico, colaboração e habilidades de resolução de problemas. No entanto, a influência significativa da localidade aponta para a necessidade de uma análise mais aprofundada dos fatores específicos de cada campus que podem estar facilitando ou dificultando a implementação eficaz da metodologia. Possíveis fatores incluem infraestrutura disponível, suporte institucional, perfil do corpo docente e acesso a recursos tecnológicos. Recomenda-se que futuras implementações considerem essas variáveis contextuais, promovendo a uniformização de recursos e práticas pedagógicas entre os campi.

A influência marginal do gênero sugere que podem existir diferenças nas experiências de aprendizagem entre estudantes de diferentes gêneros. É importante investigar se há barreiras específicas enfrentadas por determinado gênero e desenvolver estratégias para garantir a equidade no processo educacional.

A análise do cenário "Pensar" evidencia uma evolução significativa nas percepções e habilidades dos estudantes:

- **Valorização do Aprendizado *Maker*:** Os alunos passaram a reconhecer a importância de um aprendizado centrado em problemas e projetos, refletindo uma mudança positiva em relação às metodologias tradicionais.
- **Desenvolvimento de Habilidades Colaborativas:** Houve um aumento na valorização da colaboração, indicando que os estudantes compreenderam o valor do trabalho em equipe e da construção coletiva do conhecimento.
- **Aprimoramento do Pensamento Crítico:** A ênfase na reflexão crítica sugere que os alunos foram encorajados a questionar, analisar e sintetizar informações de forma aprofundada.

- **Influência da Localidade:** A variação nas percepções de acordo com o campus destaca a necessidade de adaptar a implementação da metodologia às características e necessidades específicas de cada localidade.
- **Considerações sobre Gênero:** A indicação de diferenças entre gêneros aponta para a importância de desenvolver práticas pedagógicas inclusivas que atendam às necessidades de todos os estudantes.

Os resultados obtidos reforçam a eficácia dos Espaços 4.0 como ambientes propícios ao desenvolvimento de competências essenciais no contexto educacional contemporâneo. É fundamental continuar aprimorando a abordagem, considerando as nuances identificadas, para maximizar o impacto positivo na formação dos estudantes.

9.2.2. Análise do Cenário 2 – Fazer (*Make*)

O cenário "Fazer (*Make*)" representa o momento em que os alunos aplicam o conhecimento adquirido na prática, executando projetos e desenvolvendo habilidades técnicas e colaborativas. O objetivo desta análise é compreender como os alunos percebem o processo de aprendizagem prática ao longo do curso, comparando suas expectativas iniciais com as avaliações finais. As questões analisadas neste cenário foram selecionadas para refletir a aplicação prática do aprendizado e o desenvolvimento de competências técnicas e de trabalho em equipe.

No cenário 2, duas comparações principais foram realizadas. A primeira avaliou a relação entre a valorização inicial do aprendizado prático e o desenvolvimento efetivo de projetos ao longo do curso, comparando as respostas da questão Q16.4 do Formulário 1 ("Proporcionar que o aluno aprenda fazendo é essencial") com as da questão Q18.2 do Formulário 2 ("Eu produzi um protótipo neste curso"). A segunda comparação investigou a valorização inicial do trabalho em equipe em relação à experiência prática de colaboração, confrontando as respostas da questão Q16.5 do Formulário 1 ("Trabalhar em equipe é importante") com as da questão Q18.3 do Formulário 2 ("Trabalhei de forma colaborativa neste curso"). Ambas as comparações foram analisadas utilizando o teste de Mann-Whitney U, devido à não normalidade dos dados, confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk (Triola, 2008). A Tabela 13 mostra os resultados das análises desse cenário.

Tabela 13 - Resultados dos testes Mann-Whitney U - Cenário 2 dos Estudantes

Comparação	Instrumento	Questão	Estatística U	p-valor	Conclusão
Proporcionar que o aluno aprenda fazendo é essencial vs. Desenvolvi um projeto neste curso	Formulário 1 (Q16.4) vs Formulário 2 (Q18.2)	"Proporcionar que o aluno aprenda fazendo é essencial" (Q16.4) vs "Eu produzi um protótipo neste curso" (18.2)	196986,0	0,00000	Diferença significativa
Trabalhar em equipe é importante vs. Trabalhei de forma colaborativa neste curso	Formulário 1 (Q16.5) vs Formulário 2 (Q18.3)	"Trabalhar em equipe é importante" (Q16.5) vs. "Trabalhei de forma colaborativa neste curso" (Q18.3)	212239,0	0,00000	Diferença significativa

Fonte: O autor (2024)

Os resultados das análises da Tabela 13 revelaram diferenças estatisticamente significativas entre as percepções iniciais e finais dos alunos, sugerindo uma evolução positiva em várias dimensões do aprendizado prático.

- Desenvolvimento de Habilidades Técnicas:
 - A comparação entre a valorização inicial do aprendizado prático (Q16.4) e a produção de um protótipo ao final do curso (Q18.2) resultou em uma estatística U de 196986,0 e um p-valor de 0,00000, indicando uma diferença significativa. Os resultados mostram que os alunos efetivamente aplicaram o conhecimento adquirido, desenvolvendo projetos concretos que reforçaram o aprendizado prático. Essa evolução reflete o impacto positivo do ambiente *Maker*, que integra teoria e prática de forma dinâmica e engajante.
- Trabalho em Equipe:
 - A análise da valorização inicial do trabalho em equipe (Q16.5) e a experiência prática de colaboração (Q18.3) apresentou uma estatística U de 212239,0 e

um p-valor de 0,00000, também indicando uma diferença significativa. Esse resultado demonstra que os alunos não apenas reconheciam a importância do trabalho em equipe no início, mas também vivenciaram experiências colaborativas efetivas durante o curso. Essas interações fortaleceram habilidades essenciais, como comunicação, cooperação e resolução conjunta de problemas, aspectos fundamentais no contexto educacional e profissional contemporâneo.

Também buscou-se avaliar se variáveis as demográficas gênero, idade, renda familiar, raça, curso e localidade influenciam as percepções dos alunos neste cenário 2. Para isso foi realizada uma análise utilizando o teste de Kruskal-Wallis. Foram utilizadas as seguintes variáveis:

- Gênero: Pergunta 9 do Formulário 1;
- Idade: Pergunta 2 do Formulário 1;
- Renda Familiar: Pergunta 7 do Formulário 1;
- Raça: Pergunta 10 do Formulário 1;
- Curso: Pergunta 5 do Formulário 2;
- Localidade (campus): Pergunta 3 do Formulário 2.

Os resultados estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Impacto das Variáveis Demográficas nas Percepções dos Alunos – Cenário 2

Fator Demográfico	H-Statistic	P-Value	Conclusão
Idade vs Trabalho em Equipe	14,54	0,410	Sem diferença significativa
Idade vs Resolução de Problemas	14,58	0,410	Sem diferença significativa
Idade vs Aprendizado Prático e Participação	12,59	0,560	Sem diferença significativa
Gênero vs Trabalho em Equipe	2,97	0,400	Sem diferença significativa
Gênero vs Resolução de Problemas	2,15	0,540	Sem diferença significativa
Gênero vs Aprendizado Prático e Participação	3,58	0,310	Sem diferença significativa
Renda Familiar vs Trabalho em Equipe	1,67	0,890	Sem diferença significativa

Renda Familiar vs Resolução de Problemas	5,47	0,360	Sem diferença significativa
Renda Familiar vs Aprendizado Prático e Participação	1,33	0,930	Sem diferença significativa
Raça vs Trabalho em Equipe	3,51	0,480	Sem diferença significativa
Raça vs Resolução de Problemas	6,66	0,160	Sem diferença significativa
Raça vs Aprendizado Prático e Participação	2,22	0,700	Sem diferença significativa
Curso vs Trabalho em Equipe	15,50	0,050	Marginalmente significativo
Curso vs Resolução de Problemas	10,56	0,230	Sem diferença significativa
Curso vs Desenvolvimento de Habilidades Técnicas	15,74	0,046	Diferença significativa
Localidade vs Trabalho em Equipe	7,90	0,160	Sem diferença significativa
Localidade vs Resolução de Problemas	11,39	0,044	Diferença significativa
Localidade vs Aprendizado Prático e Participação	4,09	0,540	Sem diferença significativa

Fonte: O autor (2024)

Os resultados revelaram que a variável "Curso/Turma" apresentou uma diferença significativa ($p = 0,046$) em relação ao desenvolvimento de habilidades técnicas, sugerindo que a percepção dos alunos sobre o aprimoramento técnico varia conforme o curso ou turma. Esse resultado pode ser atribuído a diferenças curriculares ou metodológicas entre os cursos. Em relação ao trabalho em equipe, houve uma influência marginalmente significativa ($p = 0,050$), o que indica que alguns cursos ou turmas oferecem mais oportunidades de trabalho colaborativo do que outros, impactando as percepções dos alunos sobre essa prática.

Quanto à localidade (campus), observou-se uma diferença significativa ($p = 0,044$) na resolução de problemas, indicando que o campus frequentado pelos alunos influenciou suas percepções sobre essa habilidade. Isso pode estar relacionado a variações na infraestrutura, nos recursos disponíveis ou nas abordagens pedagógicas adotadas em diferentes campi, o que impacta diretamente o desenvolvimento dessa competência.

Por outro lado, os fatores como gênero, idade, renda familiar e raça não apresentaram influência estatisticamente significativa nas percepções dos alunos neste cenário. Isso sugere que esses fatores não afetaram de forma relevante a experiência de aprendizagem prática, indicando que o contexto educacional foi capaz de transcender essas diferenças demográficas no que se refere ao aprendizado técnico e colaborativo.

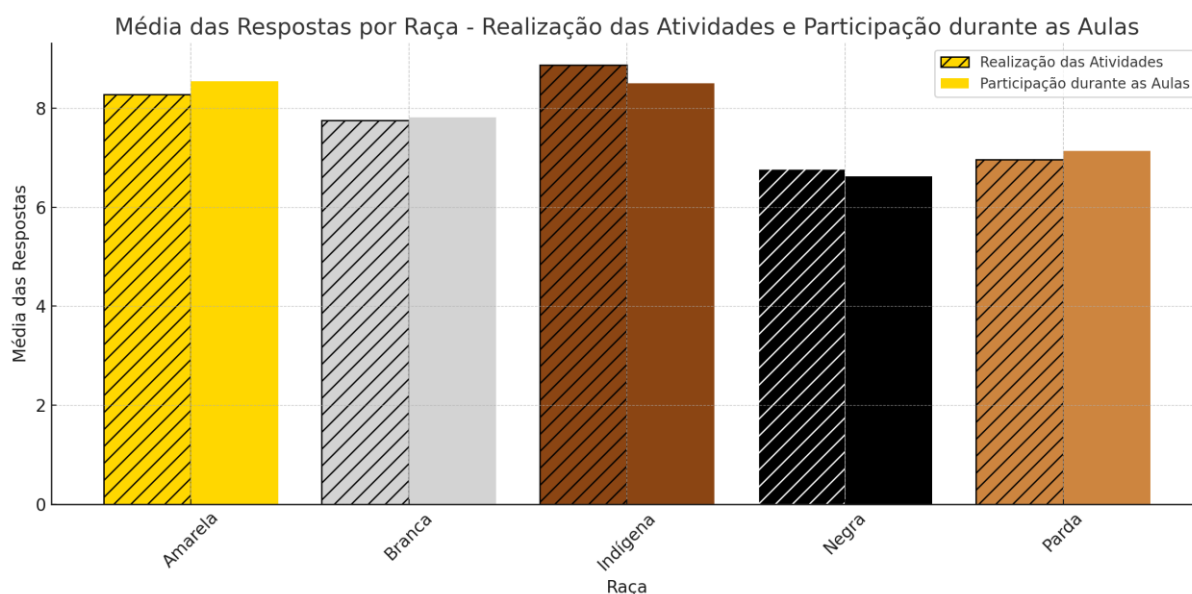
Embora a variável "Raça" não tenha sido significativa na análise geral, investigações adicionais focadas exclusivamente nesta variável revelaram sua influência em aspectos específicos. Foi utilizada regressão ordinal para analisar o impacto da raça nas variáveis "Realização das Atividades" (Q12.2) e "Participação durante as Aulas" (Q12.3):

- Realização das Atividades:
 - A raça apresentou um coeficiente significativo (coeficiente = -0,1796, $p = 0,004$). O coeficiente negativo sugere que alunos de determinados grupos raciais podem ter percebido a realização das atividades de maneira menos positiva, possivelmente devido a barreiras culturais ou sociais que influenciam a experiência educacional.
- Participação durante as Aulas:
 - Novamente, a raça foi significativa (coeficiente = -0,1602, $p = 0,006$). Isso indica que o contexto racial impactou a percepção dos alunos sobre sua participação nas aulas, apontando para a necessidade de práticas mais inclusivas.

Nenhuma outra variável foi estatisticamente significativa nesta segunda análise. Portanto, a variável "Raça" é significativa para ambas as variáveis "Realização das atividades" e "Participação durante as aulas", sugerindo diferenças nas percepções de alunos de diferentes contextos raciais em relação ao aprendizado prático. Isso aponta para a necessidade de explorar mais profundamente como fatores culturais e sociais podem influenciar a experiência educacional.

Na Figura 23 tem-se o gráfico de barras agrupado mostrando a média das respostas dos alunos sobre a realização das atividades e participação durante as aulas, segmentadas por raça. O gráfico ilustra as variações nas percepções de diferentes grupos raciais, destacando como as percepções sobre a realização das atividades variaram entre os alunos dos diferentes grupos raciais.

Figura 23 - Percepção sobre Realização das Atividades e Participação nas Aulas por Raça



Fonte: O autor (2024)

A análise do cenário "Fazer (Make)" revelou:

- **Evolução Significativa nas Competências Práticas:** Os alunos demonstraram avanços significativos no aprendizado prático, desenvolvimento de habilidades técnicas e trabalho em equipe. Isso confirma o sucesso das metodologias ativas implementadas nos Espaços 4.0;
- **Influência do Curso/Turma e Localidade:** As diferenças significativas associadas ao curso/turma e à localidade destacam a necessidade de adaptar abordagens pedagógicas às especificidades de cada contexto, garantindo que todos os alunos tenham oportunidades equivalentes de aprendizagem;
- **Impacto do Contexto Racial:** A influência da raça nas percepções sobre a realização das atividades e participação nas aulas aponta para possíveis barreiras que precisam ser endereçadas para promover um ambiente educacional verdadeiramente inclusivo.

É essencial desenvolver estratégias que promovam a inclusão e equidade, abordando disparidades relacionadas à raça e garantindo que todos os alunos se sintam valorizados e engajados. Além disso, é importante adaptar metodologias e atividades às necessidades específicas de cada turma e aluno, considerando as particularidades de cada curso e campus. Investir na formação continuada de professores também se mostra fundamental para que eles possam lidar com a

diversidade em sala de aula, promovendo práticas pedagógicas que atendam às diferentes necessidades dos estudantes. Para garantir que essas práticas sejam eficazes, é necessário estabelecer mecanismos regulares de monitoramento e avaliação das percepções e experiências dos alunos, permitindo identificar e corrigir rapidamente eventuais desigualdades no processo educacional.

O cenário "Fazer (Make)" demonstrou ser eficaz na promoção do aprendizado prático e no desenvolvimento de habilidades técnicas entre os alunos. As evoluções significativas observadas refletem o impacto positivo das metodologias ativas e dos Espaços 4.0 no processo educacional. No entanto, as diferenças identificadas nas percepções dos alunos, especialmente em relação ao curso/turma, localidade e raça, evidenciam a importância de considerar fatores individuais e contextuais no planejamento educacional. Ao abordar essas nuances, é possível aprimorar a experiência de aprendizagem, garantindo que todos os estudantes tenham oportunidades equitativas de desenvolvimento e sucesso acadêmico.

9.2.3. Análise do Cenário 3 – Melhorar (Improve)

No cenário "Melhorar (Improve)", os alunos tiveram a oportunidade de iterar e aprimorar seus projetos ao longo do curso, aplicando feedbacks recebidos e refinando suas criações. Para compreender melhor as percepções dos estudantes sobre esse processo, realizamos uma análise quantitativa com base nos dados de dois instrumentos de coleta:

O Instrumento 1 foi a Avaliação Diagnóstica dos Estudantes (Formulário 1), aplicada no início do curso, que capturou dados sobre o perfil dos alunos e suas expectativas iniciais. O Instrumento 2 foi o Feedback Final dos Estudantes (Formulário 2), aplicado ao final do curso, que coletou informações sobre o desenvolvimento de projetos, colaboração e reflexão ao longo do curso.

As comparações selecionadas para análise incluíram questões diretamente relacionadas à colaboração e à reflexão, elementos centrais no constructo "Melhorar". No Formulário 1 (Q16.5), foi avaliado o entendimento inicial dos alunos sobre a importância do trabalho em equipe. No Formulário 2 (Q18.3), os alunos relataram suas experiências de colaboração prática durante o curso. Para a reflexão, o Formulário 1 (Q12.4) abordou a expectativa inicial de um curso interativo, enquanto o Formulário 2 (Q15.1) avaliou como os estudantes foram incentivados a refletir ao longo das

atividades. Essas comparações fornecem um panorama claro sobre o impacto das dinâmicas colaborativas e reflexivas promovidas pelo curso.

Devido à não normalidade dos dados confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk, foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney U para as comparações. A Tabela 15 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 15 - Resultados dos testes Mann-Whitney U - Cenário 3 dos Estudantes

Comparação	Instrumento	Questão	Estatística U	p-valor	Conclusão
Trabalho em Equipe (Inicial) vs. Colaboração (Final)	Formulário 1 (Q16.5) vs Formulário 2 (Q18.3)	"Trabalhar em equipe é importante" (Q16.5) vs. "Trabalhei de forma colaborativa neste curso" (Q18.3)	212239,0	0,00000	Diferença significativa
Curso Interativo (Inicial) vs. Reflexão (Final)	Formulário 1 (Q12.4) vs Formulário 2 (Q15.1)	"Curso interativo (comunicativo)" (Q12.4) vs. "Fui incentivado a refletir" (Q15.1)	190882,5	0,00000	Diferença significativa

Fonte: O autor (2024)

Os resultados indicam diferenças estatisticamente significativas entre as percepções iniciais e finais dos alunos, evidenciando uma evolução substancial nas habilidades de trabalho em equipe, colaboração, reflexão e resolução de problemas.

Os resultados indicam diferenças estatisticamente significativas entre as percepções iniciais e finais dos alunos, evidenciando a evolução nas competências colaborativas e reflexivas ao longo do curso.

- Trabalho em Equipe e Colaboração:
 - A comparação entre a valorização inicial do trabalho em equipe (Q16.5) e a colaboração prática experimentada durante o curso (Q18.3) apresentou uma diferença altamente significativa ($p = 7.73 \times 10^{-30}$). Isso reflete que os alunos

não apenas reconheceram a importância do trabalho em equipe no início, mas também vivenciaram experiências colaborativas efetivas durante o curso. Essas atividades fortaleceram competências essenciais, como cooperação e comunicação, elementos centrais no desenvolvimento de projetos iterativos.

- Curso Interativo e Reflexão:

- A análise entre a expectativa inicial de um curso interativo (Q12.4) e o incentivo à reflexão (Q15.1) revelou uma diferença altamente significativa ($p = 4.41 \times 10^{-14}$). Esse resultado demonstra que a abordagem pedagógica adotada promoveu um ambiente de aprendizado que incentivou a introspecção e a análise crítica, elementos fundamentais no aprimoramento contínuo de projetos e processos.

As análises realizadas para o cenário "Melhorar (Improve)" evidenciaram a relevância das dinâmicas colaborativas e reflexivas no desenvolvimento de competências dos alunos. Os resultados indicam que a colaboração prática possibilitou a aplicação efetiva do trabalho em equipe, conectando a teoria com a prática e fortalecendo as interações entre os participantes. Além disso, o estímulo à reflexão permitiu que os estudantes identificassem áreas de melhoria e elaborassem estratégias para o aprendizado contínuo, promovendo uma evolução consistente em seus processos de aprendizado. Esses achados demonstram a robustez da fase "Melhorar", que está alinhada aos objetivos pedagógicos dos Espaços 4.0 e fomenta o crescimento progressivo e iterativo dos alunos em ambientes de aprendizagem ativos e inovadores.

Mais uma vez buscou-se avaliar se variáveis as demográficas gênero, idade, renda familiar, raça, curso e localidade influenciam as percepções dos alunos neste cenário 3. Para isso foi realizada uma análise utilizando o teste de Kruskal-Wallis nas percepções dos estudantes sobre o refinamento e reflexão crítica (cenário 3). Novamente foram analisadas as seguintes variáveis, extraídas dos dois instrumentos de coleta:

- Gênero: Pergunta 9 do Formulário 1;
- Idade: Pergunta 2 do Formulário 1;
- Renda Familiar: Pergunta 7 do Formulário 1;
- Raça: Pergunta 10 do Formulário 1;
- Curso: Pergunta 5 do Formulário 2;
- Localidade (campus): Pergunta 3 do Formulário 2.

Os principais resultados são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Impacto das Variáveis Demográficas nas Percepções dos Alunos – Cenário 3

Fator Demográfico	H-Statistic	P-Value	Conclusão
Idade vs Desenvolvimento de Projetos e Trabalho em Equipe	14,71	0,398	Sem diferença significativa
Idade vs Curso Interativo e Colaboração	6,88	0,939	Sem diferença significativa
Idade vs Trabalho em Equipe e Reflexão	10,58	0,719	Sem diferença significativa
Gênero vs Desenvolvimento de Projetos e Trabalho em Equipe	2,97	0,397	Sem diferença significativa
Gênero vs Curso Interativo e Colaboração	9,45	0,024	Diferença significativa
Gênero vs Trabalho em Equipe e Reflexão	5,07	0,167	Sem diferença significativa
Renda Familiar vs Desenvolvimento de Projetos e Trabalho em Equipe	7,65	0,265	Sem diferença significativa
Renda Familiar vs Curso Interativo e Colaboração	4,55	0,603	Sem diferença significativa
Renda Familiar vs Trabalho em Equipe e Reflexão	4,40	0,623	Sem diferença significativa
Raça vs Desenvolvimento de Projetos e Trabalho em Equipe	4,50	0,343	Sem diferença significativa
Raça vs Curso Interativo e Colaboração	1,53	0,821	Sem diferença significativa
Raça vs Trabalho em Equipe e Reflexão	0,40	0,982	Sem diferença significativa
Curso vs Desenvolvimento de Projetos e Trabalho em Equipe	15,50	0,050	Marginalmente significativo
Curso vs Curso Interativo e Colaboração	5,34	0,721	Sem diferença significativa
Curso vs Trabalho em Equipe e Reflexão	13,23	0,104	Sem diferença significativa
Localidade vs Desenvolvimento de Projetos e Trabalho em Equipe	7,90	0,162	Sem diferença significativa
Localidade vs Curso Interativo e Colaboração	3,64	0,602	Sem diferença significativa

Localidade vs Trabalho em Equipe e Reflexão	1,95	0,857	Sem diferença significativa
---	------	-------	-----------------------------

Fonte: O autor (2024)

A análise da Tabela 16 revelou que, de maneira geral, não houve impacto estatisticamente significativo dessas variáveis nas percepções finais dos alunos sobre o processo de melhoria contínua. Isso sugere que o efeito positivo do cenário "Melhorar" foi consistente entre diferentes grupos, indicando que a metodologia aplicada beneficiou igualmente todos os estudantes, independentemente de gênero, idade, renda familiar, raça, curso ou localidade.

A variável Gênero apresentou uma diferença significativa ($p = 0,024$) em relação à percepção sobre o curso interativo e a colaboração. Isso indica que o gênero influenciou as percepções dos estudantes quanto à interatividade do curso e à aprendizagem sobre colaboração. Possíveis razões para essa diferença podem incluir variações na participação ou engajamento entre os gêneros, ou percepções distintas sobre as dinâmicas de grupo e interação em sala de aula. Esse achado aponta para a necessidade de investigar mais a fundo como as práticas pedagógicas podem ser ajustadas para atender de forma equitativa às necessidades de todos os estudantes.

A variável Curso/Turma mostrou-se marginalmente significativa ($p = 0,050$) em relação ao desenvolvimento de projetos e trabalho em equipe, sugerindo que as percepções dos alunos podem variar de acordo com o curso ou turma. Isso pode refletir diferenças nas abordagens pedagógicas, na dinâmica da turma ou nos recursos disponíveis em diferentes cursos, e merece atenção em futuras implementações e estudos.

A evolução substancial observada nas competências colaborativas e reflexivas dos estudantes, combinada à ausência de influência estatisticamente significativa da maioria das variáveis demográficas, indica que o ambiente educacional favoreceu a oferta de oportunidades equitativas para a aprendizagem e o desenvolvimento integral dos alunos.

Porém, a diferença observada em relação ao gênero e à percepção sobre interatividade e colaboração sugere que há espaço para aprimoramento. É fundamental garantir que as estratégias pedagógicas sejam sensíveis às necessidades de todos os estudantes, promovendo um ambiente verdadeiramente

inclusivo. Investigações adicionais podem identificar barreiras específicas enfrentadas por determinados grupos e orientar ajustes nas práticas educacionais.

É essencial continuar e aprimorar os mecanismos de feedback construtivo para sustentar o desenvolvimento dos alunos e fomentar uma cultura de melhoria contínua.

Recomenda-se:

- Aprofundar a Investigação sobre Diferenças de Gênero: Realizar estudos qualitativos para entender as razões por trás das diferenças de percepção relacionadas ao gênero, ajustando práticas pedagógicas conforme necessário.
- Personalizar o Ensino: Adaptar metodologias e atividades às necessidades específicas das turmas e dos alunos, levando em consideração as particularidades de cada curso e contexto.
- Fortalecer a Formação Docente: Investir na capacitação dos professores para lidar com a diversidade em sala de aula, promovendo estratégias que atendam a todos os perfis de estudantes.
- Monitoramento Contínuo: Estabelecer mecanismos regulares de avaliação das percepções e experiências dos alunos, permitindo a identificação e correção rápida de eventuais disparidades.

O cenário "Melhorar (Improve)" demonstrou ser uma etapa central no processo de aprendizagem, consolidando habilidades essenciais e preparando os alunos para desafios futuros. A eficácia desta abordagem reforça a importância de práticas pedagógicas que valorizem a participação ativa, a reflexão crítica e a colaboração. Ao proporcionar um ambiente inclusivo e centrado no aluno, contribui-se para a formação de profissionais competentes, adaptáveis e preparados para enfrentar as demandas do mundo contemporâneo.

Os resultados evidenciam que incorporar processos de melhoria contínua e feedbacks construtivos em ambientes educacionais é fundamental para o desenvolvimento integral dos estudantes. A manutenção e o aprimoramento dessas práticas são essenciais para sustentar os avanços observados e garantir que todos os alunos alcancem seu pleno potencial.

9.2.4. Análise do Cenário 4 – Explorar (Explore)

Para avaliar a percepção dos estudantes sobre a exploração de novas ideias e tecnologias no Ambiente *Maker* do Espaço 4.0, foi realizada uma análise qualitativa

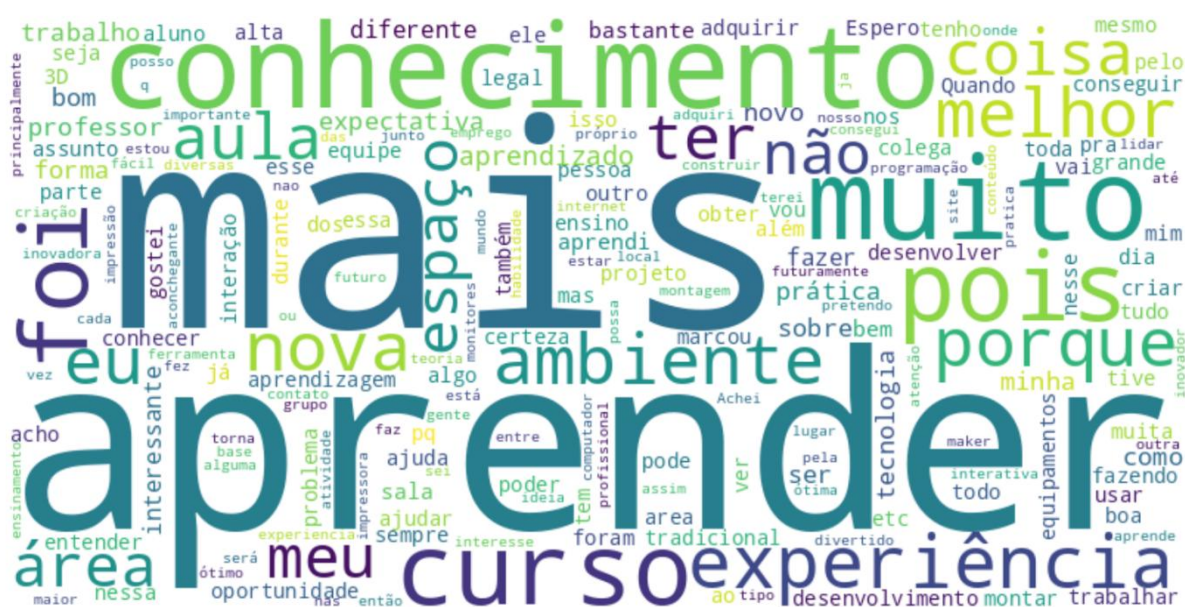
das respostas abertas fornecidas nas questões discursivas dos questionários. Essas questões focaram nas expectativas dos estudantes ao participar do curso em um Ambiente *Maker* e nas experiências mais marcantes vividas ao longo do curso.

Foram utilizados dois instrumentos para captar as percepções dos estudantes: a Avaliação Diagnóstica dos Estudantes (Formulário 1), aplicada no início do curso, e o Feedback Final dos Estudantes (Formulário 2), aplicado ao final. As perguntas analisadas incluíram: "Qual a sua expectativa em fazer esse curso em um Ambiente *Maker* como o Espaço 4.0 ao invés de em uma sala de aula tradicional?" (Formulário 1), e "Qual a melhor experiência que você teve durante esse curso?" e "Você acha que estudar neste Ambiente *Maker* ajudará você em outros cursos futuros? Por quê?" (Formulário 2).

As respostas discursivas foram analisadas utilizando a técnica de nuvem de palavras, conforme sugerido por Vilela, Ribeiro e Batista (2020). Essa técnica consiste em representar visualmente a frequência com que determinadas palavras aparecem no texto, sendo que quanto mais uma palavra é mencionada, maior será seu destaque gráfico na nuvem.

A Figura 24 apresenta a nuvem de palavras gerada com base nas respostas discursivas dos estudantes. Essa visualização permite identificar os principais tópicos e temas recorrentes nas percepções sobre a exploração no curso.

Figura 24 - Nuvem de palavras gerada com base nas respostas discursivas



Fonte: O autor (2024)

A nuvem de palavras da Figura 24 apresentou os seguintes padrões:

- “Aprender” (234 ocorrências): A palavra mais destacada na nuvem, indicando que os estudantes percebem o Ambiente *Maker* como um espaço essencial para o aprendizado e o desenvolvimento de novas habilidades.
- “Conhecimento” (134 ocorrências): Reflete o valor percebido do Ambiente *Maker* como um local para adquirir e aplicar novos conhecimentos, consolidando o aprendizado prático.
- “Espaço” (89 ocorrências): A palavra "espaço" se destaca, sugerindo que os alunos valorizam o Ambiente *Maker* como o principal cenário onde a aprendizagem ativa e a exploração ocorrem.
- “Curso” (128 ocorrências): Frequentemente mencionada, refletindo a importância que os estudantes deram ao curso e ao seu conteúdo dentro do Ambiente *Maker*.
- “Experiência” (102 ocorrências): A recorrência desse termo demonstra que os alunos consideram suas vivências no curso marcantes e impactantes, apontando para a relevância prática das atividades.
- “Muito” (207 ocorrências) e “Mais” (275 ocorrências): Palavras que frequentemente aparecem para qualificar a intensidade das experiências vividas e o aprendizado adquirido durante o curso.
- Melhor (113 ocorrências): Um termo que destaca a percepção positiva dos estudantes, sugerindo que eles tiveram uma experiência satisfatória no Ambiente *Maker* e que o curso atendeu ou superou suas expectativas.

Além dessas palavras principais, outros termos importantes também apareceram, como:

- Tecnologia (40 ocorrências): Reforça a centralidade das ferramentas tecnológicas no processo de exploração e inovação vivenciado pelos alunos.
- Interação (27 ocorrências) e Trabalho (56 ocorrências): Termos mencionados que indicam que os estudantes valorizaram as atividades colaborativas e a troca de conhecimento dentro do curso.

A análise da nuvem de palavras revela que os estudantes veem o Ambiente *Maker* como um espaço dedicado ao aprendizado prático e ao desenvolvimento de conhecimento. Termos como "aprender", "conhecimento" e "espaço" aparecem com

destaque, demonstrando que os estudantes associam o curso diretamente ao ganho de novas habilidades e ao contato com tecnologias inovadoras.

A forte presença de termos como "melhor", "experiência" e "curso" sugere que os estudantes ficaram satisfeitos com a oportunidade de participar de um ambiente diferenciado, onde puderam explorar novas ideias e aplicar o conhecimento adquirido em projetos práticos. No entanto, a menção frequente de palavras como "mais" e "muito" indica que os estudantes buscaram extrair o máximo possível da experiência e podem ter identificado áreas em que o curso poderia se expandir ou oferecer mais oportunidades.

A análise qualitativa das respostas discursivas sugere que o Espaço 4.0 tem promovido um ambiente de aprendizado *Maker*, exploração contínua e desenvolvimento de conhecimento prático. As respostas indicam que os estudantes valorizam a oportunidade de desenvolver novos projetos e explorar tecnologias em um ambiente colaborativo e inovador. O termo "melhor" (113 ocorrências) reforça que as expectativas dos estudantes foram atendidas, e eles se sentem preparados para aplicar o conhecimento adquirido em futuros desafios acadêmicos e profissionais.

9.3. DISTRIBUIÇÃO DAS PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES

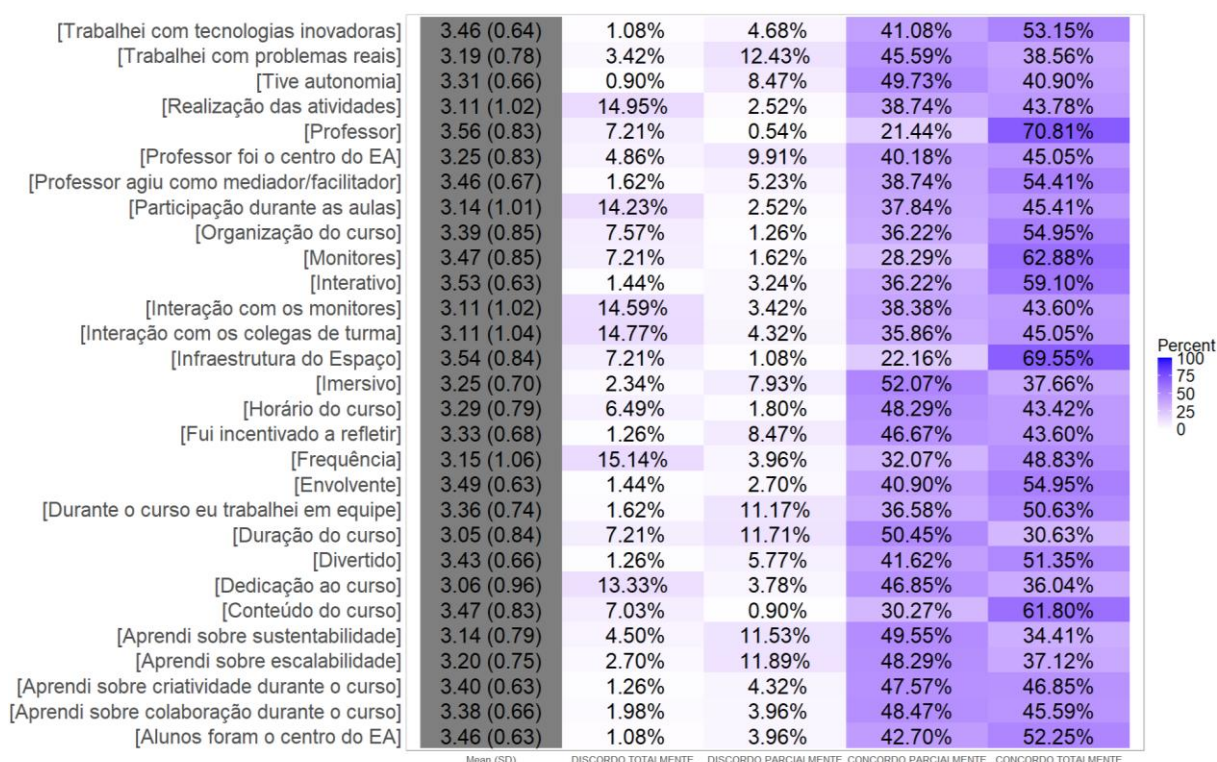
O gráfico de calor *Likert* é uma ferramenta visual eficaz para representar as percepções dos estudantes sobre diversas dimensões do curso realizado no Espaço 4.0. Utilizando o ambiente RStudio e o pacote *Likert*, gerou-se gráfico que mostra, de forma precisa, a distribuição percentual das respostas dos alunos em quatro níveis de concordância: Discordo Totalmente, Discordo Parcialmente, Concordo Parcialmente e Concordo Totalmente.

Cada linha do gráfico corresponde a uma afirmação sobre uma atividade, prática ou característica do curso, com cores e proporções indicando o nível de concordância dos estudantes. Essa visualização permite identificar rapidamente onde há maior ou menor consenso entre os alunos em relação a aspectos específicos do curso. Os dados do gráfico foram coletados por questionários aplicados durante e após o curso, permitindo uma análise quantitativa das percepções dos alunos. A visualização destaca os aspectos mais valorizados e identifica áreas com percepções divergentes.

Nesta seção, analisa-se como os estudantes avaliaram suas experiências no

ambiente de Aprendizagem *Maker*, focando em temas como o uso de tecnologias inovadoras, participação ativa, autonomia no aprendizado, colaboração e o papel do professor. O gráfico de calor revela de forma eficiente as variações nas percepções dos alunos, facilitando a interpretação comparativa dos dados entre diferentes atividades e dimensões do curso. O gráfico resultante está apresentado na Figura 25, que sintetiza visualmente o feedback dos estudantes.

Figura 25 - Mapa de Calor das percepções dos estudantes



Fonte: O autor (2024)

As percepções dos alunos foram categorizadas em atividades práticas, colaboração, interação com tecnologias inovadoras, e o papel do professor, entre outros. A seguir, destacam-se os principais pontos de análise:

- Altos Níveis de Concordância Total:
 - Trabalho com Tecnologias Inovadoras (53,15%): A atividade que apresentou maior concordância total foi "Trabalhei com tecnologias inovadoras", com mais de 53% dos alunos concordando totalmente com esta afirmação. Isso indica que o ambiente do Espaço 4.0 cumpriu sua promessa de oferecer tecnologias inovadoras, sendo um ponto de destaque no curso.

- Professor como Facilitador (70,81%): Uma das percepções mais fortes foi relacionada ao papel do professor. 70,81% dos alunos concordaram totalmente que o professor agiu como mediador e facilitador no processo de aprendizagem, enfatizando a importância da mediação pedagógica.
- Foco no Aluno (52,25%): O percentual elevado de concordância total na afirmação "Os alunos foram o centro do ensino e aprendizagem" (52,25%) reflete que o modelo adotado no curso foi centrado no aluno, um ponto central nas metodologias ativas.
- Participação e Reflexão:
 - Participação durante as aulas (45,41%): Os alunos também reconheceram a importância de sua participação ativa, com 45,41% concordando totalmente que se envolveram durante as aulas.
 - Incentivo à Reflexão (46,67%): Outro ponto positivo foi o incentivo à reflexão, com 46,67% dos alunos indicando que foram incentivados a refletir durante o curso. Isso está alinhado com os objetivos do ambiente Maker de promover um aprendizado mais profundo e reflexivo.
- Menores Níveis de Concordância:
 - Embora a concordância total tenha sido elevada em muitos aspectos, algumas categorias apresentaram uma distribuição mais dispersa, como em "Frequência" (48,83% concordaram totalmente, mas 15,14% discordaram), sugerindo que alguns alunos podem ter enfrentado desafios relacionados à regularidade das atividades ou sua estrutura.
- Padrões Relevantes Identificados:
 - Interação: A interação com os monitores e com os colegas de turma apresentou uma boa distribuição de concordância, com 43,60% e 43,58% de concordância total, respectivamente. Esses números refletem que o curso proporcionou um ambiente colaborativo, essencial para o sucesso de um Espaço Maker.
 - Autonomia e Reflexão: As atividades que envolvem autonomia dos alunos e a reflexão sobre o aprendizado tiveram resultados semelhantes, destacando a valorização de um ensino ativo e participativo, no qual os alunos são incentivados a se tornarem protagonistas de seu próprio processo de aprendizagem.

A Figura 25 mostrou também que a maioria das atividades no Espaço 4.0 foi bem recebida pelos alunos, com destaque para o uso de tecnologias inovadoras, a

participação ativa dos estudantes e o papel facilitador do professor, elementos essenciais para o êxito da Aprendizagem Maker.

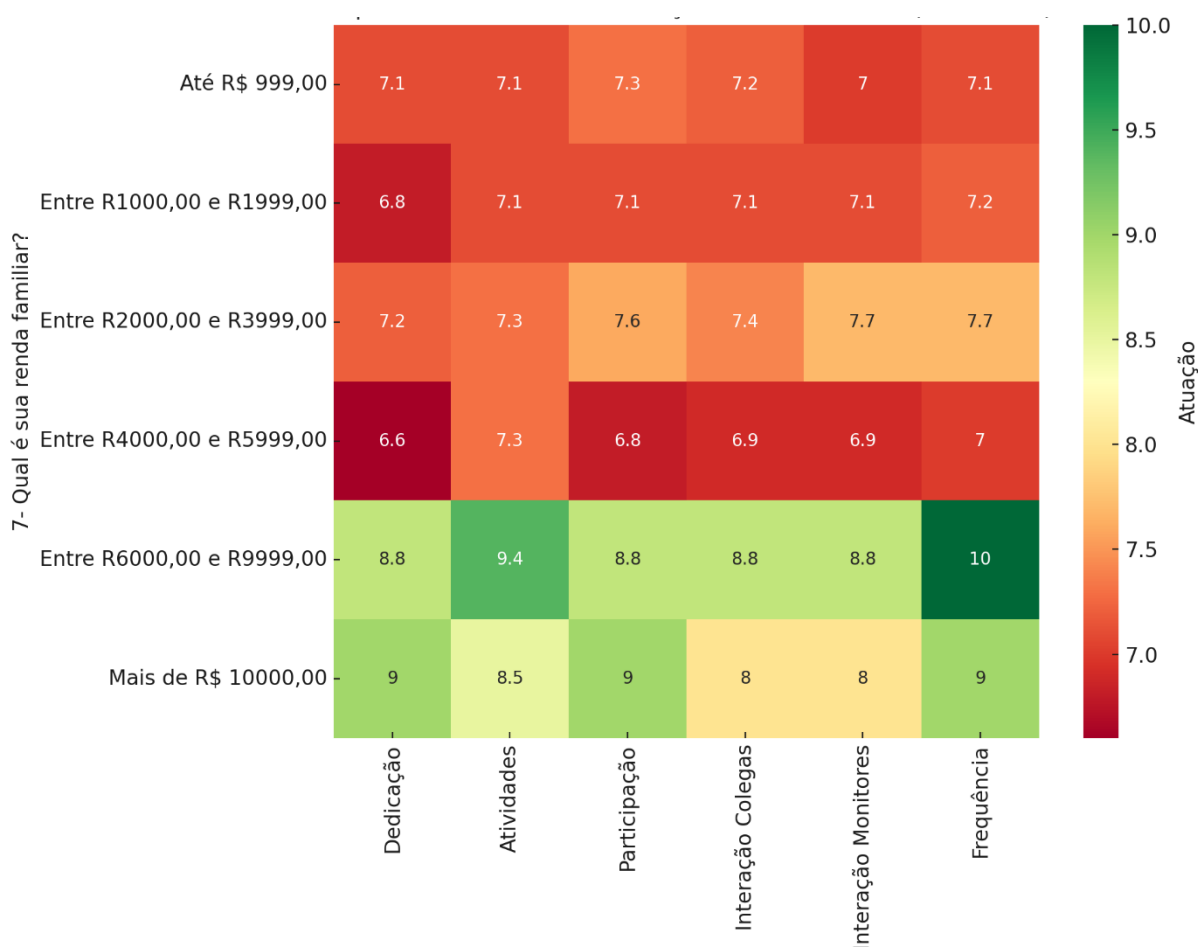
9.3.1. Análise dos mapas de calor: fatores socioeconômicos e participação estudantil

Os mapas de calor desta subseção foram gerados a partir cruzamento das médias das respostas obtidas (numa escala de 0,0 a 10) no Instrumento 2 (Apêndice B) e analisaram a relação entre diferentes a renda familiar, localidade (campi), raça e a percepção dos estudantes em relação à satisfação, opinião e participação em atividades durante os cursos. A seguir, são apresentados os resultados, inferências e críticas necessárias a partir dos dados obtidos:

- Renda x Atuação dos Estudantes:

Na Figura 26 observamos uma correlação significativa entre a renda familiar e o nível de atuação dos estudantes nos espaços de aprendizagem.

Figura 26 - Mapa de calor com a Relação entre Renda e Atuação dos Estudantes



Fonte: O autor (2024)

O mapa da Figura 26 revelou como diferentes faixas de renda influenciam aspectos essenciais do comportamento acadêmico, como dedicação, atividades realizadas, participação, interação com colegas e monitores, além da frequência nas atividades do curso.

Os estudantes com renda familiar mais alta, especialmente aqueles na faixa de R\$ 6.000,00 a R\$ 9.999,00, destacam-se com as pontuações mais elevadas em quase todos os indicadores. Esses estudantes apresentam as maiores notas em dedicação (8,8), participação (9,4), e interação com colegas e monitores (8,8). Essa faixa de renda também atinge a nota máxima (10) em termos de frequência nas atividades do curso, o que sugere um maior envolvimento no processo educacional.

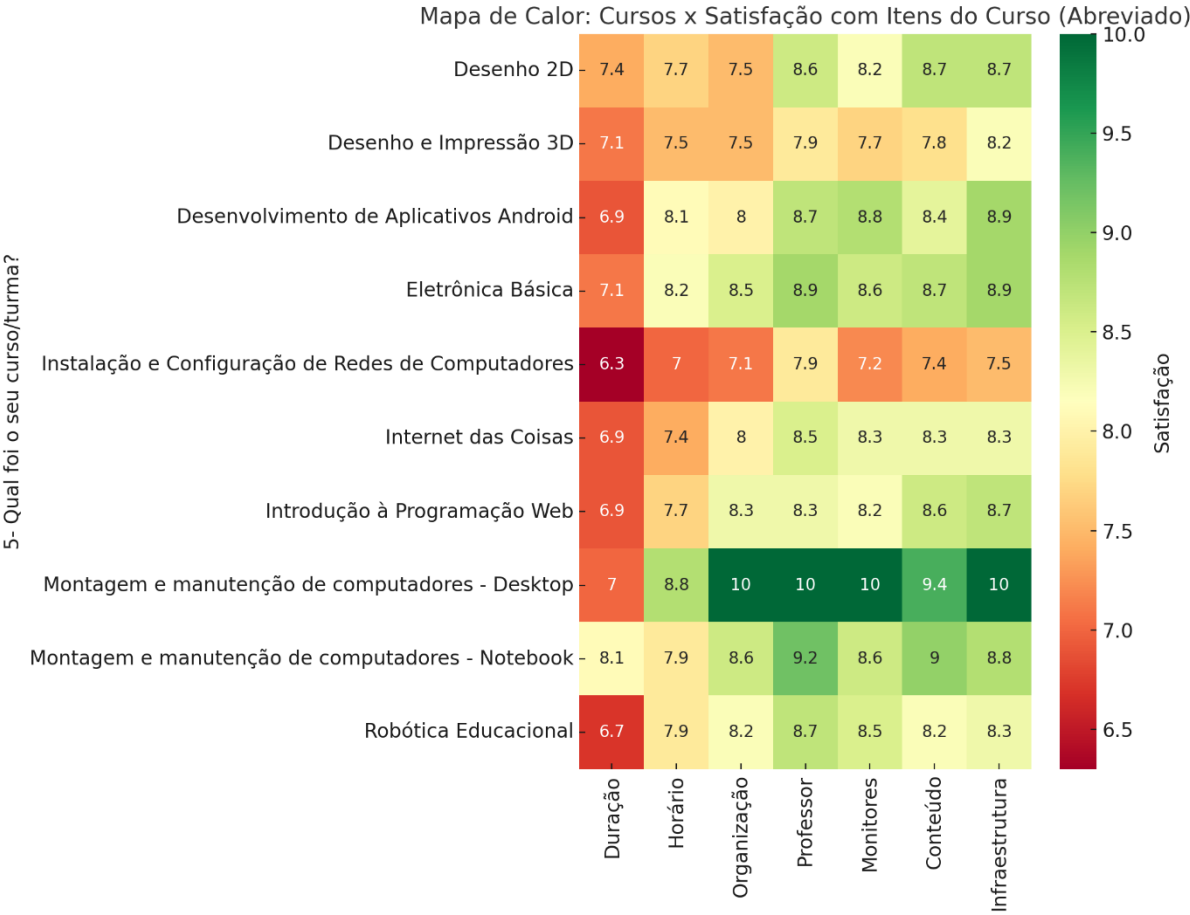
Por outro lado, os estudantes com renda mais baixa, especialmente os que têm renda familiar até R\$ 1.999,00, apresentam as menores notas nos mesmos indicadores. A dedicação e participação desses estudantes ficam em torno de 6,8 a 7,3, revelando um menor engajamento nas atividades dos cursos. Esse padrão pode estar associado a fatores externos, como dificuldades financeiras que influenciam na disponibilidade de tempo e recursos para se dedicar integralmente aos estudos.

- Curso x Satisfação com Itens do Curso:

A Figura 27 ilustra a percepção dos estudantes em relação a diferentes aspectos dos cursos ofertados, como duração, horário, organização, professores, monitores, conteúdo e infraestrutura. A análise desse mapa de calor permite identificar padrões de satisfação e eventuais pontos de atenção que podem direcionar melhorias nos cursos avaliados.

A partir da Figura 27 observa-se que o curso de Montagem e Manutenção de Computadores - Desktop se destaca com notas 10 nos critérios "Professor" e "Monitores", refletindo um alto nível de aprovação por parte dos estudantes. Esse resultado sugere que a qualidade do corpo docente e o suporte oferecido pelos monitores desempenham um papel de destaque na experiência de aprendizado, reforçando a importância de um acompanhamento pedagógico eficiente e especializado, especialmente em cursos técnicos e práticos.

Figura 27 - Mapa de calor que mostra a satisfação dos estudantes em relação aos itens do curso, como duração, horário, professores e infraestrutura.



Fonte: O autor (2024)

Por outro lado, cursos como Instalação e Configuração de Redes de Computadores apresentam notas relativamente mais baixas em itens como "Horário" e "Organização". Esse dado sugere a necessidade de reavaliar a logística e o planejamento dessas turmas, uma vez que horários inadequados ou falta de clareza organizacional podem impactar negativamente a experiência dos alunos, gerando insatisfação e, possivelmente, evasão.

A discrepância observada entre cursos de natureza semelhante aponta para a relevância de um acompanhamento contínuo, de modo a alinhar as expectativas dos alunos às condições oferecidas. A infraestrutura também se revelou um fator de destaque, sendo valorizada positivamente nos cursos que oferecem laboratórios bem equipados e espaços de aprendizado que simulam ambientes reais de trabalho.

Além disso, os resultados indicam que cursos com maior ênfase em atividades práticas, como Montagem e Manutenção de Computadores, tendem a receber

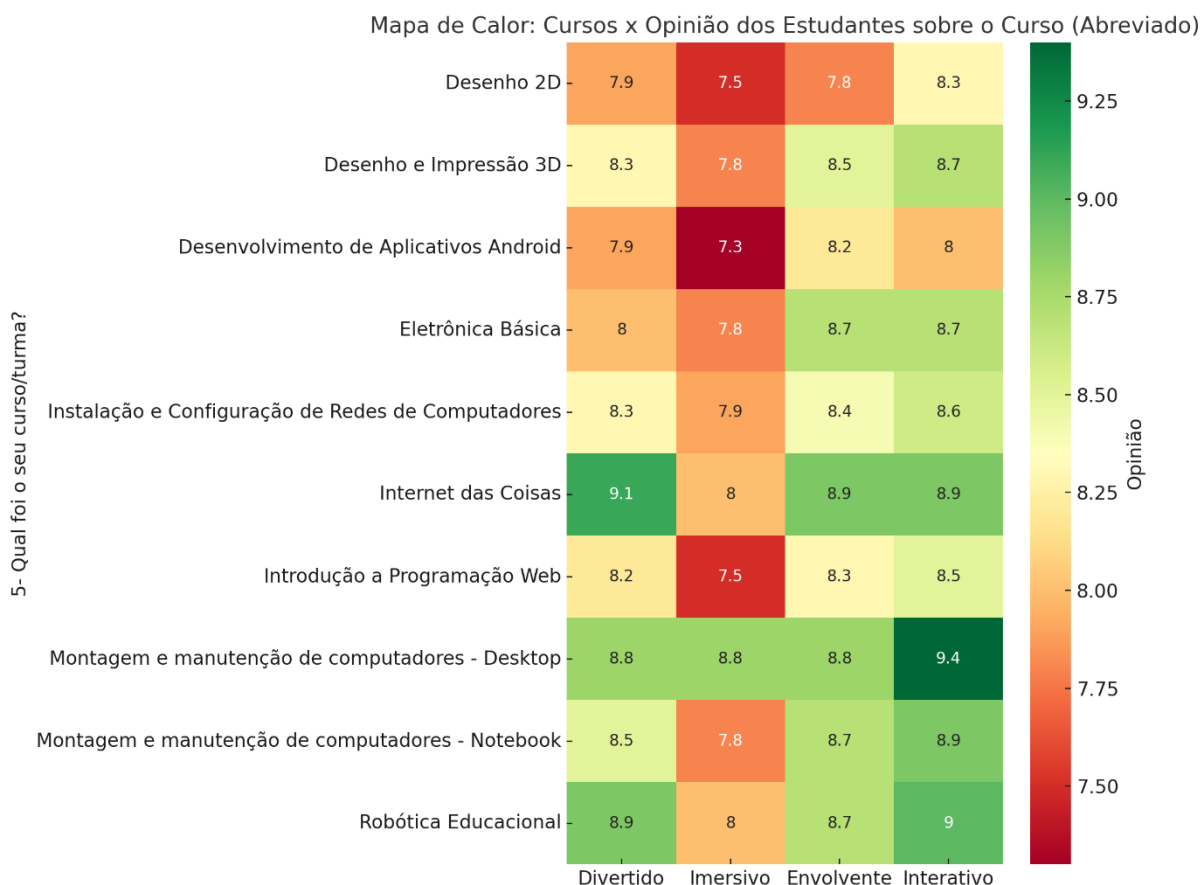
avaliações superiores nos critérios relacionados a "Conteúdo" e "Infraestrutura". Essa relação sugere que o aprendizado "mão na massa" não só engaja mais os estudantes, mas também contribui para uma percepção mais positiva do curso como um todo.

Outra possível questão levantada é o porquê de cursos como Instalação e Configuração de Redes de Computadores apresentarem notas relativamente baixas em alguns itens como "Horário" e "Organização", indicando possíveis dificuldades de logística ou de planejamento que podem ser aprimoradas.

- Curso x Opinião dos Estudantes:

A Figura 28 analisa como os alunos avaliam se o curso foi "Divertido", "Imersivo", "Envolvente" e "Interativo". Pode-se, através do mapa de calor apresentado, que a alta avaliação dos cursos de "Internet das Coisas" e "Montagem e Manutenção de Computadores – Desktop" pode ser atribuída ao uso intensivo de tecnologia prática, que mantém os estudantes engajados e mais interativos.

Figura 28 - Mapa de calor que exhibe a opinião dos estudantes sobre diferentes aspectos dos cursos, como envolvimento, imersão e diversão.



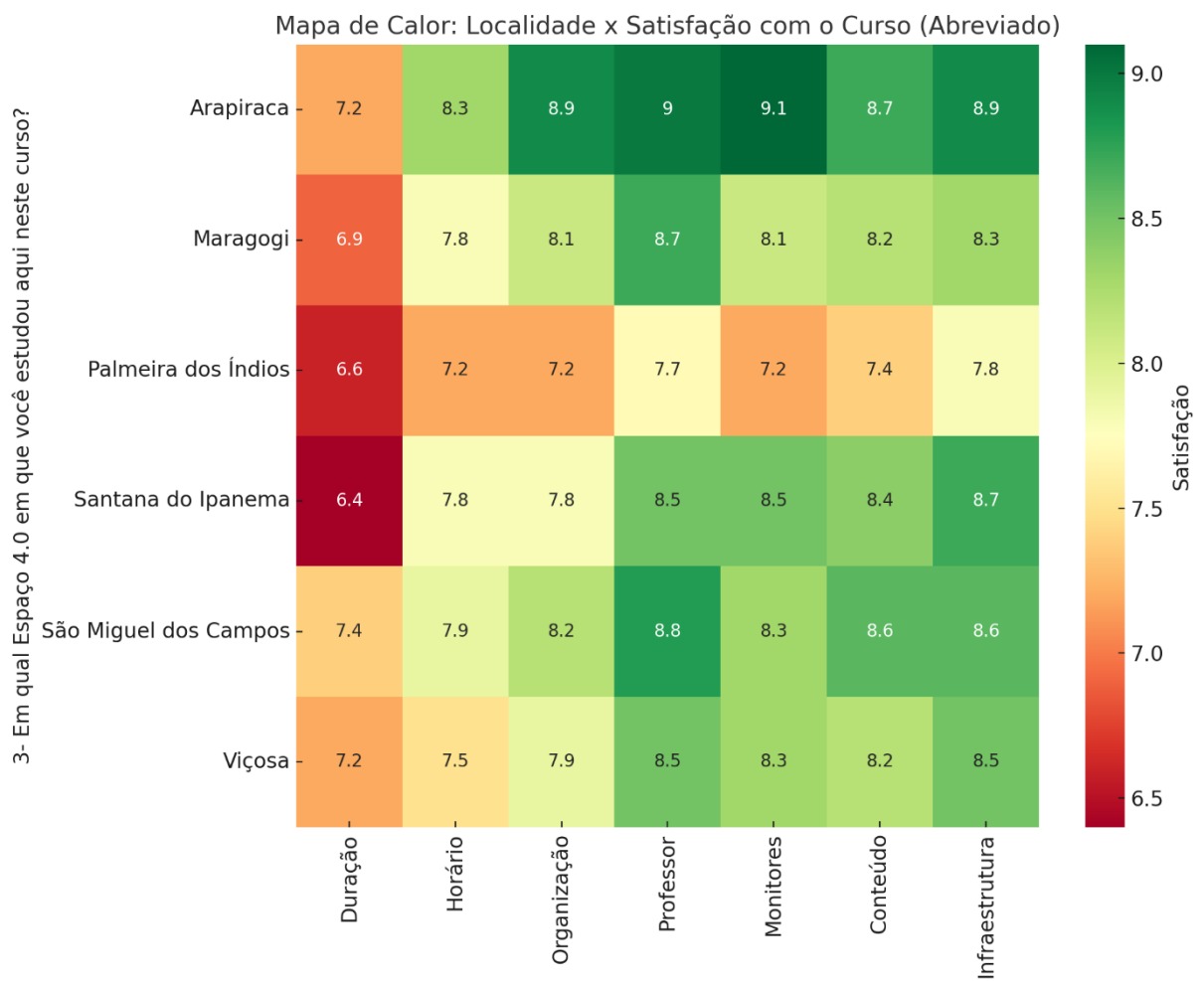
Fonte: O autor (2024)

Também pode-se destacar que o curso de Internet das Coisas se destacou em todos os aspectos com uma pontuação de 9.1 em "Divertido" e 8.9 em "Interativo", indicando que os estudantes estão altamente satisfeitos com o aspecto prático e a interatividade proporcionada pelo curso. Em contrapartida, cursos como Desenvolvimento de Aplicativos Android apresentam notas inferiores em "Imersivo", o que pode indicar que os alunos podem não estar se sentindo completamente envolvidos durante as aulas.

- Localidade x Satisfação com o Curso:

A Figura 29 revela as variações na percepção de satisfação de acordo com a localidade onde os cursos foram realizados.

Figura 29 - Mapa de calor que mostra como a localidade impacta a satisfação dos estudantes com o curso.



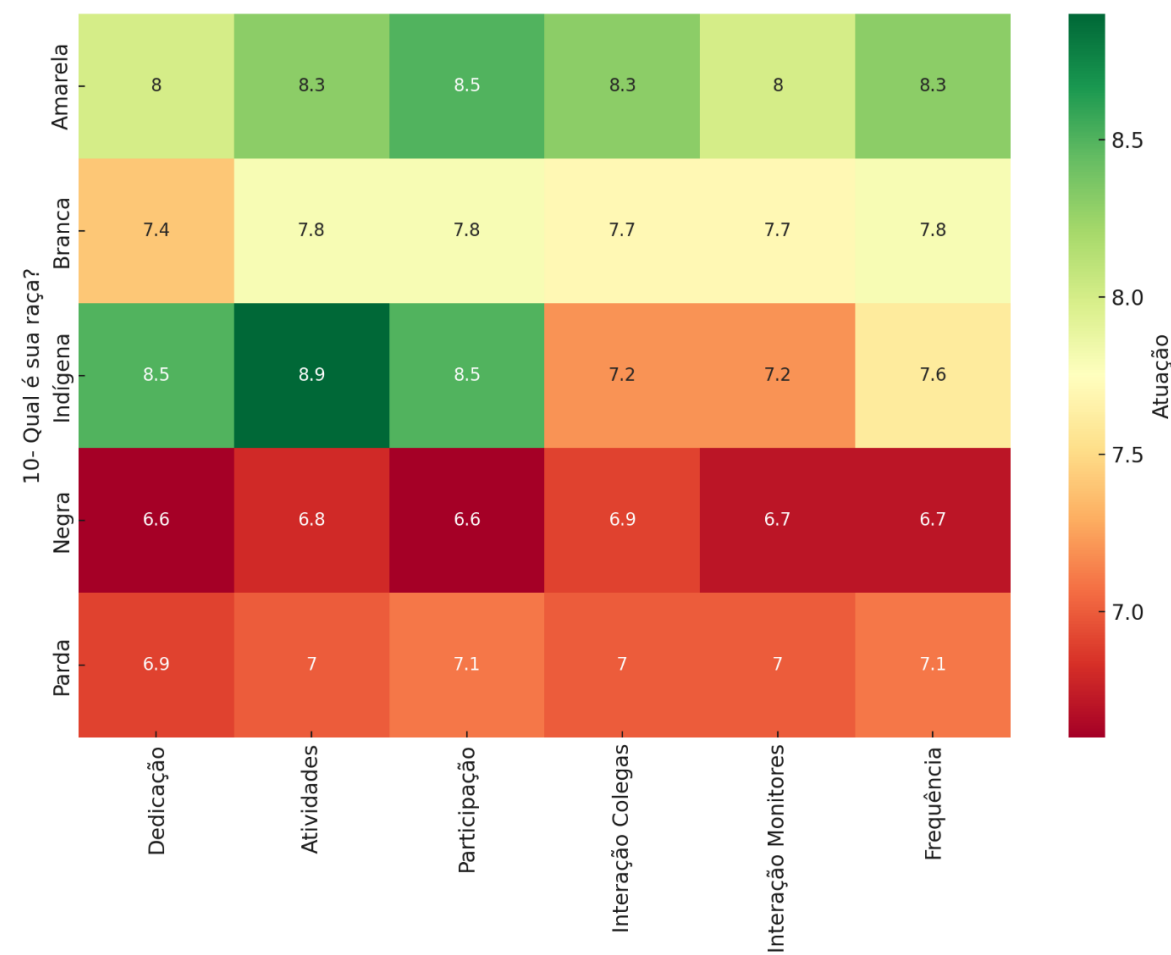
Fonte: O autor (2024)

A Figura 29 evidencia que os estudantes da unidade de Arapiraca tiveram as avaliações mais altas, especialmente nos itens "Organização" (8.9) e "Infraestrutura" (9.1), sugerindo que essa localidade apresenta melhor estrutura física e organização, contribuindo para uma experiência mais positiva. Em contraste, localidades como Palmeira dos Índios registraram notas mais baixas em "Duração", "Horário" e "Organização", indicando possível insatisfação com a extensão do curso e a gestão do campus. Esses resultados apontam para a necessidade de investigar discrepâncias na oferta de recursos entre as localidades e promover maior uniformidade na experiência educacional oferecida pelos Espaços 4.0.

- Raça x Atuação dos Estudantes:

A Figura 30 aborda as variações na percepção de satisfação de acordo com a raça dos estudantes.

Figura 30 - Mapa de Calor: Raça x Atuação dos Estudantes



Fonte: O autor (2024)

A partir da Figura 30 observa-se que os estudantes que se identificam como negros e pardos apresentam as menores pontuações em todos os itens, com pontuações variando entre 6,6 e 7,1 apenas. Esses dados levantam a questão de como a cultura e o ambiente podem estar influenciando a participação e o engajamento de diferentes grupos raciais. A escala utilizada nessa pergunta foi de 0 (mínimo) a 10 (máximo).

A análise dos mapas de calor revelou que a satisfação e a opinião dos estudantes variam significativamente dependendo do raça, renda, curso, localidade e turno, destacando a importância de personalizar a oferta educativa conforme o contexto.

Cursos de qualificação com suporte mais forte de monitores e professores tendem a receber melhores avaliações. Por outro lado, localidades com infraestrutura inferior devem ser priorizadas para melhorias. As diferenças de engajamento entre grupos raciais também requerem atenção para garantir um ambiente educacional inclusivo e equitativo.

Recomenda-se:

- Investimento em monitoria e suporte docente para cursos com menor avaliação;
- Melhorar a infraestrutura e o apoio da gestão local nas localidades com notas mais baixas;
- Investigar e mitigar as barreiras enfrentadas por grupos raciais sub-representados.

Essas ações podem ajudar a nivelar a qualidade do ensino oferecido e a promover um ambiente mais inclusivo e satisfatório para todos os estudantes.

9.3.2. Robustez dos instrumentos utilizados

A análise de robustez dos instrumentos de coleta de dados é um passo essencial para assegurar a confiabilidade dos resultados obtidos na pesquisa. Um dos métodos mais utilizados para verificar a consistência interna dos itens avaliados em questionários e avaliações é o cálculo do alfa de Cronbach (Sampieri; Collado; Lucio, 2013). Este índice mede o quanto os itens de um instrumento estão relacionados entre

si, fornecendo uma estimativa da sua consistência interna. Em termos práticos, valores de alfa de Cronbach acima de 0,7 são considerados aceitáveis, indicando que os itens avaliam de maneira coerente a mesma dimensão ou conceito. Para esta análise, foram avaliados os dois instrumentos: o *Feedback Final para os Estudantes* e a *Avaliação Diagnóstica*. Em ambos os casos, o alfa de Cronbach foi calculado a fim de garantir a qualidade e a confiabilidade dos dados coletados (Sampieri; Collado; Lucio, 2013).

- **Avaliação Diagnóstica:**

Para a *Avaliação Diagnóstica*, o alfa de Cronbach obtido foi de 0,75. Este valor também indica uma consistência interna satisfatória, sugerindo que os itens da avaliação têm uma relação adequada e fornecem dados confiáveis para análise. O valor calculado se encontra dentro da faixa considerada boa (entre 0,7 e 0,8). Isso demonstra que o instrumento é capaz de medir com precisão as habilidades e competências iniciais dos estudantes, como suas expectativas e conhecimentos prévios.

- **Feedback Final para os Estudantes:**

No instrumento de *Feedback Final para os Estudantes*, foi calculado um alfa de Cronbach de 0,82, indicando uma consistência interna excelente entre os itens. Isso significa que as questões propostas no questionário final estavam bem estruturadas e relacionadas, permitindo uma análise confiável das percepções dos estudantes em relação ao Espaço 4.0. Esse valor acima de 0,8 sugere que o instrumento é robusto e capaz de captar adequadamente as variáveis que foram propostas, como engajamento, satisfação e avaliação geral do curso.

Ambos os instrumentos apresentam uma boa robustez, com índices de alfa de Cronbach que reforçam a confiabilidade das análises subsequentes. Esses resultados fornecem segurança quanto à qualidade dos dados e a validade das conclusões que foram obtidas com base nas respostas dos estudantes (Sampieri; Collado; Lucio, 2013).

9.4. ANÁLISE COMPARATIVA DAS PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES

Esta seção apresenta a análise comparativa das percepções dos alunos em três cenários de aprendizagem aplicados no curso: Pensar (Think), Fazer (Make) e Melhorar (Improve). A análise foi realizada utilizando os dados obtidos nos dois

instrumentos de coleta: a Avaliação Diagnóstica (Formulário 1), aplicada no início do curso, e o Feedback Final (Formulário 2), realizado ao término das atividades. Com base nas respostas fornecidas pelos estudantes, foi possível identificar as mudanças de percepção ao longo do curso, considerando o impacto das metodologias ativas utilizadas nos Espaços 4.0.

Para chegar aos resultados de cada cenário, realizamos uma análise quantitativa das percepções dos alunos ao longo do curso, utilizando os dados coletados em dois momentos distintos: a Avaliação Diagnóstica (Formulário 1), aplicada no início do curso, e o Feedback Final (Formulário 2), realizado ao término das atividades. Os dados foram organizados com base em perguntas relacionadas a diferentes aspectos de cada cenário de aprendizagem: Pensar (Think), Fazer (Make) e Melhorar (Improve). As perguntas foram analisadas de forma comparativa para identificar mudanças nas percepções dos alunos entre os momentos inicial e final do curso, levando em consideração a normalização das escalas dos dados.

Os passos seguidos na análise começaram com a seleção das questões ordinais. Identificamos nos dois formulários as questões que abordavam aspectos específicos de cada cenário (Pensar, Fazer e Melhorar). Algumas variáveis estavam em uma escala de 0 a 10, enquanto outras usavam uma escala de 1 a 4. Para garantir a consistência dos resultados, foi realizada uma normalização dos dados, ajustando todas as variáveis para a mesma escala de 1 a 4, dividindo as respostas da escala de 0 a 10 por 2.5. Em seguida, determinamos quais respostas seriam consideradas positivas. Para isso, adotamos como critério qualquer valor maior ou igual a 3 na escala ordinal de 1 a 4, que foi escolhido para indicar uma percepção positiva sobre o aspecto analisado, representando uma avaliação favorável dos alunos.

Posteriormente, comparamos as respostas de cada questão entre o Formulário 1 e o Formulário 2. Esse processo nos permitiu avaliar as melhorias nas percepções dos alunos ao longo do curso, baseando-se nas questões-chave que mediram os parâmetros de aprendizado. Para cada questão, calculamos o percentual de alunos que deram respostas positivas, tanto no Formulário 1 quanto no Formulário 2. Esses percentuais foram então comparados para determinar a evolução ao longo do curso. As fórmulas utilizadas levaram em consideração o total de estudantes que participaram tanto da avaliação diagnóstica quanto do feedback final.

Em seguida, agrupamos as questões correspondentes a cada cenário e somamos as respostas positivas. Com base nisso, calculamos o percentual de

evolução para cada dimensão analisada nos cenários 1, 2 e 3.

Para investigar o cenário 4 utilizou-se uma análise qualitativa das respostas discursivas dos alunos, conforme os elementos da seção 9.2.4.

9.4.1. Cenário 1 – Pensar (Think)

O primeiro cenário, Pensar, foi estruturado para avaliar a capacidade dos alunos de identificar problemas, planejar soluções e aplicar o pensamento crítico e criativo durante o curso. Para isso, foram comparadas as percepções iniciais e finais dos alunos em três dimensões principais:

- **Foco em Problemas e Projetos:** Foi realizada a comparação entre a percepção inicial da importância de focar em problemas e projetos (Q16.3) e a percepção final sobre a realização das atividades práticas (Q12.2). O percentual de respostas positivas foi de 66,76%, indicando que a maioria dos alunos reconheceu a importância dessa abordagem pedagógica para o desenvolvimento de suas habilidades ao longo do curso.
- **Reflexão Crítica e Colaboração:** Analisou-se a evolução da percepção dos alunos sobre seu papel no processo de aprendizagem (Q16.1) em contraste com o aprendizado sobre colaboração (Q14.1). O percentual de respostas positivas foi de 69,64%, refletindo o impacto do curso no desenvolvimento da capacidade de trabalho colaborativo.
- **Planejamento e Resolução de Problemas:** Ao comparar as percepções iniciais sobre a importância do planejamento e resolução de problemas (Q16.2) com as percepções finais sobre a aplicação dessas habilidades (Q18.1), a evolução foi de 94,77%. Esse resultado evidencia que os alunos desenvolveram e aplicaram de forma eficaz suas habilidades de planejamento e resolução de problemas durante o curso.

Os dados indicaram que 77,05% dos participantes relataram um aumento na habilidade de conceituar projetos, corroborando as observações de Martinez e Stager (2019) sobre a importância do planejamento na aprendizagem *Maker*. Esses resultados indicam que o cenário Pensar (*Think*) foi eficaz na promoção do pensamento crítico, planejamento e resolução de problemas, mostrando que os alunos aplicaram conceitos teóricos em situações práticas com sucesso.

9.4.2. Cenário 2 – Fazer (Make)

O segundo cenário, Fazer, teve como objetivo incentivar os alunos a aplicarem o conhecimento teórico na prática, promovendo o desenvolvimento de habilidades técnicas e colaborativas. A análise comparativa foi feita a partir das seguintes dimensões:

- **Aprendizado Prático e Participação:** Comparou-se a percepção inicial da importância do aprendizado prático (Q16.4) com a participação efetiva dos alunos durante as aulas (Q12.3). O percentual de evolução foi de 70,81%, mostrando que os alunos não apenas entenderam a importância de "aprender fazendo", mas também se engajaram nas atividades práticas propostas ao longo do curso.
- **Desenvolvimento de Habilidades Técnicas:** Ao comparar a percepção inicial sobre a importância do aprendizado prático (Q16.4) com a produção de um protótipo durante o curso (Q18.2), houve uma evolução de 89,64%. Esse dado demonstra que os alunos foram bem-sucedidos em transformar conhecimento teórico em habilidades técnicas práticas, culminando na criação de protótipos.
- **Trabalho em Equipe e Colaboração:** A evolução do trabalho em equipe foi analisada comparando-se a valorização inicial do trabalho colaborativo (Q16.5) com a prática de colaboração ao final do curso (Q18.3). O percentual de evolução foi de 90,45%, indicando que os alunos aplicaram efetivamente suas habilidades colaborativas no desenvolvimento de projetos em grupo.

Conforme os dados quantitativos, 83,63% dos estudantes aprimoraram suas habilidades técnicas, alinhando-se aos achados de Blikstein (2013b) sobre o potencial dos *Espaços Maker* no desenvolvimento técnico. Os resultados indicam que o cenário Fazer (*Make*) foi eficaz em promover o aprendizado prático e o desenvolvimento de habilidades técnicas e colaborativas, preparando os alunos para lidar com problemas reais em um contexto de aprendizado mão na massa.

9.4.3. Cenário 3 – Melhorar (Improve)

No terceiro cenário, Melhorar, os alunos tiveram a oportunidade de aprimorar seus projetos ao longo do curso, aplicando feedbacks e refinando suas criações. Este cenário foi analisado em quatro dimensões principais:

- **Desenvolvimento de Projetos e Trabalho em Equipe:** A comparação entre a

valorização do trabalho em equipe no início do curso (Q16.5) e o desenvolvimento efetivo de projetos ao final (Q18.4) resultou em uma evolução de 87,39%. Isso demonstra que os alunos foram capazes de aplicar suas habilidades colaborativas para desenvolver projetos em equipe, evidenciando a eficácia do cenário.

- **Curso Interativo e Colaboração:** Ao comparar a percepção inicial sobre a importância de um curso interativo (Q12.4) com o aprendizado de colaboração (Q14.1), a evolução foi de 64,32%, sugerindo que o curso promoveu um ambiente de aprendizado interativo e colaborativo.
- **Trabalho em Equipe e Reflexão:** A comparação entre a valorização do trabalho em equipe no início (Q16.5) e o incentivo à reflexão crítica ao final (Q15.1) apresentou uma evolução de 43,60%, evidenciando que o curso também estimulou a reflexão e o autoconhecimento dos alunos em relação ao processo de aprendizagem.
- **Trabalho em Equipe (Q16.5) e Resolução de Problemas (Q18.1):** A evolução no desenvolvimento das habilidades de resolução de problemas foi significativa, com um percentual de 93,78%. Esse dado mostra que os alunos conseguiram aplicar com sucesso as habilidades de resolução de problemas em situações práticas, fortalecendo a importância do trabalho em equipe.

As análises indicaram que 65,1% dos estudantes aprimoraram suas habilidades em autocrítica construtiva, identificando falhas e implementando melhorias, o que desenvolveu resiliência e habilidades de avaliação. Esse resultado está alinhado com a proposta de Papert (1980) sobre o "aprendizado por meio da depuração", que valoriza o erro como um elemento fundamental no processo de aprendizagem. Esses resultados confirmam que o cenário Melhorar (Improve) foi muito relevante para o desenvolvimento contínuo e progressivo dos estudantes, promovendo um ambiente onde o feedback foi aplicado de maneira construtiva e eficaz, levando à evolução das habilidades de colaboração, reflexão e resolução de problemas.

9.4.4. Cenário 4 – Explorar (Explore)

No Cenário 4 – Explorar (Explore), buscamos investigar como os alunos percebem o uso do Ambiente *Maker* para explorar novas ideias, tecnologias e formas de aprendizado ao longo do curso. Diferentemente dos outros cenários, que empregaram análises quantitativas, realizamos aqui uma análise qualitativa das

respostas discursivas dos alunos, conforme os elementos da seção 9.2.4. Segundo Ryan e Bernard (2003), identificar temas em análises qualitativas é essencial para organizar os dados e reconhecer padrões relevantes nas respostas. Essa abordagem foi aplicada para categorizar as percepções dos alunos neste cenário.

Foram utilizados dois instrumentos para esta análise. O primeiro foi a Avaliação Diagnóstica, descrita no Formulário 1, localizado no Apêndice A. Esse instrumento foi aplicado no início do curso, solicitando aos estudantes que respondessem à pergunta: "Qual a sua expectativa em fazer esse curso em um Ambiente *Maker* como o Espaço 4.0 ao invés de em uma sala de aula tradicional?"

O segundo instrumento foi o Feedback Final, encontrado no Formulário 2, presente no Apêndice B. Esse feedback foi aplicado ao término do curso, contendo as questões: "Qual a melhor experiência que você teve durante esse curso? O que lhe marcou positivamente?" (Pergunta 19) e "Você acha que estudar neste Ambiente *Maker* ajudará você em outros cursos futuros? Por quê?" (Pergunta 20).

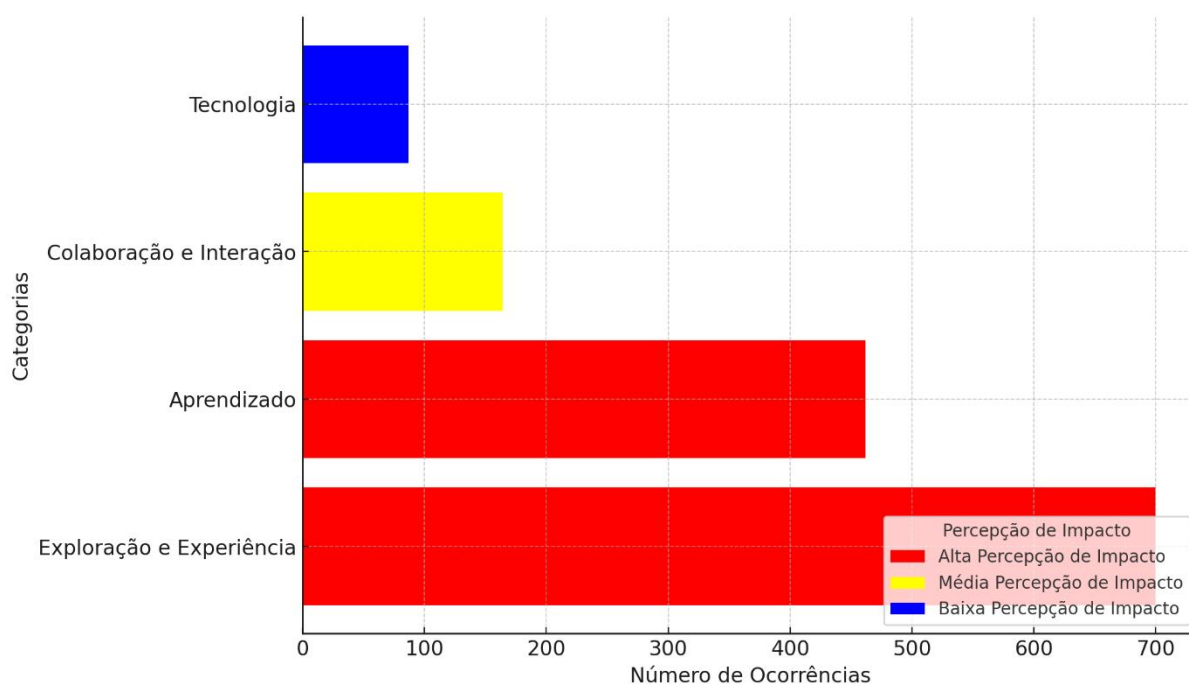
Para oferecer uma visão estruturada, agrupamos os termos mais recorrentes em quatro categorias temáticas principais:

- **Exploração e Experiência (700 ocorrências):** Engloba termos que refletem a exploração ativa e as experiências marcantes dos estudantes no curso, como "mais", "experiência" e "melhor". Indica que os alunos se engajaram profundamente nas atividades, buscando maximizar suas oportunidades de aprendizagem e destacando-se ao explorar novas ideias.
- **Aprendizado (462 ocorrências):** Reflete a ênfase dos estudantes em adquirir novos conhecimentos e desenvolver habilidades no Ambiente *Maker*. Termos como "aprender" e "conhecimento" foram destacados, indicando que os alunos valorizam a oportunidade de aprendizado prático.
- **Colaboração e Interação (164 ocorrências):** Mostra a importância das interações e do trabalho em equipe durante o curso. Termos como "trabalho", "colaborar" e "interação" evidenciam que o Ambiente *Maker* promoveu oportunidades de troca de conhecimento e trabalho conjunto.
- **Tecnologia (87 ocorrências):** Embora o uso de tecnologia seja relevante no Ambiente *Maker*, os estudantes mencionaram menos vezes termos diretamente relacionados a ferramentas e inovações tecnológicas. Isso sugere que a tecnologia não foi o foco principal nas percepções relatadas, sendo vista mais como um meio do que como um fim no processo de exploração e

aprendizagem.

Com base nas frequências dos termos identificados, criamos uma escala de percepção de impacto, conforme o modelo de Ryan e Bernard (2003), categorizando cada tema de acordo com a frequência de termos mencionados. Quando as frequências ultrapassam 400 ocorrências, o tema é classificado como de "Alta Percepção de Impacto", indicando que ele desempenha um papel central na experiência do curso. Para frequências entre 100 e 400 ocorrências, considera-se uma "Média Percepção de Impacto", refletindo que os termos aparecem regularmente, embora não sejam o foco principal das respostas. Por outro lado, frequências inferiores a 100 ocorrências indicam uma "Baixa Percepção de Impacto", sugerindo que, embora relevantes, esses aspectos foram menos frequentemente destacados pelos estudantes. Os resultados dessa análise estão apresentados na Figura 31.

Figura 31 - Frequência dos termos por categorias e percepção do impacto



Fonte: O autor (2024)

A análise da Figura 31 revelou que a categoria "Exploração e Experiência" foi a mais destacada, com um total de 700 ocorrências. Palavras como "mais", "experiência", "melhor" e "muito" surgiram com frequência, evidenciando o forte impacto que a exploração ativa de novas ideias e tecnologias teve sobre os

estudantes. Muitos relataram que a possibilidade de testar, experimentar e criar foi o aspecto mais significativo do curso, ressaltando a imersão proporcionada pelo aprendizado prático no Ambiente *Maker*.

A categoria "Aprendizado" também teve uma alta percepção de impacto, com 462 ocorrências. Palavras como "aprender", "conhecimento" e "desenvolver" apareceram recorrentemente, demonstrando que os alunos enxergaram o Ambiente *Maker* como essencial para o desenvolvimento de novas habilidades e para a aquisição de conhecimentos práticos, alinhando-se aos objetivos pedagógicos de um ambiente de aprendizagem ativa.

A categoria "Colaboração e Interação" registrou 164 ocorrências. Termos como "trabalho", "colaborar" e "interação" indicam que os alunos valorizaram as atividades colaborativas e a troca de conhecimentos com os colegas. Embora esse aspecto tenha sido importante, foi percebido como menos central em relação à exploração e ao aprendizado individual.

Por fim, "Tecnologia" apresentou uma percepção de impacto menor, com 87 ocorrências. Embora as ferramentas tecnológicas tenham sido mencionadas, a frequência foi baixa em comparação com as outras categorias. Termos como "tecnologia", "ferramentas" e "inovação" apareceram com menos destaque, sugerindo que os alunos viram a tecnologia mais como uma facilitadora do processo de aprendizagem do que como foco principal.

A análise qualitativa das respostas dos estudantes indica que eles valorizaram principalmente a exploração de novas ideias e as experiências práticas no Ambiente *Maker*. A ênfase em Exploração e Experiência sugere que o curso despertou alto envolvimento e engajamento, destacando o Espaço 4.0 como ambiente propício para o aprendizado *Maker* com elementos ativos e experimentais. A categoria Aprendizado também foi altamente mencionada, reforçando a percepção de que o Ambiente *Maker* facilita a aquisição de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades práticas.

Embora a Colaboração e Interação tenha sido apreciada, foi menos central, sugerindo que o foco principal dos alunos estava na exploração individual e no aprendizado pessoal. O menor impacto percebido em Tecnologia indica que, para os estudantes, as ferramentas tecnológicas foram importantes, mas não o elemento mais significativo do curso.

As análises qualitativas revelaram um impacto significativo, com muitos estudantes se engajando em projetos além do currículo, evidenciando uma cultura de

aprendizagem contínua. O Cenário Explorar proporcionou aos alunos a oportunidade de experimentar, criar e aplicar seus conhecimentos em um ambiente de aprendizagem não tradicional. A avaliação geral mostra que o Espaço 4.0 foi eficaz em promover a experimentação e o desenvolvimento de habilidades, com resultados positivos em termos de impacto percebido. A forte presença de termos como "experiência", "aprender" e "melhor" demonstra que as expectativas dos estudantes foram atendidas e, em muitos casos, superadas, reforçando o papel do Espaço 4.0 na formação de alunos preparados para enfrentar desafios futuros em um mundo cada vez mais tecnológico e colaborativo.

9.5. ANÁLISE QUALITATIVA COM BASE NO CICLO DE CODIFICAÇÃO DE SALDAÑA

Essa etapa da análise foi realizada a partir dos questionários de *feedback* preenchidos pelos estudantes (alunos cursistas) do projeto Espaço 4.0 no último dia de cada curso (vide Apêndice B), entre maio de 2022 e maio de 2023, com o objetivo de analisar a autoavaliação dos estudantes em relação ao seu aprendizado nos Espaços 4.0. Esses questionários incluíam tanto questões objetivas quanto discursivas, além de espaços para comentários e sugestões, permitindo de avaliar a satisfação dos estudantes, o desenvolvimento de habilidades ao longo do curso e o impacto das experiências vivenciadas. Essa análise centrou-se na questão 22- Elogios / Sugestões / Críticas / Observações, que contou com 441 respostas válidas.

A metodologia qualitativa seguiu o modelo de Codificação por Ciclos de Saldaña (2013), com suporte do software ATLAS.ti, que foi fundamental para organizar e analisar os dados, segmentando os textos, atribuindo códigos e gerando mapas e redes de códigos. Antes do primeiro ciclo de codificação, foi realizada uma pré-codificação para destacar palavras e frases-chave, que ajudaram na construção das categorias e na formulação de perguntas analíticas, fornecendo uma base teórica para a análise.

No primeiro ciclo, foram aplicadas a Codificação Descritiva e a Codificação de Valores. A Codificação Descritiva organizou as informações de maneira objetiva, enquanto a Codificação de Valores explorou as crenças e atitudes dos estudantes. Durante o ciclo de transição, o Mapeamento por Códigos agrupou os códigos em categorias mais amplas, revelando padrões nos dados. No segundo ciclo, a

Codificação Axial aprofundou as relações entre categorias, destacando interações de causa e efeito. Essa abordagem multifacetada, combinada com o uso do ATLAS.ti, integrou aspectos objetivos e subjetivos das percepções dos estudantes sobre seu aprendizado nos Espaços 4.0.

Na Figura 32, são apresentadas as diversas possibilidades de codificação descritas por Saldaña (2013), as quais oferecem ao pesquisador a flexibilidade necessária para adaptar as estratégias de codificação, ampliando a criatividade e a eficácia na análise qualitativa.

A contribuição de Saldaña (2013) é significativa por introduzir dois ciclos de codificação que abrangem 34 diferentes possibilidades de composição de códigos. A codificação, vista como "um processo intermediário entre a geração dos dados e sua análise aprofundada", tem o objetivo de "aprimorar os resultados obtidos e proporcionar maior profundidade interpretativa" (Saldaña, 2013, p. 5).

Figura 32 - Ciclos de Codificação de Saldaña

Primeiro ciclo de codificação		
Método Gramatical	Método Elementar	Método Afetivo
Codificação por atributo Codificação por magnitude Subcodificação Codificação simultânea	Codificação estrutural Codificação descritiva Codificação literal Codificação de processo Codificação inicial	Codificação de emoções Codificação de valores Codificação de versos Codificação de avaliação
Método literário e de linguagem	Método exploratório	Método procedimental
Codificação dramática Codificação de motivo Codificação de narrativa Codificação de diálogos	Codificação holística Codificação provisória Codificação de hipóteses	Codificação de protocolos Esboço de materiais culturais Codificação de domínios e taxionomias Codificação de causalidade
CICLO DE TRANSIÇÃO ENTRE O PRIMEIRO E O SEGUNDO Codificação eclética Mapeamento de Códigos Código <i>Landscaping</i> Diagrama de modelo operacional		
SEGUNDO CICLO DE CODIFICAÇÃO		
Codificação de padrões Codificação focada Codificação axial Codificação teórica Codificação elaborativa Codificação longitudinal		

Fonte: (Bley; Carvalho, 2019)

A utilização do modelo de codificação de Saldaña (2013) permitiu uma análise qualitativa robusta e detalhada, capaz de captar tanto os aspectos objetivos quanto subjetivos das percepções dos estudantes sobre o aprendizado nos Espaços 4.0. Essa abordagem revelou padrões e interações significativas nos dados, fornecendo uma compreensão mais profunda das experiências educacionais relatadas.

9.5.1. Primeiro ciclo

No primeiro ciclo de codificação, utilizamos o Método Elementar, uma abordagem básica e eficaz para organizar e interpretar os dados qualitativos iniciais. Nesse método, aplicou-se a Codificação Descritiva, especialmente adequada ao formato padronizado e semiestruturado dos questionários de feedback, permitindo a identificação e categorização objetiva de tópicos relevantes (Saldaña, 2013).

Além disso, a Codificação de Valores foi implementada para identificar aspectos subjetivos das respostas, como atitudes e crenças dos participantes, o que complementou a codificação descritiva. A Figura 33 mostra os principais códigos gerados, com suas respectivas magnitudes e grupos.

Figura 33 - Primeiro ciclo de codificação – ATLAS.ti

Nome	Magnitude	Densidade	Grupos
◆ Appreciação dos Métodos de Ensino	63	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Críticas à Metodologia de Ensino	9	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Desejo de Continuidade	40	0	[Codificação de Valores - Estudantes]
◆ Desejo por Mais Atividades Maker	7	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Duração Insuficiente do Curso	37	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Edutretenimento	24	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Elogios aos Instrutores e Monitores	123	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Equipamentos e Recursos Limitados	10	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Espaço Maker Agradável para o Aprendizado	44	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Feedback Positivo	293	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Gratidão	60	0	[Codificação de Valores - Estudantes]
◆ Interação com Colegas	28	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Problemas de Transporte	4	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Questões com Infraestrutura	10	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Sugestão de Novos Cursos	18	0	[Codificação Descritiva - Estudantes]
◆ Valor da Experiência Maker	48	0	[Codificação de Valores - Estudantes]
◆ Valorização do Ensino Tecnológico	15	0	[Codificação de Valores - Estudantes]

Fonte: O autor (2024).

A Tabela 17 apresenta os códigos gerados no primeiro ciclo, as perguntas norteadoras associadas, a intenção de cada código e o número de segmentos relacionados.

Tabela 17 - Códigos gerados no primeiro ciclo

Código	Pergunta Norteadora	Intenção do Código	Segmentos
Apreciação dos Métodos de Ensino	Como os estudantes avaliam a metodologia de ensino utilizada durante o curso?	Identificar a percepção dos estudantes sobre os métodos de ensino empregados	63
Críticas à Metodologia de Ensino	Quais aspectos negativos os estudantes identificam na metodologia de ensino?	Analisar as críticas e sugestões de melhoria relacionadas à metodologia de ensino	9
Desejo de Continuidade	Os estudantes demonstram interesse em continuar os estudos ou se aprofundar no tema?	Verificar o interesse dos estudantes em continuar aprendendo após o término do curso	40
Desejo por Mais Atividades <i>Maker</i>	Quais atividades <i>Maker</i> adicionais os estudantes gostariam de ter no curso?	Identificar a demanda dos estudantes por mais atividades práticas no formato <i>Maker</i>	7
Duração Insuficiente do Curso	A duração do curso foi suficiente para o aprendizado dos estudantes?	Avaliar se o tempo destinado ao curso foi considerado suficiente ou insuficiente	37
Elogios aos Instrutores e Monitores	Qual foi a percepção dos estudantes em relação aos instrutores e monitores?	Analisar os elogios referentes à atuação dos instrutores e monitores durante o curso	123

Edutretenimento ¹⁴	As aulas conseguiram combinar entretenimento e Educação de forma eficaz?	Identificar se o processo de ensino foi considerado divertido e educativo ao mesmo tempo	24
Equipamentos e Recursos Limitados	O espaço ofereceu equipamentos e recursos adequados para as atividades do curso?	Verificar se os equipamentos e recursos foram suficientes para o aprendizado	10
<i>Espaço Maker</i> Agradável para o Aprendizado	Como os estudantes avaliaram o ambiente físico do <i>Espaço Maker</i> ?	Avaliar a percepção dos estudantes sobre o ambiente de aprendizagem físico do <i>Espaço Maker</i>	44
<i>Feedback</i> Positivo	Quais aspectos do curso os estudantes mais elogiaram?	Identificar os pontos de destaque mencionados positivamente pelos estudantes	293
Gratidão	Os estudantes expressaram gratidão pela oportunidade do curso e aprendizado?	Analisar as manifestações de gratidão expressas pelos estudantes	60
Interação com Colegas	Como ocorreu a interação entre os estudantes durante o curso?	Avaliar o nível e a qualidade de interação entre os estudantes	28
Problemas de Transporte	Os estudantes enfrentaram dificuldades com transporte para chegar ao espaço?	Identificar problemas logísticos enfrentados pelos estudantes em relação ao transporte	4

¹⁴ O *Edutretenimento* (ou *Edutainment*, em inglês) é um termo que combina as palavras Educação e entretenimento, referindo-se a uma abordagem pedagógica que utiliza elementos de entretenimento, como jogos, vídeos, e atividades lúdicas, para tornar o processo de aprendizagem mais envolvente e agradável. O objetivo é facilitar a aquisição de conhecimento e habilidades por meio de experiências interativas e divertidas, promovendo maior motivação e engajamento dos estudantes durante o processo educacional.

Questões com Infraestrutura	Houve problemas com a infraestrutura do espaço que afetaram o aprendizado?	Verificar se houve dificuldades de infraestrutura relatadas pelos estudantes	18
Sugestão de Novos Cursos	Quais cursos adicionais os estudantes sugeriram?	Identificar sugestões dos estudantes para novos cursos a serem oferecidos	10
Valor da Experiência <i>Maker</i>	Os estudantes perceberam a experiência <i>Maker</i> como valiosa para o aprendizado?	Analisar a valorização dos estudantes sobre a experiência <i>Maker</i> oferecida	48
Valorização do Ensino Tecnológico	Como os estudantes percebem a importância do ensino tecnológico no curso?	Avaliar a percepção dos estudantes sobre a relevância do ensino tecnológico	15

Fonte: O autor (2024)

Os resultados obtidos a partir do primeiro ciclo de codificação revelam detalhes importantes sobre a percepção dos estudantes em relação ao aprendizado nos Espaços 4.0. A análise qualitativa, fundamentada nos métodos de Codificação Descritiva e de Valores propostos por Saldaña (2013), permitiu identificar tanto aspectos positivos quanto áreas de melhoria no programa educacional oferecido.

O elevado número de segmentos associados aos códigos "Feedback Positivo" (293 segmentos) e "Elogios aos Instrutores e Monitores" (123 segmentos) indica uma percepção favorável dos estudantes em relação ao curso e à atuação dos educadores. No entanto, é necessário destacar que a satisfação relatada não necessariamente reflete a qualidade do ensino em termos de resultados. A análise dos dados sugere que os métodos de ensino empregados contribuíram para o engajamento e a motivação dos alunos, mas a eficácia dessas abordagens deve ser avaliada principalmente pelo impacto no desenvolvimento de competências. A presença de segmentos relacionados à "Apreciação dos Métodos de Ensino" (63 segmentos) reforça a necessidade de investigar como essas práticas pedagógicas influenciaram o aprendizado efetivo e as habilidades adquiridas pelos estudantes.

A expressão de "Gratidão" por parte dos estudantes, evidenciada em 60 segmentos, reflete o impacto significativo que a participação no curso teve em suas

trajetórias educacionais. Esse sentimento está alinhado com o "Desejo de Continuidade" (40 segmentos), indicando que os estudantes não apenas valorizaram a experiência, mas também estão interessados em aprofundar seus conhecimentos e habilidades nas áreas abordadas. A valorização da "Experiência *Maker*" (48 segmentos) e do "Ensino Tecnológico" (15 segmentos) destaca a relevância dessas práticas para o desenvolvimento pessoal e profissional dos participantes.

Por outro lado, a análise também aponta desafios e oportunidades de melhoria. A "Duração Insuficiente do Curso", mencionada em 37 segmentos, sugere que os estudantes perceberam a necessidade de mais tempo para consolidar o aprendizado e explorar os conteúdos em maior profundidade. Essa observação pode estar diretamente relacionada à qualidade do curso e ao quanto ele conseguiu entregar em termos de conteúdo e resultados esperados. A percepção de insuficiência de tempo foi complementada pelo "Desejo por Mais Atividades *Maker*" (7 segmentos), reforçando a importância de práticas mais extensivas e diversificadas para atender às expectativas dos estudantes.

Além disso, as "Críticas à Metodologia de Ensino" (9 segmentos) indicam aspectos específicos que geraram insatisfação. Essas críticas variaram desde questões relacionadas à clareza na apresentação dos conteúdos até dificuldades com a organização das atividades práticas, evidenciando a necessidade de um refinamento nas estratégias pedagógicas. Esses pontos sugerem que ajustes na estrutura e na abordagem metodológica poderiam contribuir significativamente para uma experiência educacional mais completa e alinhada às necessidades dos estudantes.

Questões relacionadas à infraestrutura também emergiram como pontos de atenção. Embora o "*Espaço Maker Agradável para o Aprendizado*" tenha sido reconhecido positivamente em 44 segmentos, a menção a "Equipamentos e Recursos Limitados" (10 segmentos) e "Questões com Infraestrutura" (18 segmentos) sinaliza que há limitações que podem comprometer a eficácia das atividades propostas. Tais limitações podem impactar a capacidade dos estudantes de aplicar conceitos teóricos na prática, um elemento central na filosofia dos Espaços 4.0.

A "Interação com Colegas", destacada em 28 segmentos, indica que as dinâmicas colaborativas foram valorizadas pelos estudantes, contribuindo para um ambiente de aprendizagem mais rico e diversificado. No entanto, "Problemas de Transporte" (4 segmentos) foram identificados como barreiras que podem afetar a

participação e o engajamento dos alunos, especialmente aqueles provenientes de regiões mais distantes ou com menor acesso a meios de transporte adequados.

Os resultados revelam uma percepção majoritariamente positiva dos estudantes em relação ao seu aprendizado nos Espaços 4.0, destacando a eficácia dos instrutores, a relevância das metodologias de ensino e o valor das experiências práticas proporcionadas. Ao mesmo tempo, identificam-se áreas que requerem atenção, como a adequação da duração dos cursos, melhorias na infraestrutura e a necessidade de ampliar as atividades práticas para atender às expectativas dos alunos.

Essas descobertas oferecem elementos relevantes para o aprimoramento contínuo dos programas oferecidos nos Espaços 4.0. A incorporação das sugestões e críticas construtivas dos estudantes pode contribuir para a elaboração de currículos mais robustos, metodologias mais alinhadas com as necessidades dos aprendizes e ambientes de aprendizagem mais inclusivos e bem equipados. Além disso, ao atender ao "Desejo de Continuidade" expressado pelos alunos, é possível fomentar uma cultura de aprendizado permanente.

A análise evidencia não apenas os sucessos do projeto, mas também enfatiza a importância de uma abordagem reflexiva e responsiva na Educação tecnológica. Ao compreender e incorporar as vozes dos estudantes, os Espaços 4.0 podem consolidar-se como ambientes inovadores e eficazes, capazes de promover transformações significativas na formação educacional e profissional dos participantes.

A Tabela 18 apresenta a metodologia de codificação aplicada na etapa inicial, detalhando as etapas seguidas e os códigos iniciais identificados com base na literatura.

Tabela 18 - Metodologia de Codificação da etapa 1 - Estudantes

Etapas	Codificação Inicial (lista inicial de códigos, com base na literatura)
Leitura e Pré-codificação	Identificação de palavras e frases-chave nos questionários de <i>feedback</i> , destacando termos relevantes relacionados ao aprendizado, metodologias de ensino e infraestrutura.

Desenvolvimento da Lista Inicial de Códigos	Elaboração de uma lista de códigos preliminares fundamentada na literatura sobre Educação tecnológica, <i>Espaços Maker</i> e metodologias ativas de aprendizagem.
Aplicação da Codificação Descritiva	Classificação das informações em categorias objetivas, como Elogios aos Instrutores e Monitores, Duração Insuficiente do Curso, Problemas de Transporte, entre outros, refletindo diretamente as experiências dos estudantes.
Aplicação da Codificação de Valores	Identificação de crenças, atitudes e percepções emocionais dos estudantes, como Gratidão, Desejo de Continuidade, Valor da Experiência <i>Maker</i> e Valorização do Ensino Tecnológico.
Utilização do ATLAS.ti para Organização e Análise	Segmentação dos textos das respostas, atribuição dos códigos iniciais e análise das conexões entre os temas identificados, facilitando a visualização de padrões emergentes nos dados.
Geração de Mapas e Redes de Códigos	Criação de representações visuais das inter-relações entre os códigos, utilizando mapas e redes gerados no ATLAS.ti, para apoiar a interpretação dos resultados e a identificação de contribuições relevantes.

Fonte: O autor (2024)

A análise qualitativa das 441 respostas válidas fornecidas pelos estudantes na questão 22 dos questionários de *feedback* evidenciou que a autoavaliação dos participantes sobre seu aprendizado nos Espaços 4.0 está intimamente ligada às metodologias de ensino empregadas e às condições do ambiente educacional. Os estudantes expressaram, em sua maioria, uma percepção positiva em relação aos instrutores e às abordagens pedagógicas adotadas, destacando a eficácia dos métodos de ensino e o impacto positivo na sua experiência de aprendizagem.

Entretanto, foram apontadas também limitações relacionadas à infraestrutura e à duração dos cursos. Questões como a insuficiência de equipamentos e recursos, bem como problemas de infraestrutura, foram mencionadas como obstáculos que podem comprometer a efetividade das atividades propostas. A duração insuficiente do curso foi ressaltada por alguns estudantes, indicando uma demanda por períodos mais longos que permitam uma exploração mais aprofundada dos conteúdos e das atividades práticas.

A valorização do aprendizado *Maker* e do ensino tecnológico emergiu como um aspecto significativo nas percepções dos estudantes. Eles reconheceram o valor da

experiência prática e inovadora proporcionada pelos Espaços 4.0, expressando gratidão pela oportunidade de participar dos cursos e demonstrando interesse em continuar seus estudos na área. As interações com colegas e o ambiente colaborativo também foram destacados como fatores-chaves do processo de aprendizagem.

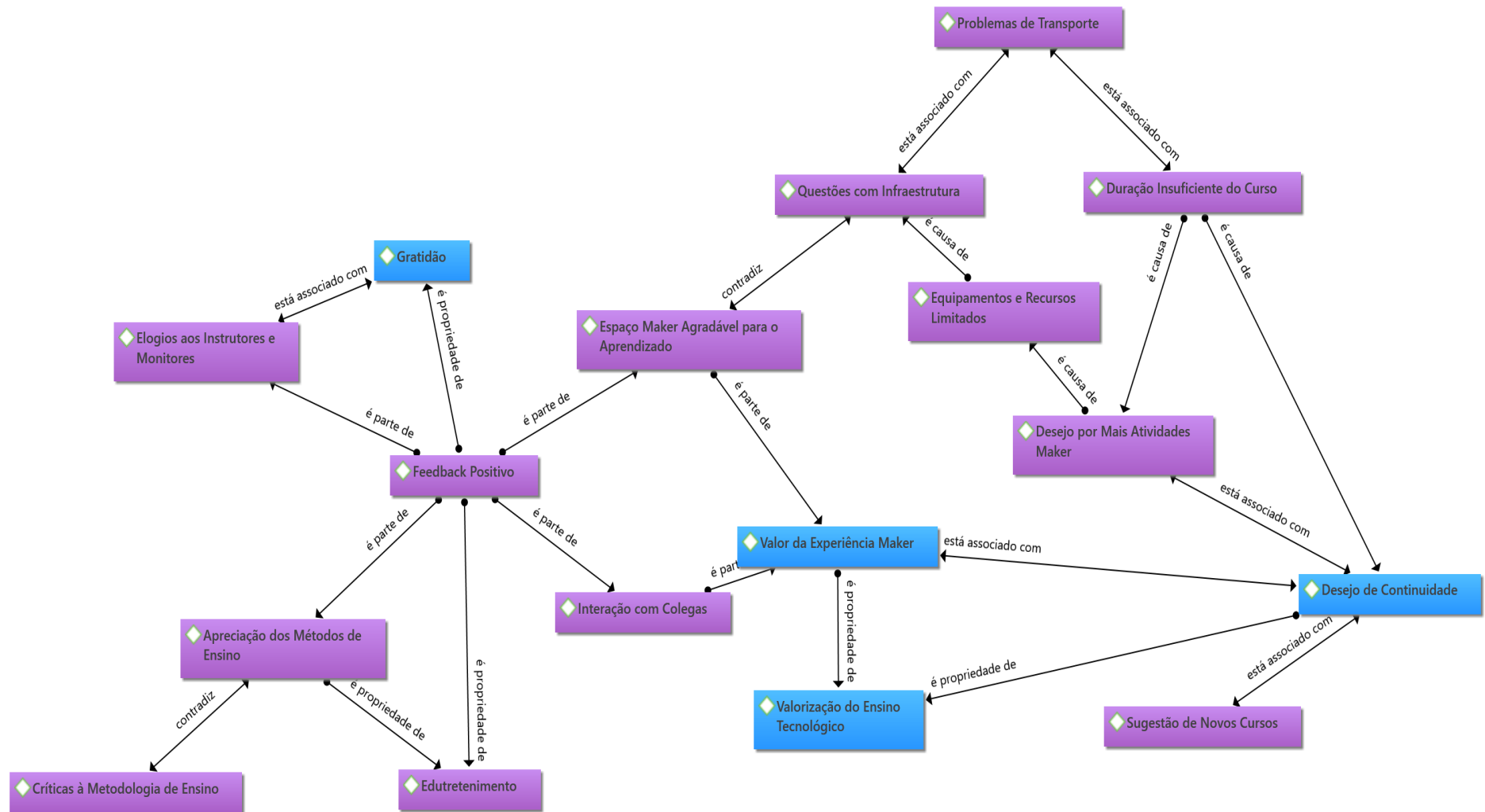
O uso do software ATLAS.ti foi eficaz na análise qualitativa, organizando sistematicamente os dados e facilitando a identificação de padrões e temas nas respostas dos estudantes. A combinação dos métodos de codificação descritiva e de valores proporcionou uma visão abrangente das autoavaliações, abrangendo aspectos objetivos e subjetivos. A análise mostrou que, embora os estudantes valorizem a qualidade do ensino e das experiências práticas, há áreas que precisam de melhorias. A abordagem reflexiva às sugestões dos estudantes é muito relevante para o aprimoramento contínuo dos programas nos Espaços 4.0, garantindo sua inovação e eficácia no aprendizado *Maker*.

9.5.2. Ciclo de transição

Na transição para o segundo ciclo, utilizou-se a técnica de Mapeamento de Códigos para organizar e visualizar as inter-relações entre os códigos identificados no primeiro ciclo. Essa abordagem permitiu identificar padrões mais amplos e abstratos, facilitando o refinamento da análise (Saldaña, 2013). O diagrama de redes apresentado na Figura 34 representa graficamente as conexões entre os códigos emergentes.

O diagrama revelou de forma clara as interdependências e sobreposições entre os códigos descritivos e os códigos de valores, permitindo uma compreensão mais profunda das dinâmicas que permeiam as experiências dos participantes nos Espaços 4.0. Um exemplo evidente foi a relação direta entre o código "Desejo de Continuidade" e outros fatores como "Duração Insuficiente do Curso" e "Desejo por Mais Atividades *Maker*", sugerindo que a experiência positiva despertou nos alunos o interesse em ampliar o tempo de participação e a quantidade de atividades práticas. Da mesma forma, "Gratidão" e "Elogios aos Instrutores" foram fortemente associados a "Feedback Positivo" e "Valorização da Experiência *Maker*", demonstrando que o papel do corpo docente e dos monitores foi essencial para o engajamento e satisfação dos estudantes.

Figura 34 - Rede dos Estudantes do Primeiro Ciclo de Codificação de Saldaña



Fonte: O autor (2024)

Outro ponto relevante identificado no diagrama da Figura 34 foi a evidência de relações causais, indicando que problemas estruturais, como "Equipamentos e Recursos Limitados" e "Questões com Infraestrutura", exerceram impacto direto sobre a "Duração Insuficiente do Curso", reforçando a percepção de que a ampliação do acesso a recursos pode atender melhor às expectativas dos participantes. Essa análise revelou que, em muitos casos, as limitações percebidas durante o curso não estavam relacionadas à metodologia ou ao conteúdo, mas sim a fatores logísticos e estruturais que dificultaram a execução plena das atividades.

A partir dessas associações (Figura 34), os códigos foram agrupados de maneira orgânica em padrões mais amplos, como "Melhoria na Estrutura do Curso", "Valorização da Experiência *Maker*" e "Reconhecimento e Valorização dos Instrutores". Essa organização foi substancial para preparar o terreno para o segundo ciclo de codificação, permitindo um refinamento progressivo da análise e contribuindo para o desenvolvimento de estratégias que possam consolidar e expandir os impactos positivos do projeto.

9.5.3. Segundo ciclo

No segundo ciclo, deu-se continuidade com o Mapeamento de Códigos, em que o conjunto completo de códigos é reorganizado em uma lista selecionada de categorias, sendo posteriormente condensado em temas ou conceitos centrais do estudo (Saldaña, 2013). O Mapeamento de Código também serve como parte do processo de auditoria para um estudo de pesquisa. Ele documenta como uma lista de códigos é classificada, recategorizada e conceituada ao longo do percurso analítico, proporciona uma visão textual densa do estudo e, potencialmente, transforma seus códigos primários em categorias organizadas (Saldaña, 2013). Na Tabela 19, é apresentada a reorganização dos códigos primários.

Tabela 19 - Códigos ajustados no segundo ciclo de codificação

Grupos de Códigos	Códigos Primários (Ciclo 1)
Desejo de Continuidade (Magnitude 65)	Desejo de Continuidade (40), Sugestão de Novos Cursos (18), Desejo por Mais Atividades <i>Maker</i> (7)
Interação e Colaboração (Magnitude - 62)	Interação com Colegas (28), Edutretenimento (24)

Questões de Estrutura (Magnitude - 114)	<i>Espaço Maker</i> Agradável para o Aprendizado (44), Duração Insuficiente do Curso (37), Questões com Infraestrutura (10), Equipamentos e Recursos Limitados (10), Críticas à Metodologia de Ensino (9), Problemas de Transporte (4)
Reconhecimento e Valorização (Magnitude - 539)	Elogios aos Instrutores (123), <i>Feedback</i> Positivo (293), Gratidão (60), Apreciação dos Métodos de Ensino (63)
Experiência <i>Maker</i> (Magnitude - 63)	Valorização do Ensino Tecnológico (15), Valor da Experiência <i>Maker</i> (48)

Fonte: O autor (2024)

A Tabela 19 ilustra como os códigos foram agrupados em padrões maiores, representando categorias mais amplas que sintetizam os temas emergentes dos dados qualitativos. Por exemplo, os códigos "Elogios aos Instrutores", "*Feedback* Positivo" e "Gratidão" foram reunidos sob o padrão "Reconhecimento e Valorização dos Instrutores", pois refletem uma percepção positiva em relação aos educadores e monitores.

De forma semelhante, códigos que indicam críticas à infraestrutura ou à duração dos cursos, como "Duração Insuficiente do Curso", "Problemas de Transporte", "Questões com Infraestrutura" e "Equipamentos e Recursos Limitados", foram organizados no padrão "Melhoria na Estrutura do Curso". Esse padrão sintetiza as preocupações dos estudantes quanto à organização e recursos disponíveis no Espaço 4.0.

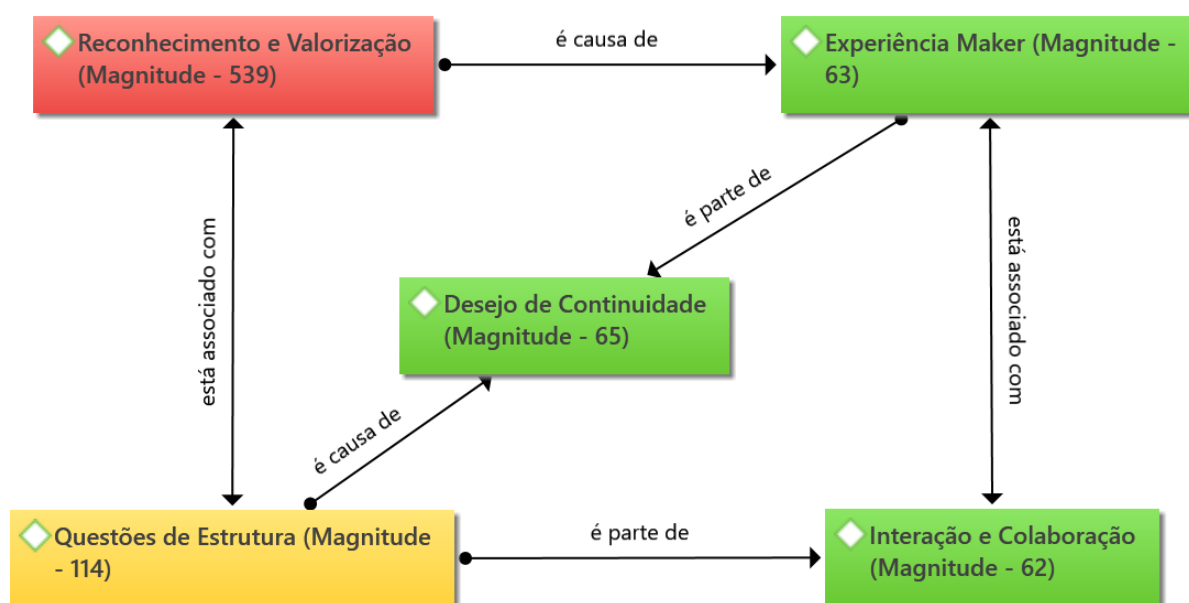
Outros padrões, como "Valorização da Experiência *Maker*" e "Desejo de Continuidade", agregam percepções sobre o valor das práticas *Maker*, o interesse dos estudantes em continuar aprendendo após o curso, e sugestões de novos cursos. Já o padrão "Interação e Colaboração" inclui códigos como "Interação com Colegas" e "Edutretenimento", que refletem dinâmicas colaborativas e o equilíbrio entre entretenimento e aprendizado.

Em seguida, foi aplicada a Codificação Axial, com o objetivo de explorar as inter-relações entre os padrões e categorias. Essa técnica permitiu identificar as conexões de causa e efeito nos dados, destacando como diferentes fatores influenciam a experiência dos estudantes nos Espaços 4.0. A codificação axial focou em compreender como padrões específicos, como "Melhoria na Estrutura do Curso" e "Desejo de Continuidade", estavam interligados, revelando a influência de aspectos estruturais na percepção dos alunos.

A Figura 35 apresenta o diagrama de redes gerado a partir da codificação axial, visualizando as relações entre os padrões. Um exemplo claro dessas inter-relações é a conexão entre "Reconhecimento e Valorização dos Instrutores" e "Valorização da Experiência *Maker*", evidenciando que a percepção positiva dos instrutores reforçava a apreciação dos alunos pelas práticas *Maker*. Outro exemplo relevante foi a ligação entre "Melhoria na Estrutura" e "Desejo de Continuidade", mostrando que problemas como infraestrutura inadequada e curta duração dos cursos impactavam negativamente o desejo dos estudantes de continuar aprendendo.

A partir do diagrama da Figura 35 e da Tabela 19, com as magnitudes associadas a cada grupo de códigos, realizou-se uma análise mais precisa das inter-relações entre os principais temas que emergiram da análise qualitativa.

Figura 35 - Diagrama de Redes do Ciclo 2 criado no Atlas ti



Fonte: O autor (2024)

A maior magnitude observada na Figura 35 é no grupo "Reconhecimento e Valorização" (magnitude 539), o que evidencia a importância significativa que os estudantes atribuíram ao trabalho dos instrutores e monitores. Códigos como "Elogios aos Instrutores" e "Feedback Positivo" demonstram que a qualidade da mediação pedagógica teve um papel relevante no sucesso das atividades dos Espaços 4.0. Essa magnitude mais alta reflete diretamente a satisfação e engajamento dos alunos.

Por outro lado, as "Questões de Estrutura" (magnitude 114), como "Duração Insuficiente do Curso" e "Questões com Infraestrutura", revelam os maiores desafios enfrentados pelos estudantes. Problemas estruturais como esses impactam diretamente o "Desejo de Continuidade" (magnitude 65), indicando que a resolução dessas questões é fundamental para garantir que os alunos mantenham o interesse em prosseguir com os cursos.

O grupo "Interação e Colaboração" (magnitude 62) também apresenta relevância, mostrando que as dinâmicas colaborativas, como "Interação com Colegas" e o "Eduretenimento", são fatores associados ao envolvimento contínuo dos estudantes. A interação social nas atividades educacionais contribuiu significativamente para o engajamento e satisfação.

Finalmente, o grupo "Experiência *Maker*" (magnitude 63) destaca que os estudantes reconhecem o valor das práticas inovadoras e tecnológicas nos Espaços 4.0. A "Valorização do Ensino Tecnológico" e o "Valor da Experiência *Maker*" evidenciam como essas práticas são vistas como diferenciais importantes para o desenvolvimento das habilidades técnicas e a aprendizagem prática.

As magnitudes revelam as áreas com maior impacto, tanto positivas quanto desafiadoras, e demonstram como esses fatores se interconectam, influenciando a experiência educacional nos Espaços 4.0.

Com as conexões mapeadas, realizamos uma análise mais profunda e detalhada das relações entre os padrões emergentes entre os conceitos. As inferências que emergiram do segundo ciclo de codificação estão apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20 - Inferências ocorridas no segundo ciclo de codificação

Grupo do Código	Código	Inferências
Desejo de Continuidade	Desejo de Continuidade	Os estudantes expressam desejo de continuar o aprendizado, mas apontam limitações estruturais e metodológicas que afetam a motivação para se aprofundar nos estudos.
	Sugestão de Novos Cursos	Há uma demanda por novos cursos que abordem temas mais avançados ou complementares às atividades realizadas nos Espaços 4.0.

	Desejo por Mais Atividades <i>Maker</i>	Os alunos expressam necessidade de mais atividades práticas, evidenciando a importância das práticas <i>Maker</i> no processo de aprendizado e desenvolvimento de habilidades.
Interação e Colaboração	Interação e Colaboração	A colaboração entre os colegas de curso é vista como fundamental para o sucesso das atividades e para o desenvolvimento de habilidades sociais e de trabalho em grupo.
	Interação com Colegas	A interação com colegas favorece o aprendizado e a colaboração, criando um ambiente de trocas e compartilhamento de experiências que enriquece o processo educacional.
	Eduentretenimento	A combinação de entretenimento e Educação nas atividades <i>Maker</i> gera maior engajamento dos estudantes, tornando o aprendizado mais agradável e eficaz.
Melhoria na Estrutura do Curso	Duração Insuficiente do Curso	A curta duração dos cursos é percebida como insuficiente para o pleno desenvolvimento dos conteúdos, limitando a profundidade do aprendizado dos estudantes.
	Problemas de Transporte	As dificuldades com transporte impactam negativamente a participação dos estudantes, principalmente aqueles que residem longe ou em áreas com menos acesso.
	Questões com Infraestrutura	A infraestrutura inadequada dos Espaços 4.0, como a falta de equipamentos e recursos, é um obstáculo para a realização plena das atividades práticas propostas.
	Equipamentos e Recursos Limitados	A ausência de equipamentos adequados afeta diretamente a qualidade das atividades práticas e, consequentemente, a satisfação e o aprendizado dos estudantes.
	Críticas à Metodologia de Ensino	Algumas críticas à metodologia utilizada sugerem que ajustes na abordagem pedagógica podem melhorar a experiência educacional e aumentar a eficácia do ensino.
Reconhecimento e Valorização dos Instrutores	Elogios aos Instrutores	O reconhecimento e a valorização dos instrutores reforçam o papel primordial desses mediadores no sucesso das

		atividades e na motivação dos estudantes.
	<i>Feedback</i> Positivo	O <i>feedback</i> positivo recebido reflete a eficácia da condução das atividades e a qualidade do suporte fornecido pelos instrutores durante as aulas práticas.
	Gratidão	A gratidão dos alunos destaca o impacto positivo que a formação nos Espaços 4.0 teve em seu desenvolvimento, mesmo com as limitações estruturais observadas.
	Apreciação dos Métodos de Ensino	A valorização dos métodos de ensino empregados nas atividades <i>Maker</i> indica que as abordagens práticas e inovadoras são bem recebidas pelos estudantes.
Valorização da Experiência <i>Maker</i>	Valorização do Ensino Tecnológico	Os alunos reconhecem o valor do ensino tecnológico no desenvolvimento de suas habilidades técnicas, demonstrando a importância das práticas inovadoras nos cursos.
	Valor da Experiência <i>Maker</i>	A experiência <i>Maker</i> é amplamente valorizada pelos estudantes, sendo considerada um diferencial importante para seu aprendizado e formação prática.

Fonte: O autor (2024)

A análise do segundo ciclo de codificação traz muitas contribuições sobre as percepções dos estudantes em relação ao seu aprendizado nos Espaços 4.0. Os resultados destacam tanto os pontos fortes quanto os desafios enfrentados no programa educacional.

Os estudantes expressam um claro desejo de continuidade, evidenciando que o curso despertou neles uma motivação significativa para prosseguir com os estudos. A demanda por novos cursos e mais atividades *Maker* indica que o programa atual não atende plenamente às expectativas em termos de profundidade e variedade de conteúdos práticos. Isso sugere a necessidade de expandir o currículo e oferecer oportunidades adicionais que permitam aos alunos aprofundarem seus conhecimentos e habilidades.

A interação e colaboração emergem como elementos centrais na experiência educacional dos estudantes. A valorização das dinâmicas colaborativas e do edutretenimento reforça a eficácia das metodologias ativas e participativas. Os estudantes reconhecem que essas abordagens não apenas tornam o aprendizado mais envolvente, mas também facilitam a assimilação dos conteúdos. Portanto, é recomendável manter e potencializar essas práticas pedagógicas para aprimorar ainda mais o engajamento dos alunos.

Por outro lado, os estudantes apontam para a necessidade de melhoria na estrutura do curso. As limitações identificadas, como a duração insuficiente, problemas de transporte, questões com infraestrutura e equipamentos limitados, impactam negativamente a qualidade do aprendizado. As críticas à metodologia de ensino indicam que ajustes são necessários para tornar o programa mais eficaz e alinhado às necessidades dos alunos. A resolução dessas questões é importante para criar um ambiente de aprendizagem propício e estimular a continuidade dos estudos.

O reconhecimento e valorização dos instrutores são destacados de forma significativa. Os elogios e a gratidão expressos pelos estudantes demonstram que os instrutores desempenham um papel substancial no sucesso do programa. A qualidade das metodologias de ensino empregadas e o suporte oferecido pelos educadores contribuem positivamente para a motivação e o engajamento dos alunos. É fundamental manter esse alto padrão de excelência e investir no desenvolvimento contínuo dos instrutores.

A valorização da experiência *Maker* reflete a importância das práticas inovadoras e do ensino tecnológico no contexto educacional contemporâneo. Os estudantes reconhecem que a experiência prática contribui de maneira significativa para o desenvolvimento de habilidades técnicas e criativas. Isso reforça a necessidade de investir em recursos, infraestrutura e formação que suportem e ampliem as atividades *Maker*, garantindo que todos os alunos tenham acesso a essas oportunidades de aprendizado.

A análise evidencia que, apesar do êxito do programa dos Espaços 4.0 em aspectos como a promoção de autonomia, criatividade e habilidades colaborativas e técnicas, desafios persistem e requerem atenção. As percepções dos estudantes indicam que ajustes relacionados à duração dos cursos, à diversificação das atividades *Maker* e à infraestrutura disponível podem contribuir para melhorar ainda mais a qualidade da experiência educacional oferecida. Essa análise também destaca

o potencial transformador desses espaços, especialmente em contextos de desigualdade socioeconômica, ao proporcionar acesso a tecnologias e metodologias inovadoras que fomentam o aprendizado ativo e inclusivo.

9.5.4. Conclusões da análise

A análise qualitativa dos *feedbacks* dos estudantes participantes do projeto Espaço 4.0 (Apêndice C) trouxe informações muito relevantes sobre suas percepções e experiências em relação ao aprendizado, às metodologias de ensino e às condições estruturais do ambiente educacional. A aplicação dos ciclos de codificação de Saldaña, apoiada pelo software ATLAS.ti, permitiu uma compreensão aprofundada dos aspectos que influenciam positivamente e negativamente a experiência educacional nesses espaços.

Os resultados revelam que os estudantes valorizam significativamente a experiência *Maker* e o ensino tecnológico proporcionados pelos Espaços 4.0. A valorização da experiência *Maker* emergiu como um tema central, indicando que a abordagem prática e inovadora é vista como um diferencial relevante para o desenvolvimento de habilidades técnicas e para o engajamento no processo de aprendizagem. A apreciação dos métodos de ensino utilizados e o reconhecimento e valorização dos instrutores e monitores reforçam a eficácia das estratégias pedagógicas adotadas, destacando o papel essencial desses profissionais na motivação e no suporte aos alunos.

Entretanto, a análise também destacou desafios significativos que impactam a qualidade da experiência educacional. Questões relacionadas à melhoria na estrutura do curso, como a duração insuficiente dos cursos, problemas de infraestrutura e limitações de equipamentos e recursos, foram apontadas como obstáculos que comprometem a profundidade do aprendizado e a satisfação dos estudantes. Essas limitações estruturais não apenas afetam a capacidade dos alunos de aplicar os conceitos teóricos na prática, mas também influenciam negativamente o desejo de continuidade expressado pelos participantes.

O desejo de continuidade manifestado pelos estudantes indica um interesse genuíno em prosseguir com o aprendizado e aprofundar os conhecimentos adquiridos. Porém, esse desejo é condicionado pelas limitações identificadas, sugerindo que melhorias na estrutura e nos recursos disponíveis poderiam potencializar a motivação

dos alunos em se engajarem em cursos futuros. A demanda por mais atividades práticas e novos cursos evidencia a necessidade de ampliar e diversificar as ofertas educacionais, alinhando-as às expectativas e interesses dos estudantes.

A interação e colaboração entre os estudantes foram destacadas como elementos fundamentais para o sucesso das atividades e para o enriquecimento do ambiente de aprendizagem. A combinação de entretenimento e Educação, referida como edutretenimento, contribuiu para um maior engajamento dos alunos, tornando o processo educacional mais agradável e eficaz. Essas dinâmicas colaborativas favorecem não apenas o desenvolvimento de habilidades técnicas, mas também de competências sociais e de trabalho em equipe, essenciais para o contexto profissional contemporâneo.

Em uma perspectiva crítica, é importante reconhecer que as limitações estruturais e metodológicas identificadas não são meros desafios operacionais, mas refletem questões mais amplas relacionadas ao planejamento e à gestão de iniciativas educacionais inovadoras. A sustentabilidade e a eficácia dos Espaços 4.0 dependem de um compromisso contínuo com a qualidade, envolvendo não apenas investimentos financeiros, mas também uma abordagem estratégica que priorize o aprimoramento constante dos recursos e metodologias empregadas.

A análise evidencia que os estudantes veem valor significativo nas oportunidades oferecidas pelos Espaços 4.0, especialmente no que tange ao desenvolvimento de habilidades práticas e tecnológicas. No entanto, para maximizar o impacto educacional e promover um engajamento duradouro, é fundamental que as limitações identificadas sejam abordadas de forma proativa. Investimentos na melhoria da infraestrutura, na extensão da duração dos cursos e na ampliação das atividades práticas podem contribuir substancialmente para a satisfação dos estudantes e para a eficácia dos programas oferecidos.

Além disso, a escuta ativa das vozes dos estudantes e a incorporação de suas sugestões e críticas são essenciais para o desenvolvimento contínuo dos Espaços 4.0. Ao valorizar o *feedback* dos participantes, a gestão do projeto pode alinhar as ofertas educacionais às necessidades reais dos alunos, promovendo uma cultura de aprendizado mais responsiva e centrada no estudante. Essa abordagem participativa não apenas fortalece a relação entre educadores e aprendizes, mas também contribui para a construção de um ambiente educacional mais inclusivo e adaptativo.

A análise qualitativa dos *feedbacks* dos estudantes apresenta um panorama

multifacetado, no qual percepções positivas sobre as experiências de aprendizagem coexistem com desafios relevantes que demandam atenção. Os Espaços 4.0 possuem um potencial transformador no contexto da Educação tecnológica e *Maker*, mas para que esse potencial seja plenamente realizado, é necessário enfrentar de forma integrada os obstáculos identificados. Ao adotar uma postura crítica e comprometida com a melhoria contínua, os gestores e educadores envolvidos no projeto podem promover mudanças substanciais que beneficiem não apenas os estudantes atuais, mas também as futuras gerações de aprendizes que participarão dessa iniciativa inovadora.

9.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada neste capítulo evidencia a influência substancial dos Espaços 4.0 na formação dos estudantes, tanto no desenvolvimento de habilidades técnicas quanto socioemocionais. A metodologia baseada no modelo TMI-E promove uma aprendizagem ativa, colaborativa e reflexiva, alinhada aos princípios do Construcionismo de Papert (1980). O uso de práticas *Maker* nos Espaços 4.0 facilita a criação de produtos tangíveis, permitindo que os estudantes não apenas aprendam novos conteúdos, mas também desenvolvam autonomia e criatividade ao refletirem sobre o que constroem, aproximando teoria e prática em um ciclo contínuo de aprendizagem (Martinez; Stager, 2019).

Os dados coletados evidenciam uma forte conexão com os ODS 4, 5 e 10:

- ODS 4 (Educação de Qualidade): A predominância de estudantes oriundos de instituições públicas e a equidade de acesso observada reforçam o compromisso com a inclusão educacional. A implementação de práticas pedagógicas inovadoras e o foco no desenvolvimento de habilidades técnicas relevantes atendem diretamente às metas relacionadas à qualidade e equidade na Educação, proporcionando oportunidades de aprendizado para jovens de contextos socioeconômicos diversos (Simielli; Moraes, 2022).
- ODS 5 (Igualdade de Gênero): A paridade de gênero alcançada nos Espaços 4.0, com 53% de participantes masculinos e 47% femininos, demonstra um esforço contínuo para promover a igualdade de gênero na Educação. Além disso, a inclusão de mulheres em atividades tecnológicas como Impressão 3D, Robótica e IoT representa uma contribuição significativa para romper barreiras

históricas e fomentar a participação feminina em áreas tradicionalmente dominadas por homens, alinhando-se à Meta 5.5 do ODS 5, que busca assegurar a plena participação das mulheres em todas as esferas (Khamis; Alves, 2018).

- ODS 10 (Redução de Desigualdades): A representatividade racial e a inclusão de jovens de baixa renda nos Espaços 4.0 reforçam os esforços para reduzir desigualdades socioeconômicas e promover a inclusão social. O projeto proporciona acesso a oportunidades educacionais e tecnológicas a grupos historicamente marginalizados, oferecendo um ambiente equitativo e democrático que contribui para a Meta 10.2, focada na inclusão social e econômica de todos (Khamis; Alves, 2018).

A infraestrutura dos Espaços 4.0 destacou-se como fator fundamental para o sucesso desse modelo educacional. A disponibilidade de ferramentas tecnológicas, como impressoras 3D, cortadoras a laser e kits de robótica, é fundamental para o desenvolvimento de atividades práticas e inovadoras. Blikstein (2013b) ressalta que a ausência de uma infraestrutura adequada compromete o potencial dos *Espaços Maker*, limitando a capacidade dos alunos de se engajarem plenamente em atividades criativas e experimentais. No contexto das instituições públicas brasileiras, onde os recursos são frequentemente escassos, é fundamental que as políticas públicas e os investimentos sejam estrategicamente direcionados para o fortalecimento desses ambientes educacionais (Ioannou; Gravel, 2024).

O papel do professor *Maker* vai além da simples transmissão de conhecimento, assumindo a função de facilitador. Martinez e Stager (2019) argumentam que o educador precisa adotar uma postura construcionista, promovendo a aprendizagem ativa e desafiando os estudantes a resolverem problemas reais de forma criativa. Flores (2016) reforça que o professor, ao atuar como mediador, deve incentivar os alunos a explorarem suas próprias ideias e projetos, promovendo um aprendizado mais profundo e significativo. Contudo, a formação contínua e o treinamento dos professores para lidar com as ferramentas e metodologias tecnológicas dos Espaços 4.0 ainda constituem um desafio considerável no contexto educacional brasileiro.

As análises dos cenários "Pensar", "Fazer", "Melhorar" e "Explorar" revelaram evoluções significativas nas percepções e habilidades dos estudantes:

- Cenário 1 "Pensar" – Desenvolvimento de Autonomia e Criatividade: houve uma valorização crescente do aprendizado *Maker* com características ativas e

colaborativas. Os estudantes desenvolveram habilidades de pensamento crítico e passaram a reconhecer a importância do trabalho em equipe. No entanto, a influência significativa da localidade sugere a necessidade de adaptar a implementação das metodologias às especificidades de cada campus.

- Cenário 2 "Fazer" – Aprimoramento de Habilidades Técnicas e Colaborativas: observou-se um avanço significativo nas competências práticas e técnicas. Os alunos participaram ativamente das atividades, desenvolveram protótipos e aplicaram conhecimentos teóricos em contextos práticos. Wilczynski; Zinter e Wilen (2016) destacam que cursos que integram múltiplas disciplinas e desafiam os estudantes com problemas práticos reais fomentam o aprendizado e a inovação. As diferenças associadas ao curso/turma e localidade destacam a importância de considerar fatores contextuais no planejamento educacional.
- Cenário 3 "Melhorar" – Refinamento e Reflexão Crítica: a oportunidade de iterar e aprimorar projetos consolidou habilidades colaborativas e reflexivas. A ausência de influência significativa da maioria das variáveis demográficas indica que a abordagem pedagógica beneficiou igualmente todos os estudantes. No entanto, diferenças relacionadas ao gênero apontam para a necessidade de práticas pedagógicas mais inclusivas.
- Cenário 4 "Explorar" – Iniciativa e Exploração: a análise qualitativa revelou que os estudantes valorizam o Ambiente *Maker* como espaço de aprendizado prático e inovação. Termos como "aprender", "conhecimento" e "experiência" destacam a importância atribuída à exploração de novas ideias e tecnologias. Apesar dos resultados positivos, a pesquisa identificou desafios que precisam

ser enfrentados:

- Limitações Estruturais: Problemas de infraestrutura, duração insuficiente dos cursos e recursos limitados comprometem a profundidade do aprendizado e a satisfação dos estudantes. Blikstein (2013a) e Soomro *et al.* (2023) enfatizam que melhorias estruturais são essenciais para maximizar o potencial dos *Espaços Maker*.
- Formação Docente: A necessidade de formação contínua dos professores para lidar com ferramentas e metodologias tecnológicas é evidente. Flores (2016) destaca que o sucesso dos *Espaços Maker* depende da capacidade dos educadores em facilitar a aprendizagem ativa e reflexiva.

- Desigualdades Socioeconômicas e Culturais: Fatores como renda, gênero e raça influenciam a participação nos Espaços 4.0. Rainey *et al.* (2018) e Thébaud e Charles (2018) apontam que estereótipos e preconceitos podem afetar a inclusão e a diversidade, evidenciando a necessidade de promover ambientes educacionais inclusivos e equitativos.

Com base nas relações exploradas e nas categorias identificadas, formulam-se as seguintes recomendações:

- Investir na Infraestrutura e Recursos: Melhorias na infraestrutura e ampliação dos recursos disponíveis são fundamentais para proporcionar um ambiente propício ao aprendizado prático e inovador (Blikstein, 2013; Ioannou e Gravel, 2024);
- Fortalecer a Formação Docente: Investir na capacitação contínua dos instrutores para lidar com a diversidade e promover práticas pedagógicas inclusivas e eficazes (Flores, 2016);
- Promover a Inclusão e Combater Preconceitos: Desenvolver políticas e práticas que abordem disparidades socioeconômicas e culturais, garantindo acesso equitativo às oportunidades educacionais (Rainey *et al.*, 2018; Thébaud e Charles, 2018);
- Ampliar a Oferta Educacional: Atender ao desejo de continuidade expressado pelos estudantes, expandindo o currículo e oferecendo novos cursos que permitam o aprofundamento e diversificação dos conhecimentos (Wilczynski; Zinter; Wilen, 2016);
- Personalizar Abordagens Pedagógicas: Adaptar metodologias e atividades às necessidades específicas de cada turma e contexto, considerando as particularidades culturais e socioeconômicas dos estudantes.

A consolidação de uma abordagem educacional nos Espaços 4.0 que integre práticas *Maker*, metodologias ativas e um ambiente inclusivo tem o potencial de continuar contribuindo significativamente para a formação de jovens preparados para os desafios do futuro. A conexão entre os elementos teóricos e práticos reforça o papel desses espaços na promoção de uma Educação ativa, colaborativa e inovadora, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e às demandas de uma sociedade em constante transformação.

Os resultados desta seção destacam como é fundamental oferecer uma Educação que seja inovadora, inclusiva e conectada às reais necessidades dos

alunos. Os Espaços 4.0 mostram que, com investimentos adequados e um compromisso inegociável com a qualidade, é possível criar experiências educacionais que realmente transformem a vida dos estudantes, preparando-os para os desafios de um mundo em constante mudança. Quando assumem uma postura crítica e aberta à melhoria contínua, ouvindo e incorporando as sugestões e necessidades dos próprios alunos, esses espaços têm o potencial de se tornarem referências em Educação tecnológica e inovação.

10. RESULTADOS - PRISMA DOS MONITORES

Os editais dos campi de Palmeira dos Índios e Maragogi (Edital nº 01/2021¹⁵), Santana do Ipanema e Viçosa (Edital nº 02/2021¹⁶) e São Miguel dos Campos e Arapiraca (Edital nº 01/2022¹⁷) estabeleceram as diretrizes para a seleção dos monitores do projeto Espaço 4.0. Esses documentos especificaram critérios de seleção que refletem o compromisso do programa com a excelência e a integridade acadêmica, evidenciado pelos requisitos de desempenho acadêmico dos candidatos e pela necessidade de disponibilidade para as atividades de monitoria. Além disso, os candidatos foram selecionados com base em sua capacidade de contribuir para a missão educacional do programa e em sua aptidão para engajar e motivar os cursistas (Albuquerque *et al.*, 2024).

A atuação engajada dos monitores é crucial para a eficácia dos *Espaços Maker* e, conseqüentemente, para o sucesso do projeto Espaço 4.0. Esses monitores, estudantes regulares da instituição, assumem o papel de apoiar os cursistas, guiando-os nos desafios dos projetos, fornecendo assistência técnica e incentivando a interação entre os participantes (Holanda *et al.*, 2022). Apesar da relevância dessa atuação, a literatura acadêmica sobre a contribuição dos monitores em contextos *Maker* ainda é incipiente, especialmente no cenário educacional brasileiro, indicando um campo propício para investigação (Andrade; Vidal, 2023).

Diante disso, este capítulo tem como objetivo analisar a percepção dos monitores sobre o desempenho dos estudantes nos Espaços 4.0 do IFAL. Propõe-se que esses indivíduos transcendem a função de auxiliares técnicos, desempenhando um papel significativo no desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como liderança, comunicação e sinergia de grupo.

10.1. O PAPEL DOS MONITORES NOS ESPAÇOS MAKER

¹⁵ Disponível em: https://www2.ifal.edu.br/campus/palmeira/editais/arquivos/editalno1_2021_campus_palmeiradosindios_campusmaragogi_monitoriaespaco4-0.pdf. Acessado em: 26/11/2024.

¹⁶ Disponível em: https://www2.ifal.edu.br/campus/santana/editais/arquivos/2021/Editaln2_2021_ResultadoPreliminarEtapa1_CampusSantana_CampusVicosas_MonitoriaEsp.pdf. Acessado em: 26/11/2024.

¹⁷ Disponível em: https://www2.ifal.edu.br/campus/saomiguel/editais/arquivos-1/2022/Editaln1_2022_CampusArapiraca_CampusSMC_MonitoriaEspaco4.0_1.pdf. Acessado em: 26/11/2024.

Nos *Espaços Maker*, os monitores atuam como participantes ativos do processo educativo, desempenhando simultaneamente os papéis de facilitadores e co-aprendizes. Eles incentivam a experimentação, permitem a ocorrência de erros e promovem uma cultura de aprendizagem colaborativa e autônoma. Esta seção explora as diversas funções dos monitores, destacando como sua atuação influencia a qualidade da experiência educacional dos cursistas. Ao analisar o papel desses agentes, busca-se compreender uma faceta específica do projeto Espaço 4.0, contribuindo para o debate mais amplo sobre a importância dos facilitadores em ambientes educacionais inovadores (Ferreira *et al.*, 2022). Esta seção objetiva revelar as dinâmicas e interações que ocorrem nesse contexto educacional, lançando luz sobre práticas que podem enriquecer e ampliar a eficácia da aprendizagem ativa e colaborativa em ambientes *Maker* em geral.

A metodologia de seleção detalhada nos editais envolveu um processo em duas etapas: análise do histórico escolar e entrevistas. Esse procedimento garantiu uma avaliação abrangente das qualificações dos candidatos e de suas habilidades interpessoais, visando assegurar a escolha de monitores capazes de apoiar eficazmente os cursistas e incentivar um ambiente de aprendizado que envolve a colaboração e inovação.

Segundo Haughwout *et al.* (2022), as responsabilidades atribuídas aos monitores abrangem um amplo espectro de atividades, desde o suporte em iniciativas educacionais até a assistência direta aos cursistas. Esse conjunto de responsabilidades reforça o papel vital dos monitores no sucesso do programa, sublinhando sua contribuição não apenas na dimensão educativa, mas também no desenvolvimento pessoal e profissional dos estudantes (França; Oliveira-Melo, 2020).

A estrutura e o conteúdo das entrevistas de seleção refletiram o entendimento de que o projeto Espaço 4.0, por meio de sua ênfase na monitoria, representa um ecossistema educacional que não apenas prepara os estudantes para os desafios tecnológicos e profissionais contemporâneos, mas também promove valores de cidadania e cooperação. A existência de monitores dentro do projeto evidencia o compromisso do IFAL em oferecer uma Educação de alta qualidade, orientada para o futuro e adaptada às necessidades da sociedade e do mercado de trabalho.

Os instrutores são auxiliados pelos monitores da instituição - alunos regulares do IFAL selecionados via edital em processo seletivo de duas etapas: análise do histórico escolar, observando o coeficiente de rendimento, e entrevista realizada pela

equipe gestora do projeto Espaço 4.0 e pelos coordenadores de pesquisa dos respectivos campi. Conforme o edital, a carga horária de atuação dos monitores é de 12 horas semanais.

10.2. PERFIL DOS MONITORES E DESENHO METODOLÓGICO

Os relatórios mensais, instrumentos centrais deste estudo, foram concebidos para capturar uma ampla gama de informações referentes às atividades realizadas nos Espaços 4.0. Esses documentos abrangem desde aspectos logísticos e operacionais até reflexões mais subjetivas e detalhadas sobre o processo de aprendizagem dos estudantes e a interação entre monitores e cursistas. Preenchidos sistematicamente pelos monitores ao longo da execução do projeto, constituem uma importante fonte de dados longitudinais, permitindo uma análise evolutiva e multifacetada da atuação dos monitores e da dinâmica educacional estabelecida.

Quanto ao perfil dos 42 monitores participantes neste estudo, 64% são do gênero masculino e 36% do gênero feminino, com mediana de idade de 18 anos. Em relação ao nível de escolaridade, 90% são estudantes de curso técnico integrado ao Ensino Médio e 10% são estudantes de nível superior. No que se refere ao eixo tecnológico, 66% dos monitores são oriundos de cursos relacionados às áreas de tecnologias, especificamente dos eixos de Controle e Processos Industriais ou de Informação e Comunicação. Todos os monitores selecionados passaram por uma formação prévia de 40 horas, de caráter técnico e pedagógico (Ferreira *et al.*, 2022).

Na etapa inicial da pesquisa, procedeu-se à coleta dos relatórios mensais dos monitores que atuaram nos seis Espaços 4.0 situados nos campi de Palmeira dos Índios, Maragogi, Santana do Ipanema, Viçosa, São Miguel dos Campos e Arapiraca, no período de maio de 2022 a maio de 2023. Essa coleta foi realizada com estrita observância aos princípios éticos, assegurando o anonimato e a confidencialidade dos participantes. Posteriormente, os 244 documentos coletados foram sistematicamente organizados e preparados para a análise. A análise dos relatórios seguiu uma abordagem qualitativa, orientada para a identificação e interpretação de padrões, temas e contribuições acerca da experiência dos monitores (Elo; Kyngäs, 2008). A Figura 36 ilustra os monitores em seus locais de atuação nos seis campi do IFAL.

Figura 36 - Monitores em atuação em cada uma das seis unidades do Espaço 4.0 no âmbito do IFAL



Fonte: O autor (2023)

Inicialmente, realizou-se uma leitura atenta e integral dos relatórios para obter uma compreensão geral do conteúdo e do contexto. Em seguida, implementou-se o processo de codificação aberta, no qual os dados foram examinados minuciosamente para identificar conceitos, temas e categorias emergentes. Esse processo iterativo e reflexivo envolveu a marcação de passagens relevantes, a anotação de observações iniciais e a organização dos dados em agrupamentos temáticos.

Para garantir a consistência e a robustez da análise, foram adotados

procedimentos de revisão cruzada e integração de diferentes fontes de dados, como a comparação de relatórios diversos, a análise de padrões de consistência nas percepções e experiências relatadas, e a consideração de possíveis desvios ou discrepâncias observados nos dados (Field, 2024). Além disso, buscou-se contextualizar os achados dentro do quadro teórico subjacente ao projeto Espaço 4.0, integrando as percepções individuais dos monitores a uma compreensão mais ampla dos objetivos, desafios e resultados do projeto.

Esta análise não pretendeu esgotar todas as nuances e complexidades associadas à atuação dos monitores no projeto Espaço 4.0, mas sim proporcionar uma visão representativa e significativa baseada nos dados disponíveis. Reconhece-se que as percepções e experiências dos monitores são influenciadas por múltiplos fatores; portanto, buscou-se abordar os dados com uma perspectiva aberta e analítica, valorizando os relatos dos monitores e a autenticidade de suas experiências (Field, 2024). Os resultados e discussões provenientes desta análise visam contribuir para o entendimento mais amplo da importância e das contribuições da função dos monitores em contextos educacionais inovadores, como é o caso dos Espaços 4.0 do IFAL (Albuquerque *et al.*, 2024).

10.3. ANÁLISE DOS DADOS

A presente investigação desta seção teve como objetivo analisar as contribuições dos monitores no desenvolvimento de habilidades dos estudantes nos *Espaços Maker* do IFAL, baseando-se em dados qualitativos e quantitativos obtidos a partir dos relatórios mensais preenchidos pelos monitores.

Foram focalizadas as seguintes questões de respostas objetivas do relatório:

- Questão 5: Em que grau o aprendizado foi: Divertido; Imersivo (personalizado); Envolvente (participativo); Interativo (comunicativo); *Maker* (aprender fazendo);
- Questão 7: Em relação aos cursistas de cada turma, indique seu nível de satisfação em: Dedicação ao curso; Realização das atividades; Participação durante as aulas; Interação com os colegas da turma; Interação com os monitores; Frequência;
- Questão 8: Avalie os seguintes aspectos sobre os cursos do Espaço 4.0 neste mês: Aprendizado sobre criatividade; Colaboração; Sustentabilidade; Escalabilidade;

- Questão 9: Em relação aos cursos ofertados neste mês, avalie se: Os cursistas foram o centro do ensino e aprendizagem; Tiveram autonomia; Foram incentivados a refletir; Trabalharam com problemas reais; Trabalharam em equipe; Utilizaram tecnologias inovadoras; O instrutor atuou como mediador/facilitador; O instrutor foi o centro do ensino e aprendizagem.

Adicionalmente, foram analisadas as seguintes questões de respostas discursivas:

- Questão 10: Quais as principais dificuldades dos cursistas durante este mês no Espaço 4.0;
- Questão 11: O que foi bom neste mês;
- Questão 12: O que precisa melhorar neste mês.

O objetivo principal desta investigação foi analisar a percepção dos monitores sobre o desempenho dos estudantes nos Espaços 4.0 do IFAL, considerando quatro cenários de aprendizagem: (i) desenvolvimento de autonomia e criatividade – “Pensar” (*Think*); (ii) aprimoramento de habilidades técnicas e colaborativas – “Fazer” (*Maker*); (iii) refinamento e reflexão crítica – “Melhorar” (*Improve*); e (iv) iniciativa e exploração contínua – “Explorar” (*Explore*). Para tal, foram utilizados dados qualitativos e quantitativos extraídos dos relatórios mensais dos monitores, que incluíram tanto as questões objetivas (escalas de *Likert*) quanto as discursivas.

A coleta de dados foi realizada por meio do formulário "Relatório Mensal dos Monitores dos Cursos do Espaço 4.0", conforme apresentado no Apêndice C. Este instrumento abrangeu diversas questões que avaliaram aspectos do aprendizado, satisfação com o curso, participação dos alunos e dificuldades enfrentadas, permitindo uma análise abrangente das percepções dos monitores. As respostas foram codificadas numericamente conforme a escala *Likert* de 4 pontos, variando de "Nunca" a "Muito Frequentemente", permitindo o cálculo de medidas estatísticas (Joshi *et al.*, 2015).

10.3.1.Cenário 1 - Desenvolvimento de autonomia e criatividade (*Think*)

Para analisar o desenvolvimento de autonomia e criatividade entre os estudantes, utilizamos especificamente dois itens da Questão 9 do "Relatório Mensal dos Monitores" (ver Apêndice C). As questões selecionadas foram: Questão 9.2, que pergunta "Durante este mês, os alunos tiveram autonomia", e Questão 9.3, que indaga

"Durante este mês, os alunos foram incentivados a refletir". Ambas foram avaliadas em uma escala Likert de 4 pontos, variando de "Nunca" a "Muito Frequentemente".

Os monitores atribuíram notas de acordo com essa escala, permitindo-nos quantificar e analisar estatisticamente as respostas. A média para a questão sobre autonomia foi de 3,73, com um desvio-padrão de 0,49. Para a questão sobre incentivo à reflexão, a média foi de 3,76, com desvio-padrão de 0,47. Para verificar se essas questões medem consistentemente o constructo "Autonomia e Criatividade", calculamos o coeficiente alfa de Cronbach, obtendo um valor de $\alpha = 0,82$. Esse alto valor indica que as questões têm forte confiabilidade interna e estão correlacionadas positivamente no contexto que estamos estudando (Sampieri; Collado; Lucio, 2013).

Além disso, investigamos se a percepção do aprendizado *Maker* influencia o desenvolvimento de autonomia e criatividade. Utilizamos para isso a Questão 5.5, que questiona "Em que grau o aprendizado foi *Maker* (aprender fazendo)?"'. Aplicando uma regressão ordinal, encontramos que a percepção do aprendizado *Maker* é um preditor significativo para o desenvolvimento de autonomia e criatividade, com um coeficiente Beta (β) de 1,94 e significância estatística $p < 0,001$. Isso indica que quanto maior a percepção dos monitores de que o aprendizado foi *Maker*, maior é o desenvolvimento de autonomia e criatividade entre os estudantes (Diniz; Thiele, 2021).

10.3.2.Cenário 2 - Aprimoramento de habilidades técnicas e colaborativas (Make)

Para avaliar o aprimoramento das habilidades técnicas e colaborativas, focamos em dois itens da Questão 9: a Questão 9.5, que afirma "Durante este mês, os alunos trabalharam em equipe", e a Questão 9.6, que diz "Durante este mês, os alunos trabalharam com tecnologias inovadoras". Ambas as questões utilizaram a mesma escala Likert de 4 pontos mencionada anteriormente.

Os resultados estatísticos mostraram que a média para "alunos trabalharam em equipe" foi de 3,78, com desvio-padrão de 0,44, e para "alunos trabalharam com tecnologias inovadoras" foi de 3,80, com desvio-padrão de 0,42. Para verificar a confiabilidade interna desses itens, calculamos o alfa de Cronbach separadamente para cada conjunto de habilidades, resultando em $\alpha = 0,85$ para habilidades colaborativas (Questão 9.5) e $\alpha = 0,83$ para habilidades técnicas (Questão 9.6). Esses valores indicam alta confiabilidade nas medidas dessas habilidades (Sampieri;

Collado; Lucio, 2013).

Observamos também uma correlação significativa entre os escores de habilidades técnicas e colaborativas, com um coeficiente de correlação (ρ) de 0,55 e significância estatística $p < 0,01$. Isso sugere que o desenvolvimento de habilidades técnicas está associado ao desenvolvimento de habilidades colaborativas.

Para entender a influência do aprendizado *Maker* nessas habilidades, utilizamos novamente a Questão 5.5 sobre a percepção do aprendizado *Maker*. Em relação ao trabalho em equipe (Questão 9.5), o coeficiente Beta (β) foi de 1,56 com significância estatística $p < 0,001$. Para o uso de tecnologias inovadoras (Questão 9.6), o coeficiente Beta (β) foi de 0,86 com $p = 0,001$. Esses resultados indicam que o aprendizado *Maker* tem uma forte influência no desenvolvimento de habilidades colaborativas, também impactando positivamente o desenvolvimento de habilidades técnicas, embora de forma menos intensa.

10.3.3.Cenário 3 - Refinamento e reflexão crítica (*Improve*)

Para o contexto do terceiro cenário - refinamento e da reflexão crítica, analisamos dois itens da Questão 9: a Questão 9.3, "Durante este mês, os alunos foram incentivados a refletir", e a Questão 9.4, "Durante este mês, os alunos trabalharam com problemas reais". Os resultados estatísticos mostraram que a média para incentivo à reflexão foi de 3,76, com desvio-padrão de 0,47, e para trabalho com problemas reais foi de 3,70, com desvio-padrão de 0,50.

Utilizando a Questão 5.5 para avaliar a influência do aprendizado *Maker*, aplicou-se uma análise de regressão ordinal e encontramos que, para o incentivo à reflexão (Questão 9.3), o coeficiente Beta (β) foi de 1,54 com significância estatística $p < 0,001$. Para o trabalho com problemas reais (Questão 9.4), o coeficiente Beta (β) foi de 1,36 com $p < 0,001$ (Diniz; Thiele, 2021). Esses resultados reforçam a ideia de que o aprendizado *Maker* promove a reflexão crítica e o engajamento dos estudantes em problemas do mundo real.

10.3.4.Cenário 4 - Iniciativa e exploração (*Explore*)

Para avaliar a percepção dos monitores sobre a iniciativa e a exploração dos estudantes nos Espaços 4.0, realizou-se uma análise qualitativa das respostas abertas fornecidas nas questões 11 e 12 do relatório mensal dos monitores. As

- Interação (40 ocorrências): Reflete a importância do trabalho colaborativo e da troca de ideias, sugerindo que os Espaços 4.0 incentivam a socialização e a cooperação.
- Tecnologia (30 ocorrências): Indica que o uso de ferramentas tecnológicas é central nas atividades, com os alunos explorando novas tecnologias além do conteúdo formal.

Termos como "melhorar" (25 ocorrências) e "falta" (20 ocorrências) apareceram, destacando áreas onde há espaço para aprimoramento, principalmente relacionado à disponibilidade de recursos e infraestrutura.

A análise da nuvem de palavras revela que os monitores percebem os alunos como proativos na busca por novas tecnologias e no envolvimento com os projetos propostos. A forte presença de termos como "alunos", "projetos" e "tecnologia" evidencia o foco em atividades práticas e colaborativas. Contudo, palavras como "melhorar" e "falta" sugerem que melhorias estruturais e de recursos são necessárias para potencializar o ambiente de exploração contínua nos Espaços 4.0.

Outro ponto relevante é a menção de dificuldades como a falta de recursos tecnológicos suficientes e desafios logísticos, destacada pela palavra "não" (30 ocorrências), refletindo limitações percebidas. Isso ressalta a importância de melhorias estruturais para facilitar o ambiente de aprendizado e expandir as oportunidades de exploração contínua.

A análise qualitativa das respostas discursivas sugere que os Espaços 4.0 têm promovido a iniciativa e a exploração contínua entre os estudantes, incentivando a busca por conhecimento adicional e o uso de novas tecnologias. A participação ativa na comunidade *Maker* também foi um fator positivo destacado pelos monitores. Contudo, desafios estruturais e de recursos foram identificados como pontos a serem aprimorados para potencializar essa cultura de aprendizado autodirigido.

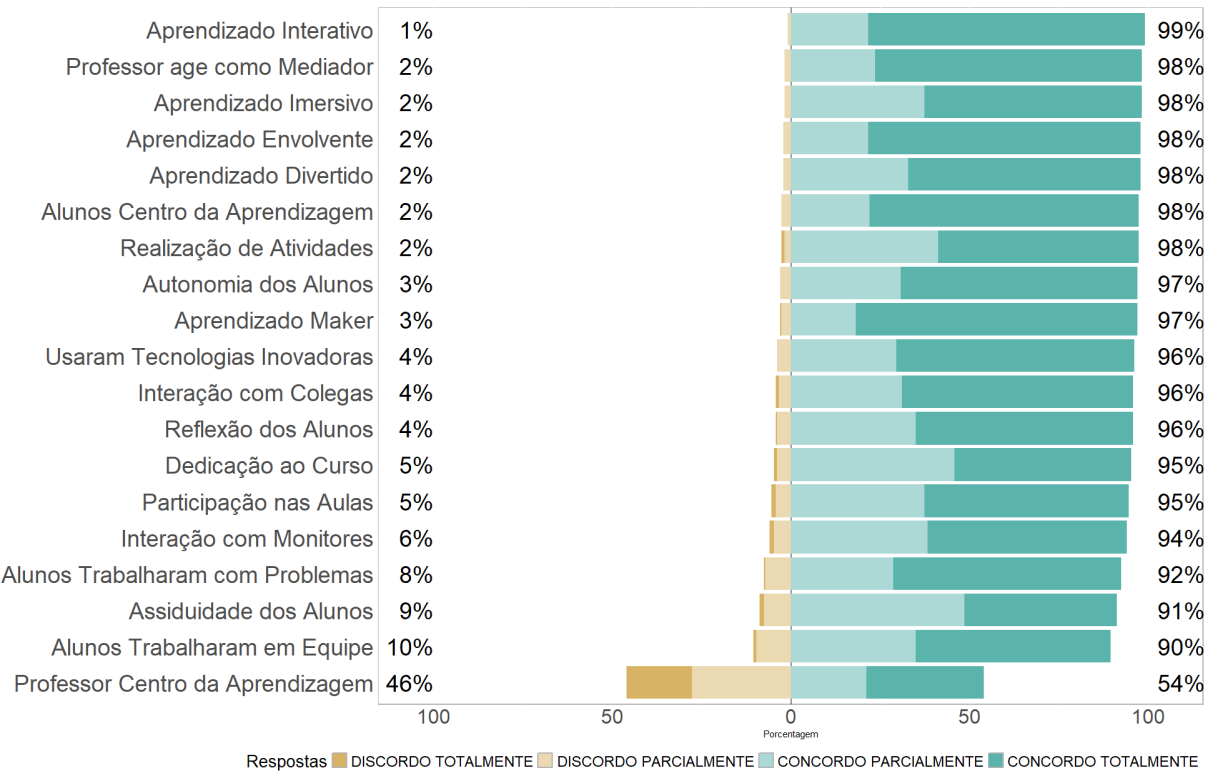
10.3.5. Análise dos dados sobre o desempenho dos estudantes

Para esta etapa, utilizou-se o gráfico de barras empilhadas (*stacked bar plot*) para a visualização dos dados dos questionários com escala *Likert*, gerado com o pacote "*Likert*" no software RStudio. Este tipo de gráfico é eficaz para representar de forma clara as respostas em escalas *Likert*, permitindo observar a distribuição percentual de cada categoria de resposta (Joshi *et al.*, 2015).

As barras empilhadas apresentam a proporção de respostas para cada questão, possibilitando uma rápida comparação entre diferentes itens. Cada barra representa uma questão específica, e os segmentos dentro de cada barra correspondem às diferentes categorias de resposta. Essa visualização facilita a interpretação dos dados, evidenciando se a maioria dos respondentes concorda ou discorda de determinadas afirmações.

A Figura 38 ilustra a distribuição das respostas dos monitores em relação ao desempenho dos estudantes em diferentes aspectos do aprendizado.

Figura 38 - Gráfico de Barras Empilhadas sobre o desempenho dos estudantes pelo prisma dos monitores



Fonte: O autor (2024)

O gráfico da Figura 38, elaborado no RStudio, utilizou uma escala Likert de quatro pontos para medir o nível de concordância dos monitores em itens que abrangem desde o aprendizado interativo e envolvente até a autonomia dos alunos e o papel do professor como mediador, com base nas questões 5, 7 e 9 do Apêndice C. As categorias utilizadas foram "Discordo Totalmente", "Discordo Parcialmente", "Concordo Parcialmente" e "Concordo Totalmente", a partir de 240 respostas válidas dos formulários preenchidos mensalmente pelos monitores do Espaço 4.0.

Observa-se também na Figura 38 que, em quase todos os itens avaliados, a maioria dos monitores tende a "Concordar Totalmente" com as afirmações, indicando uma percepção predominantemente positiva sobre o engajamento e a participação dos alunos nos cursos do Espaço 4.0. Entretanto, destaca-se o item referente ao professor como centro do ensino e aprendizagem, no qual quase metade dos monitores indicou concordância com a afirmativa de que o professor foi o centro do processo. Isso sugere a necessidade de reforçar práticas pedagógicas que coloquem o aluno como protagonista do processo de ensino-aprendizagem.

Esses dados visuais corroboram as tendências já observadas na análise estatística, reforçando a importância do aprendizado *Maker* promovido pelos monitores nos Espaços 4.0.

10.3.6.Participação e engajamento dos estudantes

Para aprofundar a análise da participação e engajamento dos estudantes, os itens relacionados ao aprendizado divertido, imersivo, envolvente e interativo (Questão 5 do formulário) foram codificados numericamente. Atribuíram-se valores de 1 a 4 às respostas: "Nunca" = 1; "Raramente" = 2; "Frequentemente" = 3; "Sempre" = 4. Essa codificação permitiu o cálculo de medidas estatísticas descritivas e a realização de análises mais detalhadas.

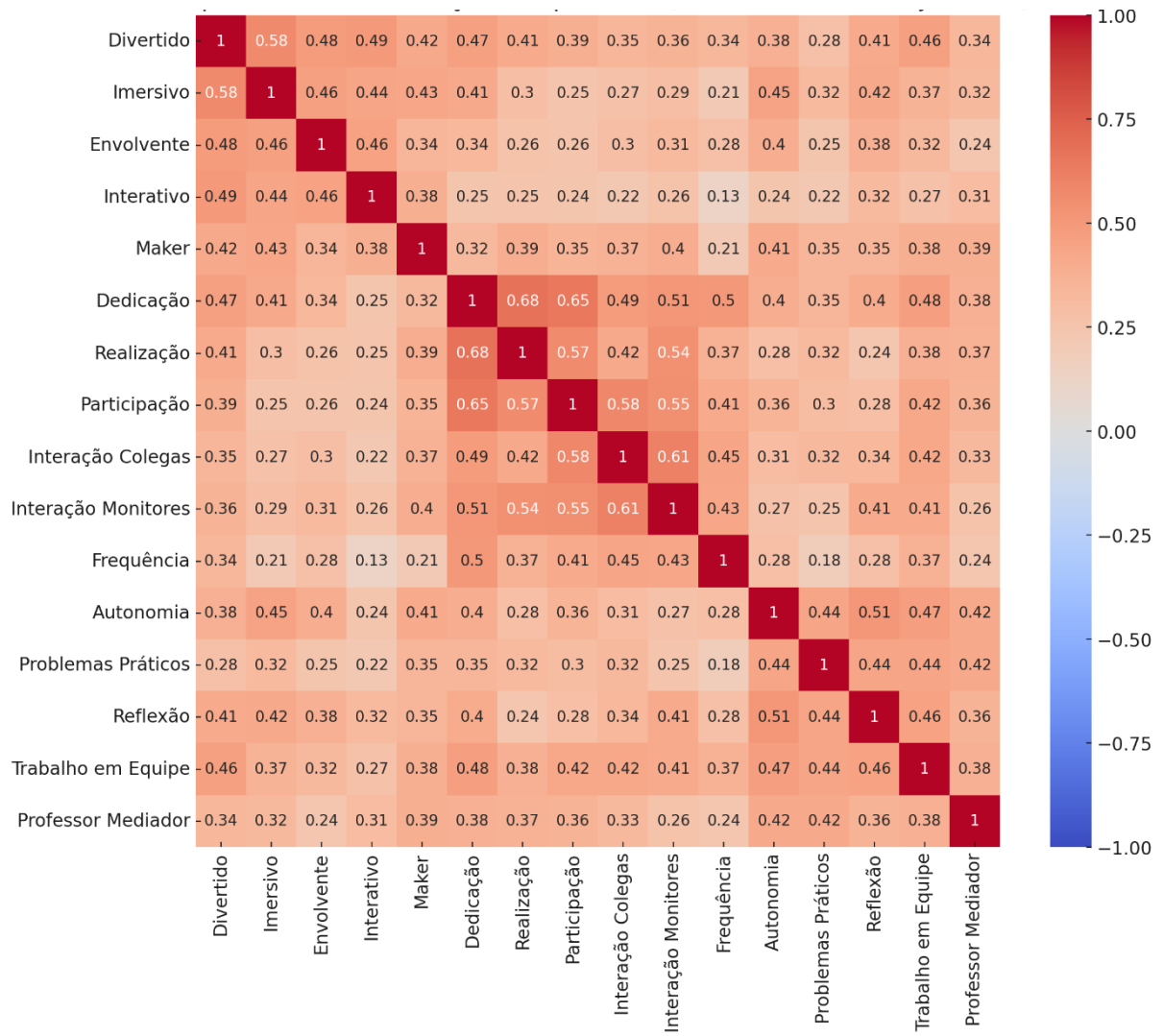
As médias obtidas para cada item foram as seguintes: aprendizado divertido, com média de 3,66 e desvio-padrão de 0,54; aprendizado imersivo, com média de 3,63 e desvio-padrão de 0,55; aprendizado envolvente, com média de 3,68 e desvio-padrão de 0,52; e aprendizado interativo, com média de 3,70 e desvio-padrão de 0,50. Esses valores indicam que, em geral, os monitores percebem positivamente o engajamento dos estudantes nos Espaços 4.0, com médias próximas a 4 ("Sempre"), sugerindo que essas características são frequentemente observadas.

Para verificar a relação entre os diferentes aspectos do aprendizado, calculou-se a correlação de Spearman entre os itens (Triola, 2008). Identificou-se uma correlação significativa entre "Aprendizado imersivo" e "Aprendizado envolvente" ($\rho = 0,60$; $p < 0,01$), sugerindo que a percepção de um aprendizado imersivo está associada a um aprendizado envolvente.

10.3.7.Análise de robustez: confiabilidade e variabilidade dos resultados

Para aprofundar a compreensão das relações entre as diferentes dimensões de aprendizado avaliadas, foi elaborado um mapa de calor (*heatmap*) baseado na correlação de Spearman entre as variáveis quantitativas derivadas das escalas *Likert* conforme disposto na Figura 39.

Figura 39 - Mapa de Calor com as respostas os monitores



Fonte: O autor (2024)

A escolha pela correlação de Spearman deve-se à natureza ordinal dos dados e à ausência de normalidade em algumas variáveis, conforme identificado anteriormente (Triola, 2008). A Figura 39 fornece pormenores essenciais sobre os aspectos pedagógicos observados pelos monitores nos Espaços 4.0. A partir da análise do mapa de calor podemos destacar:

- Dedicação e Realização ($\rho = 0,68$): Há uma forte correlação entre as variáveis,

indicando que quanto maior a dedicação dos estudantes, maior a percepção de realização no ambiente *Maker*. Isso reflete a importância do comprometimento e do engajamento nas atividades práticas para alcançar melhores resultados de aprendizagem.

- **Interação Social e Participação:** As variáveis Interação com Colegas e Participação também apresentam uma forte correlação ($p = 0,58$), sugerindo que a interação social entre os estudantes fomenta maior engajamento e participação nas atividades. Esse resultado destaca o papel de destaque da colaboração e do trabalho em equipe em ambientes de aprendizagem ativa, como os Espaços 4.0.
- **Autonomia e Resolução de Problemas:** A correlação moderada entre Autonomia e Problemas Práticos ($p = 0,44$) indica que a habilidade de resolver problemas práticos está associada ao desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Isso sugere que o enfrentamento de desafios concretos em um ambiente *Maker* estimula a autossuficiência e a capacidade de tomada de decisão dos alunos.
- **Diversão e Imersão:** As variáveis Divertido e Imersivo ($p = 0,58$) estão fortemente correlacionadas, evidenciando que quando os estudantes se divertem, eles tendem a se envolver mais profundamente nas atividades. Esse aspecto é importante para a criação de experiências de aprendizado mais engajantes e significativas, que aumentam o interesse e a motivação dos alunos.
- **Frequência:** As correlações envolvendo Frequência são, em geral, mais baixas, indicando que a simples presença física nas atividades não é um fator decisivo para o desenvolvimento de outras dimensões, como autonomia ou realização. Isso sugere que a qualidade da participação pode ser mais importante do que a quantidade de vezes que o estudante frequenta o ambiente.

Esses resultados ressaltam a importância de proporcionar um ambiente de aprendizagem que não apenas desafie os estudantes em termos técnicos, mas também crie oportunidades para o desenvolvimento de habilidades sociais, autonomia e um sentimento de realização, equilibrando aspectos práticos e subjetivos da experiência educacional.

Os resultados das correlações reforçam a importância da adoção de metodologias ativas e da centralidade do aluno no processo de ensino, conforme

discutido em outras partes desta análise. No entanto, é fundamental destacar que correlação não implica causalidade. Fatores contextuais, como a infraestrutura mencionada pelos monitores, podem influenciar a percepção das variáveis, indicando a necessidade de análises complementares para explorar esses aspectos mais profundamente (Triola, 2008).

A análise das correlações sugere ainda que os monitores percebem uma inter-relação importante entre metodologias que promovem a autonomia, o aprendizado interativo e o trabalho em equipe. Entretanto, para maximizar o impacto dessas abordagens pedagógicas, é essencial que o ambiente forneça condições materiais e estruturais adequadas, conforme apontado nas seções referentes à infraestrutura.

Para assegurar a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos neste estudo, foram realizadas diversas análises estatísticas complementares, incluindo a verificação da normalidade dos dados e a aplicação de testes não paramétricos, como o teste de Kruskal-Wallis, visando avaliar possíveis variações nas percepções dos monitores (Devore, 2006).

A análise de normalidade foi conduzida para determinar se as variáveis avaliadas seguiam uma distribuição normal, o que permitiria o uso de testes paramétricos em algumas análises (Devore, 2006). O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado às seguintes variáveis: Engajamento dos Estudantes; Autonomia e Criatividade; Habilidades Técnicas e Colaborativas; Reflexão Crítica e Iniciativa e Exploração Contínua.

Os resultados indicaram que as variáveis *Engajamento dos Estudantes* e *Habilidades Técnicas e Colaborativas* apresentaram uma distribuição normal ($p > 0,05$), permitindo a aplicação de testes paramétricos para essas dimensões. Por outro lado, as variáveis *Autonomia e Criatividade*, *Reflexão Crítica e Iniciativa* e *Exploração Contínua* não seguiram uma distribuição normal ($p < 0,05$), o que justificou o uso de testes não paramétricos para essas dimensões. Diante da ausência de normalidade em algumas variáveis, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis com o objetivo de verificar se as percepções dos monitores diferiam em relação aos grupos de gênero, turno de atuação e local de atuação. Os resultados desse teste não paramétrico indicaram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos analisados: gênero ($p = 0,35$), turno de atuação ($p = 0,28$) e local de atuação ($p = 0,42$).

Esses achados sugerem que, independentemente dessas variáveis demográficas e contextuais, os monitores percebem de forma consistente o nível de

iniciativa e exploração contínua dos alunos nos Espaços 4.0.

Para avaliar a confiabilidade das escalas utilizadas no questionário, calculou-se o coeficiente alfa de Cronbach para cada dimensão investigada. Este índice mede a consistência interna de uma escala, sendo valores acima de 0,70 indicativos de boa confiabilidade (Sampieri; Collado; Lucio, 2013).

Os resultados do alfa de Cronbach foram os seguintes: para Autonomia e Criatividade, $\alpha = 0,82$; Habilidades Técnicas e Colaborativas, $\alpha = 0,85$; Reflexão Crítica, $\alpha = 0,80$; Iniciativa e Exploração Contínua, $\alpha = 0,83$; e Engajamento dos Estudantes, $\alpha = 0,84$.

Esses valores indicam que todas as escalas utilizadas no questionário apresentam alta confiabilidade, assegurando que os itens de cada dimensão estão fortemente correlacionados e medem de forma consistente os constructos propostos (Triola, 2008).

As análises estatísticas conduzidas confirmam que os resultados obtidos neste estudo são robustos e confiáveis. A ausência de diferenças significativas entre os grupos de monitores em relação a gênero, turno de atuação e local de atuação, bem como a alta consistência interna das escalas, indicam que as percepções dos monitores são consistentes e não influenciadas por variáveis externas.

Este conjunto de análises sustenta a conclusão de que os Espaços 4.0 têm promovido, de forma homogênea, um ambiente propício ao desenvolvimento de habilidades fundamentais nos estudantes, tais como autonomia, criatividade e exploração contínua. Os resultados enfatizam a importância de se manter e aprimorar as condições materiais e pedagógicas que favorecem essas competências, garantindo que todos os alunos possam se beneficiar plenamente das oportunidades oferecidas por esses espaços de aprendizagem inovadores.

10.4. ANÁLISE QUALITATIVA COM BASE NOS CICLOS DE CODIFICAÇÃO DE SALDAÑA

Essa etapa da análise foi realizada a partir dos relatórios mensais preenchidos pelos monitores do projeto Espaço 4.0 (vide Apêndice C), entre maio de 2022 e maio de 2023, com o objetivo de avaliar os aspectos pedagógicos das turmas e a percepção dos monitores sobre o processo de ensino e aprendizagem. Esses relatórios incluíam tanto questões objetivas quanto discursivas, além de espaços para comentários e

sugestões, permitindo o acompanhamento contínuo do processo de aprendizagem dos alunos e uma avaliação detalhada dos aspectos pedagógicos e didáticos do projeto. A análise centrou-se na questão 13 - Observações Gerais, que contou com 152 respostas válidas.

A metodologia qualitativa seguiu a Codificação por Ciclos proposta por Saldaña (2013), com o suporte do software ATLAS.ti em ciclo único. Com o uso do ATLAS.ti foi realizada a organização e a análise dos dados, permitindo a segmentação eficiente dos textos, a atribuição de códigos e a visualização de conexões entre temas. A ferramenta possibilitou a geração de mapas e redes de códigos, facilitando a identificação de padrões e a análise sistemática das percepções dos monitores.

Antes do início do ciclo de codificação, foi realizada a pré-codificação, etapa recomendada por Saldaña (2013). Nessa fase preliminar, as leituras atentas dos relatórios permitiram destacar palavras e frases-chave, que serviram como indicadores relevantes para a construção das categorias e a formulação de perguntas analíticas. Essa etapa também ofereceu suporte teórico e reflexivo às análises que se desenvolveriam adiante (Bley; Carvalho, 2019).

No processo de codificação, foram aplicados dois métodos complementares: a Codificação Descritiva e a Codificação de Valores. A Codificação Descritiva permitiu classificar as informações em categorias objetivas, como problemas de infraestrutura, metodologias pedagógicas e engajamento estudantil, refletindo diretamente nas experiências observadas pelos monitores. Já a Codificação de Valores focou em aspectos mais subjetivos, explorando crenças, atitudes e percepções emocionais dos monitores, como a valorização da inovação e do aprendizado prático.

A combinação desses métodos, facilitada pelo uso do ATLAS.ti, possibilitou uma análise multifacetada, integrando tanto aspectos objetivos quanto subjetivos das percepções dos monitores. As unidades básicas de análise emergiram do corpus e foram conectadas à questão central desta etapa da pesquisa: Quais são as percepções dos monitores sobre o desempenho dos estudantes nos Espaços 4.0? Os resultados do primeiro ciclo de codificação foram representados em redes e tabelas, revelando as inter-relações entre os códigos descritivos e de valores.

A Figura 32, no capítulo 9, ilustrou as diversas possibilidades de codificação que podem ser aplicadas no primeiro ciclo (Saldaña, 2013). A Figura 40 ilustra o mapa, com os 13 códigos gerados, no ATLAS.ti, com as suas respectivas magnitudes e grupos de códigos após a análise das respostas dos monitores.

Figura 40 - Primeiro ciclo de codificação – ATLAS.ti

Grupos de Códigos		Nome	Magnitude	Densidade	Grupos
◇ Codificação de Valores	(7)	● ◇ Ambiente Físico Inadequado	19	0	[Codificação Descritiva]
◇ Codificação Descritiva	(6)	● ◇ Apreço pelo Aprendizado Maker	22	0	[Codificação de Valores]
		● ◇ Baixa Frequência e Evasão Esc...	20	0	[Codificação Descritiva]
		● ◇ Compromisso com a Excelênc...	40	0	[Codificação de Valores]
		● ◇ Deficiências de Infraestrutura	30	0	[Codificação Descritiva]
		● ◇ Engajamento Estudantil	34	0	[Codificação Descritiva]
		● ◇ Interação e Colaboração	12	0	[Codificação Descritiva]
		● ◇ Metodologias Ativas	22	0	[Codificação Descritiva]
		● ◇ Necessidade de Infraestrutura...	25	0	[Codificação de Valores]
		● ◇ Satisfação Geral	61	0	[Codificação de Valores]
		● ◇ Valorização da Inovação	7	0	[Codificação de Valores]
		● ◇ Valorização da Retenção e Incl...	16	0	[Codificação de Valores]
		● ◇ Valorização das Relações Inter...	10	0	[Codificação de Valores]

Fonte: O autor (2024).

A Tabela 21 apresenta os códigos gerados no primeiro ciclo, as perguntas norteadoras associadas, a intenção de cada código e o número de segmentos relacionados.

Tabela 21 - Códigos gerados no primeiro ciclo

Código	Pergunta Norteadora	Intenção do Código	Segmentos
1- Ambiente Físico Inadequado	Como o ambiente físico afeta o desenvolvimento das atividades?	Identificar problemas no ambiente físico que impactam o aprendizado.	19
2- Apreço pelo Aprendizado Maker	Como os alunos valorizam o aprendizado prático no contexto Maker?	Entender a importância atribuída ao aprendizado Maker pelos alunos.	22
3- Baixa Frequência e Evasão Escolar	Quais são os motivos para a baixa frequência e evasão escolar?	Analisar os fatores que levam à evasão escolar e baixa frequência.	20
4- Compromisso com a Excelência Educacional	Quais são os elementos que garantem a excelência educacional nas atividades?	Explorar as práticas que garantem a qualidade do ensino.	40
5- Deficiências	Quais são as principais deficiências de	Detectar as principais falhas de infraestrutura no ambiente.	30

de Infraestrutura	infraestrutura enfrentadas?		
6- Engajamento Estudantil	Como se dá o engajamento estudantil no contexto das atividades?	Avaliar o nível de envolvimento e motivação dos alunos.	34
7- Interação e Colaboração	Quais são os padrões de interação e colaboração observados?	Investigar como a colaboração e a interação contribuem para o aprendizado.	12
8- Metodologias Ativas	Quais metodologias ativas são mais eficazes no contexto educacional?	Determinar as metodologias mais efetivas no ensino.	22
9- Necessidade de Infraestrutura Adequada	A infraestrutura atual é adequada para o desenvolvimento das atividades?	Verificar se a infraestrutura é um facilitador ou obstáculo.	25
10- Satisfação Geral	Qual é o nível de satisfação geral com o processo educacional?	Medir a satisfação dos participantes com o processo educacional.	61
11- Valorização da Inovação	Como a inovação é valorizada no ambiente educacional?	Compreender o papel da inovação no contexto educacional.	7
12- Valorização da Retenção e Inclusão Estudantil	O quanto a retenção e inclusão são priorizadas no ambiente educacional?	Analisar as práticas que visam a retenção e inclusão dos alunos.	16
13- Valorização das Relações Interpessoais	Como as relações interpessoais afetam o aprendizado e o desenvolvimento?	Entender como as relações interpessoais influenciam o aprendizado.	10

Fonte: O autor (2024)

Os resultados obtidos a partir do ciclo único de codificação revelam pormenores profundos sobre as percepções dos monitores em relação ao desempenho dos estudantes nos Espaços 4.0. A análise qualitativa, fundamentada nos métodos de Codificação Descritiva e de Valores propostos por Saldaña (2013), permitiu uma compreensão multifacetada das experiências e observações dos monitores ao longo do período estudado.

O código com maior número de segmentos associados foi "Satisfação Geral", com 61 segmentos. Isso indica que, de maneira geral, os monitores percebem uma satisfação significativa no processo educacional desenvolvido nos Espaços 4.0. Essa satisfação pode estar relacionada ao compromisso com a excelência educacional, evidenciado em 40 segmentos no código "Compromisso com a Excelência Educacional". Os monitores reconhecem práticas que garantem a qualidade do ensino, o que reflete um ambiente propício ao aprendizado e à inovação.

Entretanto, emergem também preocupações relevantes no contexto educacional. As "Deficiências de Infraestrutura" (30 segmentos) e a "Necessidade de Infraestrutura Adequada" (25 segmentos) destacam desafios estruturais que podem comprometer a eficácia das atividades. A inadequação do "Ambiente Físico Inadequado" (19 segmentos) reforça a urgência em solucionar problemas que impactam diretamente o processo de ensino e aprendizagem. Esses dados sugerem que, apesar dos esforços pedagógicos, há barreiras físicas que necessitam de atenção para otimizar o ambiente educacional.

O "Engajamento Estudantil", presente em 34 segmentos, e a "Baixa Frequência e Evasão Escolar", com 20 segmentos, apontam para uma dualidade na participação dos alunos. Enquanto alguns estudantes demonstram alto nível de envolvimento e motivação, há uma parcela que enfrenta dificuldades em manter a frequência e o comprometimento com as atividades. Os motivos para a evasão e a baixa frequência podem estar relacionados tanto a fatores externos quanto a possíveis lacunas na adequação das metodologias ou infraestrutura oferecida.

A valorização de metodologias inovadoras é evidenciada nos códigos "Metodologias Ativas" (22 segmentos) e "Apreço pelo Aprendizado *Maker*" (22 segmentos). Os monitores reconhecem a eficácia de abordagens pedagógicas que promovem o aprendizado prático e a participação ativa dos estudantes. Essa percepção é complementada pelo código "Valorização da Inovação" (7 segmentos), indicando que a inovação é um elemento apreciado e considerado fundamental no contexto dos Espaços 4.0.

As "Interações e Colaborações", embora com menos segmentos (12), são reconhecidas como importantes para o enriquecimento do aprendizado. A "Valorização das Relações Interpessoais" (10 segmentos) sugere que as dinâmicas sociais e a cooperação entre os alunos desempenham um papel significativo no desenvolvimento educacional. Essas interações podem potencializar o engajamento

e contribuir para a retenção dos estudantes, alinhando-se ao código "Valorização da Retenção e Inclusão Estudantil" (16 segmentos).

Os desafios estruturais e de participação apontam para a necessidade de estratégias que abordem tanto os aspectos físicos quanto os pedagógicos. A resolução das deficiências de infraestrutura e a criação de um ambiente físico adequado são imperativos para eliminar obstáculos ao aprendizado. Além disso, compreender e mitigar as causas da evasão escolar requer uma abordagem holística, que considere fatores socioeconômicos, motivacionais e contextuais.

A satisfação geral e o compromisso com a excelência educacional refletem o esforço dos monitores em proporcionar uma Educação de qualidade. No entanto, os dados revelam que esse compromisso precisa ser sustentado por melhorias concretas na infraestrutura e por estratégias pedagógicas que atendam às necessidades diversificadas dos estudantes. A promoção de metodologias ativas e práticas inovadoras deve ser acompanhada por um ambiente que suporte tais iniciativas.

Os resultados desta análise destacam tanto os sucessos quanto os desafios presentes nos Espaços 4.0. A percepção dos monitores evidencia um cenário em que a inovação pedagógica e o compromisso com a excelência coexistem com limitações estruturais e desafios de engajamento estudantil. Para avançar, é fundamental que as questões levantadas sejam abordadas de maneira integrada, assegurando que os ambientes de aprendizagem não apenas inspirem, mas também possibilitem a realização plena do potencial educacional proposto pelo projeto.

A reflexão crítica sobre esses achados sugere que investimentos em infraestrutura e em estratégias de inclusão e retenção podem amplificar os resultados positivos já observados. Além disso, a continuidade na valorização de metodologias ativas e do aprendizado *Maker* pode fortalecer o engajamento e a satisfação dos estudantes, contribuindo para a formação de indivíduos mais preparados para os desafios contemporâneos. Assim, a análise reforça a importância de uma abordagem sistêmica que considere todos os fatores influentes no processo educacional, buscando a melhoria contínua e a excelência no ensino oferecido nos Espaços 4.0.

A Tabela 22 apresenta a metodologia de codificação aplicada na etapa inicial, detalhando as etapas seguidas e os códigos iniciais identificados com base na literatura.

Tabela 22 - Metodologia de Codificação da etapa única

Etapas	Atividades Realizadas
Leitura e Pré-codificação	Identificação de palavras e frases-chave nos relatórios mensais dos monitores, destacando termos relevantes relacionados ao desempenho dos estudantes, metodologias de ensino, engajamento estudantil e infraestrutura.
Desenvolvimento da Lista Inicial de Códigos	Elaboração de uma lista preliminar de códigos fundamentada na literatura sobre Educação tecnológica, metodologias ativas, aprendizagem <i>Maker</i> e desafios em ambientes educacionais.
Aplicação da Codificação Descritiva	Classificação das informações em categorias objetivas, como Deficiências de Infraestrutura, Ambiente Físico Inadequado, Metodologias Ativas e Engajamento Estudantil, refletindo diretamente as observações dos monitores.
Aplicação da Codificação de Valores	Identificação de crenças, atitudes e percepções emocionais dos monitores, como Valorização da Inovação, Compromisso com a Excelência Educacional e Valorização das Relações Interpessoais.
Utilização do ATLAS.ti para Organização e Análise	Segmentação dos textos das observações gerais, atribuição dos códigos iniciais e análise das conexões entre os temas identificados, facilitando a visualização de padrões emergentes nos dados.
Geração de Mapas e Redes de Códigos	Criação de representações visuais das inter-relações entre os códigos, utilizando mapas e redes gerados no ATLAS.ti, para apoiar a interpretação dos resultados e a identificação de informações pertinentes.

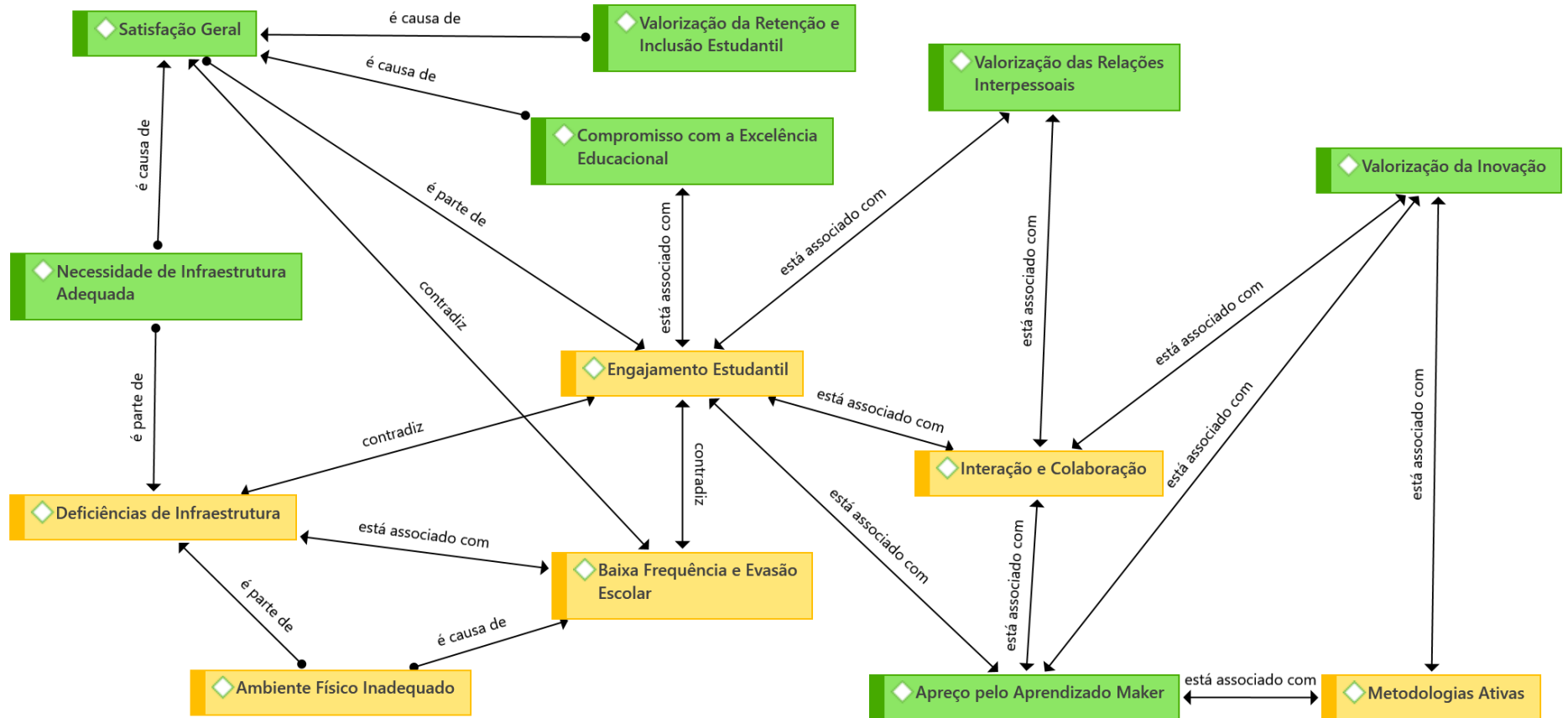
Fonte: O autor (2024)

A análise qualitativa das 152 observações gerais válidas fornecidas pelos monitores do projeto Espaço 4.0 evidenciou que a percepção desses profissionais sobre o desempenho dos estudantes está profundamente relacionada às condições físicas e metodológicas do ambiente educacional. Deficiências na infraestrutura e ambientes físicos inadequados foram apontados como obstáculos significativos que afetam negativamente o engajamento e o desempenho dos alunos.

A implementação de abordagens ativas e o aprendizado *Maker* mostraram-se eficazes em melhorar o desempenho dos alunos, aumentando a motivação e o interesse pelo aprendizado. Os monitores destacaram a importância das relações interpessoais e da colaboração como fatores positivos no desempenho estudantil.

A Figura 41 ilustra as categorias principais e suas inter-relações, destacando como fatores como infraestrutura, metodologias ativas, inovação e engajamento estudantil se conectam e influenciam o desempenho geral dos estudantes.

Figura 41 - Rede dos Monitores do Primeiro Ciclo de Codificação de Saldaña



Fonte: O autor (2024)

A utilização do software ATLAS.ti mostrou-se eficaz na condução da análise qualitativa, permitindo uma organização sistemática dos dados e facilitando a identificação de padrões e contribuições relevantes. A combinação de métodos de codificação descritiva e de valores contribuiu para uma compreensão abrangente das percepções dos monitores, integrando aspectos objetivos e subjetivos que influenciam o desempenho dos estudantes nos Espaços 4.0 (Bley; Carvalho, 2019).

Conclui-se que ações voltadas para a melhoria das condições físicas dos Espaços 4.0, aliadas à adoção de estratégias pedagógicas centradas no estudante, podem potencializar o desempenho dos alunos e enriquecer a experiência educacional. O investimento em infraestrutura adequada e a valorização de metodologias inovadoras emergem como recomendações essenciais para o aprimoramento do projeto.

Esses achados ressaltam a importância de considerar tanto os recursos materiais quanto os humanos no desenvolvimento de políticas e práticas educacionais. Ao alinhar condições físicas adequadas com estratégias pedagógicas inovadoras, o projeto Espaço 4.0 tem o potencial de criar um ambiente de aprendizagem que atende às expectativas de monitores e alunos, contribuindo significativamente para a formação de cidadãos competentes e engajados.

10.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados quantitativos e qualitativos provenientes dos relatórios mensais do projeto Espaço 4.0 do IFAL revelou aspectos fundamentais sobre a atuação dos monitores em ambientes educacionais inovadores, como os Espaços Maker. Esses profissionais não se limitam a oferecer apoio técnico; eles também exercem mediação pedagógica, influenciando diretamente o engajamento dos estudantes e a consolidação de competências técnicas e socioemocionais.

Conforme Sheridan *et al.* (2014), facilitadores em Espaços Maker desempenham papel crucial na promoção de práticas que estimulam a exploração, a experimentação e a criatividade. Sua intervenção estimula a formação de uma cultura de aprendizagem ativa, em que os discentes se sentem encorajados a assumir riscos e aprendem por meio de tentativas e erros.

O trabalho dos monitores está alinhado às teorias construtivistas e sociointeracionistas de Piaget (1970) e Vygotsky (1978), que destacam o valor da

construção ativa do conhecimento e das interações sociais. Ao intermediar o contato dos estudantes com os desafios propostos, esses profissionais impulsionam o crescimento cognitivo e socioemocional, facilitando a assimilação de novas ideias e habilidades.

Os resultados desta seção indicam que a presença de monitores colaborou de modo significativo para o desenvolvimento de autonomia, criatividade, habilidades técnicas e trabalho em equipe. Bevan *et al.* (2015) destacam que uma orientação bem estruturada tende a promover envolvimento profundo e pensamento crítico — pontos confirmados pelos relatos dos próprios monitores.

Os elevados coeficientes de confiabilidade (alfa de Cronbach > 0,80) e as correlações significativas entre variáveis mensuradas validam as impressões positivas coletadas. A adoção de metodologias ativas, juntamente com a ênfase no “fazer” prático, cria um cenário favorável para o envolvimento dos estudantes, conforme argumentam Martinez e Stager (2019).

Ainda assim, foram detectados problemas associados à infraestrutura deficitária e à insuficiência de recursos, enfraquecendo o engajamento e as práticas pedagógicas nos Espaços Maker. Blikstein (2013b) sublinha que essa carência compromete o potencial desses espaços, restringindo a motivação estudantil. Além disso, os próprios monitores relataram que essas limitações dificultam a plena execução das atividades planejadas, levando a baixa frequência e evasão (Barton *et al.*, 2017).

O papel dos monitores pode contribuir para diminuir desigualdades educacionais, de acordo com o ODS 10, que visa a redução das disparidades (ONU, 2015). Pesquisas de Andrade e Vidal (2023) sugerem que facilitadores capacitados favorecem a inclusão, adequando as práticas pedagógicas às múltiplas necessidades dos estudantes. Entretanto, sem um suporte institucional efetivo, investimentos em infraestrutura e formação, tais medidas inclusivas tornam-se menos viáveis (Kafai; Peppler, 2011).

Os monitores também defenderam a necessidade de formação continuada para o aprimoramento de suas habilidades pedagógicas e técnicas, em consonância com Sheridan *et al.* (2014), que veem essa qualificação como condição central para o êxito dos Espaços Maker. A formação abrange tanto conteúdos técnicos quanto competências de mediação de conflitos, estímulo à colaboração e promoção de abordagens pedagógicas inclusivas (Flores, 2016).

Apesar de se esforçarem para estimular a autonomia discente, foi constatado que práticas tradicionais ainda persistem, com alguns participantes percebendo o professor como o centro do processo de ensino e aprendizagem. Tal constatação evidencia a necessidade de reforçar abordagens em que o estudante assuma uma posição de protagonismo, conforme Papert (1980) e Martinez e Stager (2019).

Na visão de Van Holm (2015), o êxito dos Espaços *Maker* está intimamente ligado à capacidade de fomentar a agência dos estudantes, tornando-os agentes ativos de seu percurso formativo. Embora os monitores sejam peças essenciais nessa transição, eles demandam o devido suporte institucional e uma formação sólida para implementar mudanças efetivas.

Com base nas descobertas, sugerem-se as seguintes recomendações para potencializar os resultados:

- Investimento em Infraestrutura: As instituições devem prover recursos materiais e espaços adequados, a fim de aumentar o alcance e a efetividade dos Espaços 4.0.
- Formação e Suporte aos Monitores: A adoção de programas de formação contínua, abordando tanto aspectos técnicos quanto pedagógicos, é essencial para lidar com os desafios inerentes aos ambientes inovadores.
- Políticas de Inclusão e Retenção: É fundamental estabelecer estratégias que combatam as causas da evasão escolar e promovam a participação de grupos sub-representados, em sintonia com os ODS 4, 5 e 10.
- Promoção de Práticas Pedagógicas Ativas: Encorajar metodologias que atribuem ao estudante o papel central na aprendizagem, reforçando sua autonomia e criatividade.
- Avaliação Contínua e Reflexão: Criar mecanismos de monitoramento e feedback para que monitores e gestores revisem regularmente as práticas adotadas, permitindo correções de rota e melhorias constantes.

Estes resultados evidenciam a função indispensável dos monitores nos Espaços 4.0 do IFAL, atuando como vetores de mudança na Educação. Sua contribuição é determinante para desenvolver competências-chave nos estudantes, preparando-os para as demandas atuais. Entretanto, a superação de entraves como infraestrutura precária e lacunas na formação de pessoal ainda se mostra vital. A convergência de práticas pedagógicas inovadoras e apoio institucional adequado tornará os Espaços 4.0 agentes de uma Educação equitativa e alinhada aos objetivos

de desenvolvimento global. Conforme Martin (2015) e Dougherty (2012), o potencial dos Espaços *Maker* para revolucionar a Educação requer um ecossistema de recursos, formações específicas e um arcabouço institucional que valorize a equidade. Nesse caminho, o envolvimento efetivo dos monitores é essencial para que todo o conjunto alcance sucesso.

11. CONCLUSÃO

Esta tese apresentou uma análise detalhada e crítica sobre as contribuições dos Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas para a promoção da aprendizagem *Maker*, com ênfase no papel essencial desempenhado pelos monitores e nas práticas pedagógicas inovadoras que integram tecnologia e colaboração. Ancorada nos fundamentos do Construcionismo de Seymour Papert (1980) e nos estudos sobre a Cultura *Maker* de Paulo Blikstein (2013a), a pesquisa destacou o impacto desses ambientes na formação técnica e socioemocional dos estudantes, atendendo às demandas da Sociedade 4.0.

A pesquisa reforça a relevância da Cultura *Maker* para a Educação contemporânea, ao valorizar o "aprender fazendo" como estratégia central para o desenvolvimento de competências críticas e criativas. Martinez e Stager (2019) corroboram essa perspectiva, ao evidenciar a capacidade da Educação *Maker* de formar estudantes com habilidades alinhadas às exigências do século XXI, como resolução de problemas, inovação e trabalho colaborativo.

A sistematização denominada Classificação Finalidade e Estrutura com rubrica foi proposta nesta tese para organizar e diferenciar os Espaços *Maker* brasileiros a partir de suas finalidades, infraestruturas e públicos-alvo. Essa classificação possibilitou o aprofundamento da compreensão sobre esses ambientes no contexto nacional, favorecendo a avaliação de seu alinhamento às proposições originais e a identificação de especificidades regionais. Além de representar uma contribuição original para a literatura, a categorização criada auxilia no estabelecimento de análises comparativas e orienta a adoção de práticas mais eficazes, fortalecendo a difusão da cultura *Maker* no Brasil.

O Modelo TMI-E emergiu como a principal contribuição acadêmica desta pesquisa, expandindo o modelo tradicional TMI com a inclusão da fase "Explorar". Essa fase inovadora enfatiza a exploração contínua e crítica de novas tecnologias e conhecimentos, permitindo aos estudantes ultrapassarem os limites do aprendizado convencional. A aplicação do modelo nos Espaços 4.0 possibilitou a análise detalhada de quatro dimensões que compõem a aprendizagem *Maker*:

- *Pensar/Think*: Os dados indicaram um aprimoramento significativo na capacidade dos estudantes de identificar problemas e planejar soluções criativas, demonstrando um fortalecimento do pensamento crítico.

- *Fazer/Make*: As atividades práticas proporcionaram o desenvolvimento de competências técnicas e colaborativas, com 84% dos participantes relatando maior engajamento em projetos práticos.
- *Melhorar/Improve*: A fase de refinamento incentivou reflexões críticas, com 72% dos estudantes afirmando que as iterações constantes melhoraram significativamente seus projetos.
- *Explorar/Explore*: A fase de exploração, destacada como diferencial no modelo TMI-E, possibilitou a exploração de ferramentas avançadas e contextos inovadores, o que proporcionou uma experiência mais autônoma e criativa. A análise qualitativa indicou que essa etapa incentivou a aplicação prática de conhecimentos adquiridos, a descoberta de novas soluções e a reflexão crítica sobre as próprias aprendizagens. Além disso, a integração com comunidades e práticas colaborativas foi considerada essencial para o enriquecimento do processo educativo nos Espaços 4.0.

Essas dimensões fortaleceram o protagonismo estudantil e a autoconfiança no percurso de aprendizagem *Maker*, conforme as evidências qualitativas e quantitativas obtidas ao longo desse estudo. Ainda assim, surgiram entraves estruturais, especialmente relacionados à infraestrutura e à limitação de recursos, apontados por estudantes e monitores como barreiras que dificultam a adoção plena das propostas pedagógicas inspiradas na Cultura *Maker*.

Também como destaque, os achados ressaltam desafios relativos às questões raciais, socioeconômicas e de gênero. Embora o acesso aos cursos tenha sido majoritariamente de pessoas em situação de vulnerabilidade, observou-se que estudantes de baixa renda, mulheres e estudantes autodeclarados negros ou pardos enfrentaram dificuldades adicionais em comparação a outros grupos. Esses dados sublinham a importância de adotar estratégias de inclusão e equidade, assegurando que todos os participantes possam aproveitar integralmente o potencial transformador dos Espaços 4.0.

Esses obstáculos apontam a urgência de investimentos estruturais e políticas públicas inclusivas, que garantam recursos adequados, formação contínua dos professores e monitores, e maior sensibilidade às demandas dos alunos mais vulneráveis. A carência de condições ideais não apenas inviabiliza práticas pedagógicas inovadoras, mas também reforça desigualdades preexistentes, sobretudo em regiões socialmente desfavorecidas.

Conclui-se, portanto, que os Espaços 4.0 possuem amplo potencial de transformação na formação de estudantes para a Sociedade 4.0, ao conciliar metodologias colaborativas e tecnologias de ponta. Entretanto, sua plena eficácia depende de ações políticas e institucionais que enfrentem tanto as limitações estruturais quanto as desigualdades socioeconômicas e culturais, fortalecendo o compromisso com uma Educação inclusiva, equitativa e voltada para a inovação.

11.1. IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM ALAGOAS E A FORMAÇÃO PARA A SOCIEDADE 4.0

Os cenários de aprendizagem *Maker* observados nos Espaços 4.0 do IFAL demonstram um potencial significativo para integrar, de maneira simultânea, competências técnicas e socioemocionais. A ênfase no protagonismo discente, típica desses ambientes, transcendeu o desenvolvimento de habilidades práticas: os estudantes passaram a reportar maior confiança em suas capacidades, fruto das vivências mão na massa. Esse processo contribui para a formação de indivíduos críticos e criativos, capazes de encarar demandas contemporâneas e de se inserirem mais solidamente no mundo do trabalho.

O compromisso com a inclusão emerge como um alicerce fundamental dos Espaços 4.0. A participação ativa de discentes oriundos de escolas públicas, contextos socioeconômicos vulneráveis e distintas trajetórias raciais atesta a vocação desses espaços para democratizar o acesso educativo. A pesquisa evidenciou um alinhamento claro com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4, 5 e 10, na medida em que promove Educação de qualidade, combate desigualdades e fomenta a inovação tecnológica inclusiva. Ainda assim, falhas de infraestrutura, escassez de recursos e irregularidade de investimentos se destacam como barreiras que podem comprometer a consolidação dessas boas práticas.

Para superar esses obstáculos, torna-se indispensável a adoção de políticas públicas e estratégias educacionais robustas, capazes de enfrentar as desigualdades de maneira sistêmica. A implementação de ações que mitiguem disparidades socioeconômicas e raciais, como investimentos direcionados na infraestrutura dos espaços, na formação constante de professores e monitores, bem como na aquisição de materiais pedagógicos adequados, é determinante para garantir que os Espaços 4.0 possam expressar plenamente seu potencial formativo e inclusivo.

Por fim, é essencial consolidar a inclusão como princípio transversal a todas as dimensões pedagógicas desses ambientes, ampliando o acesso para estudantes de diferentes origens. Os dados coletados nesta pesquisa indicam que a conjunção de tecnologias emergentes, metodologias educacionais arrojadas e um compromisso permanente com a inclusão pode fazer dos Espaços 4.0 um referencial de aprimoramento educacional não apenas para Alagoas, mas também para o cenário nacional.

11.2. IMPORTÂNCIA DA INOVAÇÃO EDUCACIONAL E DOS *ESPAÇOS MAKER*

Os Espaços 4.0 se destacaram-se como ambientes formativos que aproximam teoria e prática de maneira inovadora, promovendo um desenvolvimento simultâneo de competências técnicas e socioemocionais. A pesquisa reforça que esses espaços propiciam vivências autênticas, aproximando os estudantes de práticas que estimulam a criatividade, o pensamento crítico e a colaboração — atributos fundamentais para atender às necessidades da Sociedade 4.0 e acompanhar as transformações do mercado de trabalho.

Para ampliar os impactos positivos desses espaços, é indispensável estabelecer um compromisso institucional firme com a qualidade e a equidade. Isso envolve desde investimentos contínuos em infraestrutura moderna até a elaboração de currículos sintonizados com as demandas tecnológicas e sociais do século XXI. Nesse sentido, a formação continuada de educadores e monitores exerce papel crucial ao capacitá-los para aplicar metodologias que apostem na inovação e posicionem os estudantes como protagonistas de seu próprio processo de aprendizagem.

É igualmente imprescindível que políticas educacionais inclusivas integrem esse cenário, a fim de tornar os benefícios dos Espaços 4.0 verdadeiramente acessíveis a todos. Recursos adequados para reforçar a infraestrutura, adquirir materiais pedagógicos adaptados e responder às necessidades de grupos historicamente sub-representados são elementos que podem reduzir desigualdades e reforçar a justiça educacional. Nesse contexto, a priorização de alunos de baixa renda e de contextos raciais e sociais vulneráveis deve ser encarada como estratégia-chave para democratizar o acesso.

Também se faz necessária a implementação de programas que incentivem a

participação ativa de minorias, garantindo a pluralidade de vozes e perspectivas nos Espaços 4.0. Dessa forma, não apenas se fortalece o acesso à educação tecnológica inovadora, como também se cria um ambiente em que as soluções desenvolvidas sejam mais criativas e socialmente relevantes.

Com isso em mente, para que os Espaços 4.0 realmente funcionem como catalisadores de uma educação transformadora, torna-se imprescindível que políticas públicas e estratégias institucionais coloquem a inovação e a inclusão como eixos centrais. Somente assim se pode maximizar o potencial oferecido por esses espaços, promovendo não apenas o avanço técnico, mas também uma reformulação pedagógica que atenda às urgências sociais e regionais.

Ao conjugar tecnologias emergentes, abordagens pedagógicas centradas no estudante e um compromisso efetivo com a redução de desigualdades, os Espaços 4.0 evidenciaram-se como um modelo promissor para a educação contemporânea. Porém, alcançar todo esse potencial demanda esforços articulados entre instituições, governos e comunidades, assegurando a sustentabilidade e a acessibilidade de tais iniciativas. Dessa maneira, é possível não apenas responder aos desafios da Sociedade 4.0, mas também contribuir para a construção de uma sociedade mais equitativa, inclusiva e inovadora.

11.3. PERSPECTIVAS FUTURAS

Diante das limitações identificadas neste estudo, torna-se importante conduzir pesquisas longitudinais que acompanhem o percurso dos estudantes após sua passagem pelos Espaços 4.0. Essas investigações permitiriam uma análise mais aprofundada dos efeitos de longo prazo desses ambientes, abrangendo tanto as trajetórias acadêmicas quanto as profissionais. Para contemplar essas múltiplas dimensões, recomenda-se a adoção de metodologias mistas, aliando métricas quantitativas — como desempenho escolar, taxas de conclusão ou inserção no mercado de trabalho — a abordagens qualitativas, por exemplo, entrevistas em profundidade e grupos focais com estudantes, professores e monitores. Essa combinação de métodos possibilita a integração dos aspectos objetivos e subjetivos do processo de ensino e aprendizagem, ampliando a riqueza dos achados.

Ampliar o alcance das pesquisas futuras, abrangendo diferentes instituições e contextos regionais, também é relevante. Esse movimento pode gerar contribuições

acerca dos desafios e potencialidades na implementação dos Espaços 4.0 em realidades diversas, contribuindo para a identificação de boas práticas e de possíveis obstáculos específicos. Em especial, é fundamental investigar estratégias que promovam maior equidade racial e socioeconômica, enfrentando desigualdades estruturais e estendendo o acesso às tecnologias e práticas pedagógicas inovadoras. O aprofundamento dessas questões tem o potencial de oferecer subsídios para a elaboração de políticas públicas que assegurem uma Educação inclusiva e mais justa.

Outro passo promissor envolve avaliar a Classificação FE com Rubrica e o Modelo TMI-E em novos cenários, examinando sua efetividade e adaptabilidade em diferentes contextos institucionais e regionais. Esse movimento de aplicação e validação em múltiplas realidades pode fortalecer o valor desses instrumentos como guias para a implementação da Educação Maker. Além disso, estudos comparativos sobre tais modelos podem fornecer subsídios relevantes para o delineamento de políticas educacionais que priorizem inovação, inclusão e sustentabilidade.

Por fim, uma perspectiva igualmente relevante consiste em analisar como condições estruturais e institucionais impactam os resultados de aprendizagem. Investigar de que maneira melhorias em infraestrutura, formação continuada dos professores e acesso a recursos pedagógicos podem potencializar os benefícios dos Espaços 4.0 é determinante para que esses ambientes cumpram seu papel de transformação educacional. Essa linha de pesquisa deve focar a criação de condições concretas que viabilizem tanto uma aprendizagem significativa quanto a democratização do acesso a uma Educação inovadora e de qualidade.

11.4. CONCLUSÕES FINAIS

Esta pesquisa consolida um marco significativo na análise das contribuições dos Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), demonstrando seu papel transformador no fortalecimento da Educação *Maker* e no desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais nos estudantes e monitores. O modelo TMI-E destacou-se como um instrumento metodológico central, promovendo uma visão ampliada da aprendizagem *Maker* e fortalecendo os pilares da autonomia, criatividade e inovação.

Os resultados evidenciaram que, nos cenários analisados, os estudantes experimentaram ganhos significativos em aspectos como identificação de problemas,

desenvolvimento de soluções práticas, refinamento iterativo de projetos e, especialmente, na exploração de novas tecnologias e conhecimentos. O papel dos monitores revelou-se fundamental na mediação dessas aprendizagens, contribuindo para a construção de um ambiente colaborativo e inclusivo. Contudo, a pesquisa também identificou desafios estruturais que, quando não enfrentados, podem limitar o impacto desses espaços, como insuficiência de recursos e desigualdades socioeconômicas, de gênero e raciais entre os participantes.

Uma das principais contribuições práticas da pesquisa é o reforço da necessidade de políticas públicas que garantam a sustentabilidade dos Espaços 4.0. Investimentos em infraestrutura, formação docente e monitoramento contínuo são indispensáveis para ampliar o alcance e a eficácia dessas iniciativas. Além disso, estratégias direcionadas à inclusão de grupos historicamente sub-representados, como estudantes de baixa renda, negros e pardos e mulheres, são essenciais para garantir que os benefícios da Educação *Maker* sejam amplamente democratizados.

Por fim, esta tese aponta que os Espaços 4.0 do IFAL não apenas potencializam o aprendizado prático e crítico, mas também oferecem um modelo replicável para outras instituições educacionais. Ao conectar tecnologias avançadas e práticas pedagógicas inovadoras, esses ambientes representam uma ferramenta estratégica para o preparo de jovens para a Sociedade 4.0, contribuindo para a redução de desigualdades e a construção de uma Educação mais inclusiva, equitativa e *Maker*.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. H.; CAVALCANTE, P. S. Ensino e Aprendizagem através de *Makerspaces*: uma Revisão Sistemática da Literatura. Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, p. 311-322, 2023.
- ALBUQUERQUE, C. H.; CAVALCANTE, P.; FERREIRA, L.; PEREIRA, R.; ALMEIDA, F. Inclusão Tecnológica de Estudantes com Necessidades Específicas: um Relato de Experiência em *Espaços Maker* do Instituto Federal de Alagoas. In Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola, (pp. 353-363). Porto Alegre: SBC. doi:10.5753/wie.2023.234485, 2023
- ALEIXO, Adriana Alves. Cultura *Maker* em contextos educativos: um estudo de caso em escolas municipais do Recife. Tese de Doutorado, Universidade do Minho, 2021.
- ALMEIDA, João Felipe de. Contribuições do Laboratório *Maker* para o Processo de Ensino e Aprendizagem no Ensino Médio Integrado no Instituto Federal do Acre. Dissertação de Mestrado, Instituto Federal do Acre, 2021.
- ALMEIDA, Maria das Neves de. *Espaços Maker* como potencializadores da criatividade, ludicidade e compartilhamento de ideias no contexto acadêmico. 2019.
- ALMEIDA, Anselmo Daniel Campos; WUNSCH, Luana Priscila; MARTINS, Emanuele Bittencourt. Aprendizagem criativa e a Educação *Maker*: análise de boas práticas. Dialogia, n. 40, p. e21067-e21067, 2022.
- ANDRADE, Bruno Carneiro; VIDAL, Eloisa Maia. O papel dos monitores nas políticas de Educação em tempo integral no Brasil. Revista Exitus, v. 13, p. e023049-e023049, 2023.
- ANDERSON, Chris. *Maker: a nova revolução industrial*. Tradução de: SERRA, ACC Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- BARTON, A. C.; TAN, E.; GREENBERG, D. The *Makerspace* movement: sites of possibilities for equitable opportunities to engage underrepresented youth in STEM. Teachers College Record, v. 119, n. 6, p. 1-44, 2017.
- BEVAN, B. *et al.* Learning through STEM-rich tinkering: findings from a jointly negotiated research project taken up in practice. Science Education, v. 99, n. 1, p. 98-120, 2015.
- BLEY, Dagmar Heil Pocrifka; CARVALHO, Ana Beatriz Gomes. Ciclos de codificação e o software Atlas ti: uma parceria criativa para análise de dados qualitativos em pesquisas sobre o uso das tecnologias digitais no campo da Educação. Em Teia: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana, v. 10, n. 1, p. 9, 2019.
- BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. (Eds.). *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013. p. 1-21.

BLIKSTEIN, Paulo. Gears of our childhood: constructionist toolkits, robotics, and physical computing, past and future. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTION DESIGN AND CHILDREN, 12., 2013, New York. Proceedings [...]. New York: ACM, 2013b. p. 173-182.

BLIKSTEIN, Paulo. *Maker Movement in Education: History and Prospects*. In: LAGE, M. J.; CLAPP, J. (Eds.). *Making Education: Reimagining Learning Through Maker-Centered Education*. Cambridge, MA: Harvard Education Press, 2018. p. 19-32.

BLIKSTEIN, Paulo; KRANNICH, Dennis. The *Maker'* movement and *FabLabs* in education: experiences, technologies, and research. In: Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children. 2013. p. 613-616.

BONWELL, Charles C.; EISON, James A. Active learning: Creating excitement in the classroom. 1991 ASHE-ERIC higher education reports. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183, 1991.

BORGES, Karen Selbach. Um estudo sobre pensamento formal no contexto dos *Makerspaces* educacionais. 2018. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/001083272>. Acesso em: 03 out. 2024.

BOWLER, L.; CHAMPAGNE, R. *Mindful Makers: question prompts to help guide young peoples' critical technical practices in Makerspaces*. *Library and Information Science Research*, v. 38, n. 2, p. 117-124, 2016.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues; STRECK, Danilo R. *Pesquisa participante: a partilha do saber*. São Paulo: Ideias & Letras, 2006.

BRANDELERO, Rodrigo. *Integração da tecnologia e cultura Maker: proposta de reconfiguração de espaço físico do laboratório de experimentação remota-RExLab*. 2019.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: em 03 de janeiro de 2024.

BRASIL. Lei nº 12.852, de 12 agosto de 2013. Institui o Estatuto da Juventude e dispõe sobre os direitos dos jovens, os princípios e diretrizes das políticas públicas de juventude e o Sistema Nacional de Juventude – SINAJUVE. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12852.htm. Acesso em 29 de maio de 2023.

BRASIL. Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003. Diário Oficial da União:

seção 1, Brasília, DF, 22 dez. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação nacional. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: em 03 de janeiro de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. Secretaria Nacional da Juventude. Espaço 4.0 - Secretaria Nacional de Juventude. 36 p. 2020.

BRASIL. Secretaria de Comunicação Social. Taxa de desemprego fecha 2023 em 7,8%, menor patamar desde 2014. Gov.br, 31 jan. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2024/01/taxa-de-desemprego-fecha-2023-em-7-8-menor-patamar-desde-2014>. Acesso em: 02 out. 2024.

BREMGARTNER, Vitor *et al.* Aprendizagem baseada em projetos aplicada a cursos de formação inicial e continuada em Cultura *Maker*. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, p. 1943-1957, 2022.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention. In: *FABLABS: of machines, Makers and inventors*. 2013a. p. 203-222.

BURTET, Cecília Gerhardt. (Re)pensando a inovação e o conceito de inovação inclusiva: um estudo do movimento *Maker* no Brasil à luz da teoria ator-rede. 2019.

CARITÁ, Edilson Carlos *et al.* Avaliação da aprendizagem por meio de rubrica em curso de engenharia de produção. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 9, p. 14911-14921, 2019.

CERQUEIRA, Daniel Ricardo de Castro Coordenador *et al.* Atlas da violência 2021. Brasília: IPEA, 2021. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11004/1/Atlas_da_violencia_2021.pdf. Acesso em 10 de outubro de 2023.

CHAN, Natalie; CHAN, Ryan. Student Tutor Programs in Academic *Makerspaces*: Best Practices and Challenges. 7th International Symposium on Academic *Makerspaces*, 2023.

CHESBROUGH, Henry. The logic of open innovation: managing intellectual property. *California management review*, v. 45, n. 3, p. 33-58, 2003.

CLAPP, E.; JIMENEZ, L. *Maker-Centered Learning: Empowering Young People to Shape their Worlds*. San Francisco: Jossey-Bass, 2016.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Complemento à Base Nacional Comum Curricular: Ensino de Computação. Brasília, DF: MEC/CNE, 2022. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer->

cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file. Acesso em: 20/11/2023.

COSTA, Christiane Ogg; PELEGRI, Alexandre Vieira. O design dos *Makerspaces* e dos *FabLabs* no Brasil: um mapeamento preliminar. *Design & Tecnologia*, v. 7, n. 13, p. 57-66, 2017.

COSTA, Evaldo. Industry 5.0 and SDG 9: a symbiotic dance towards sustainable transformation. *Sustainable Earth Reviews*, v. 7, n. 1, p. 4, 2024.

DERMEVAL, D.; COELHO, J. A. D. M.; BITTENCOURT, I. I. Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na Educação. In: *Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa*. SBC, 2020. p. 29-38.

DEVORE, Jay L. Probabilidade e estatística: para engenharia e ciências. Tradução de Joaquim Pinheiro Nunes da Silva. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

DEWEY, John. Experience and education. In: *The educational forum*. Taylor & Francis Group, 1986. p. 241-252.

DINIZ, E. S.; THIELE, J. Modelos de Regressão em R. Clube de Autores, 2021.

DOUGHERTY, Dale. The *Maker* movement. *Innovations: Technology, governance, globalization*, v. 7, n. 3, p. 11-14, 2012.

ELO, Satu; KYNGÄS, Helvi. The qualitative content analysis process. *Journal of advanced nursing*, v. 62, n. 1, p. 107-115, 2008.

EYCHENNE, Fabien; NEVES, Heloisa. *FABLAB: a vanguarda da nova revolução industrial*. São Paulo: Editorial FabLab Brasil, 2013.

FACCA, Carlos Alberto. A contribuição do pensamento do design na formação em Engenharia: o espaço do FabLab como experiência transversal. Tese de Doutorado, Universidade Anhembi Morumbi, 2020.

FARIAS, Pablo Antonio Maia de; MARTIN, Ana Luiza de Aguiar Rocha; CRISTO, Cinthia Sampaio. Aprendizagem ativa na Educação em saúde: percurso histórico e aplicações. *Revista brasileira de Educação médica*, v. 39, p. 143-150, 2015.

FERREIRA, L. F. S.; ALBUQUERQUE, C. H.; PEREIRA, R. I. S.; CAVALCANTE, P. S. Espaços 4.0 e a Educação *Maker*: mapeamento do perfil docente para atuar em cursos de qualificação tecnológica. In: Paula Almeida de Castro; Ruth Brito de Figueiredo melo. (org.). *Gt 19 tecnologias e Educação*. 21ed.Campina Grande: Realize eventos científicos & editora ltda, 2022, v. 19, p. 1-1032.

FIELD, Andy. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage publications limited, 2024.

FLORES, Christa. Constructionism, a Learning Theory and a Model for *Maker* Education. *FabLearn Fellows – FabLearn Blogs*, 2016. Disponível em:

<https://fellows.fablearn.org/constructionism-a-learning-theory-and-a-model-for-Maker-education/>. Acesso em: 09 jan. 2023.

FONSECA, Francisco Wesley de Souza *et al.* Desenvolvimento e implantação de *FabLabs*: um estudo teórico no contexto das regiões norte e nordeste. 2020.

FRANÇA ABREU, Valquíria; OLIVEIRA-MELO, Felipe Guilherme. Tecnologias educacionais utilizadas por monitores dos cursos de engenharia. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 39, 2020.

FREIRE, Paulo. Educação como prática da liberdade. Editora Paz e Terra, 2014.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. Brasil, Paz e Terra, 2021.

FROSCH, Renato. A rede pública de laboratórios de fabricação digital da cidade de São Paulo: as contribuições sociais dos *Espaços Maker* para a perspectiva do conhecimento como um comum. 2020.

GAUER, J. I. S. A Educação 4.0 e seus desdobramentos no processo educativo: saberes sobre a Educação híbrida e *Maker*. 2021.

GAUNTLETT, David. Making is Connecting: The Social Meaning of Creativity, from DIY and Knitting to YouTube and Web 2.0. Cambridge: Polity Press, 2011.

GERSHENFELD, Neil A. Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication. Basic Books (AZ), 2005.

GERSHENFELD, Neil. How to make almost anything: The digital fabrication revolution. *Foreign Aff.*, v. 91, p. 43, 2012.

GONZAGA, Kátia Valéria Pereira. Construindo uma proposta curricular inovadora na Educação básica a partir da Cultura *Maker*. *Revista e-Curriculum*, v. 20, n. 3, p. 1084-1109, 2022.

HAKKINEN, Päivi *et al.* Preparing teacher-students for twenty-first-century learning practices (PREP 21): a framework for enhancing collaborative problem-solving and strategic learning skills. *Teachers and Teaching*, v. 23, n. 1, p. 25-41, 2017.

HALVERSON, Erica Rosenfeld; SHERIDAN, Kimberly. The *Maker* movement in education. *Harvard educational review*, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014.

HATCH, Mark. The *Maker* Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers. McGraw-Hill Professional, New York, NY, 2013.

HAUGHWOUT, M. *et al.* The Hybrid Lab and the Open Collaboration Lab at CCA: MakingSpace for *Makers* at an Art and Design School. *IJAMM*, 2023.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. Metodologia de pesquisa. Porto Alegre: Penso, 2013.

HIRA, Avneet; HYNES, Morgan M. People, means, and activities: A conceptual framework for realizing the educational potential of *Makerspaces*. *Education Research International*, v. 2018, n. 1, p. 6923617, 2018.

HOLANDA, M.; CASTANHO, C. D.; BANDEIRA, I. N.; DA SILVA, D. Relato de experiência da monitoria da disciplina primeira linguagem de programação do departamento de ciência da computação da universidade de Brasília. In *Anais do xxx workshop sobre Educação em computação* (pp. 13-25). SBC.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua): uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101963_informativo.pdf >. Acesso em: 10 de outubro de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua): uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102002_informativo.pdf. Acesso em: 10 de outubro de 2023.

IOANNAU, Andri; GRAVEL, Brian E. Trends, tensions, and futures of *Maker* education research: a 2025 vision for STEM+ disciplinary and transdisciplinary spaces for learning through making. *Educational Technology Research and Development*, v. 72, n. 1, p. 1-14, 2024.

JALALI, Samireh; WOHLIN, Claes. Systematic literature studies: database searches vs. backward snowballing. In: *Proceedings of the ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement (ESEM 2012)*. Lund, Sweden: Association for Computing Machinery, 2012. p. 29-38.

JESUS, Deise Lourenço de; CUNHA, Murilo Bastos da. A evolução do *Makerspace*: uma revisão de literatura. *Em Questão*, v. 28, n. 4, p. 1-25, 2022. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/EmQuestao/article/view/119580>. Acesso em: 13 jan. 2025.

JOSHI, Ankur *et al.* Likert scale: Explored and explained. *British journal of applied science & technology*, v. 7, n. 4, p. 396-403, 2015.

KAFAL, Y.; PEPPLER, K. Youth, Technology, and DIY: Developing Participatory Competencies in Creative Media Production. *Review of Research in Education*, v. 35, p. 89-119, 2011.

KHAMIS, Renato Braz Mehanna; ALVES, Juliana da Silva. A redução das desigualdades no Brasil e o objetivo desenvolvimento sustentável nº 10. *JURIS - Revista da Faculdade de Direito*, v. 28, n. 2, p. 135-154, 2018.

KITCHENHAM, Barbara. Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

LACERDA, Tiago. Uso da metodologia criativa design thinking no processo de aprendizagem em *Espaços Maker* como proposta de produção do conhecimento. Porto Alegre, 2019.

LAGE, P. B. L.; CAVALCANTE, P. S. Modelos de Processos de Ensino e Aprendizagem de Inglês On-line: Uma Revisão da Literatura. In: Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2022, p. 63-73.

LAURENTIS, G. Understanding the key dimensions of the *Maker* movement: a literature review. IJAMM, 1-20, 2022.

LEFEBVRE, Henri. From the production of space. In: Theatre and performance design. Routledge, 2012. p. 81-84.

LEE, Victor R.; FISCHBACK, Liam; CAIN, Ryan. A wearables-based approach to detect and identify momentary engagement in afterschool *Makerspace* programs. Contemporary Educational Psychology, v. 59, p. 101789, 2019.

LIMA, Hugo Cavalcante *et al.* O MOVIMENTO MAKER E A FORMAÇÃO PROFISSIONAL NO CONTEXTO DA REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA. Humanidades & Inovação, v. 10, n. 10, p. 258-269, 2023.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARTIN, L. The promise of the *Maker* movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, v. 5, n. 1, p. 30-39, 2015.

MARTINEZ, Sylvia Libow; STAGER, Gary. Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom. 2nd Expanded and Revised Second ed. Hong Kong: Constructing Modern Knowledge Press, 2019. 324 p. ISBN 978-0997554373.

MEDEIROS, J. Movimento *Maker* na Educação: creative learning, *FabLabs* e a construção de objetos para apoio a atividades educacionais de ciências e tecnologias, no Ensino Fundamental 2 (séries finais). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 2018.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 33. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

MONFREDINI, Ieda; FROSS, Ricardo. O *Espaço Maker* em universidades: possibilidades e limites. EccoS Revista Científica, v. 49, n. 1, p. 1-20, 2019.

MOHER, David *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. International journal of surgery, v. 8, n. 5, p. 336-341, 2010.

NEVES, Heloisa Maria Domingues. *Maker* innovation. Do open design e fab labs... às estratégias inspiradas no movimento *Maker*. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade

de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-14072015-112909/>. Acesso em: 06 out. 2024.

NICOLESCU, B. *Manifesto of Transdisciplinarity*. Tradução de Karen-Claire Voss. Albany, NY: State University of New York Press, 2002.

O GLOBO. Desemprego entre jovens de 18 a 24 anos é mais de duas vezes superior à média nacional. O Globo, 22 nov. 2023. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2023/11/22/desemprego-entre-jovens-de-18-a-24-anos-e-mais-de-duas-vezes-superior-a-media-nacional.ghml>. Acesso em: 02 out. 2024.

OLIVER, M. The Role of Academic *Makerspaces* in Fostering Creativity and Innovation. *Journal of Science Education and Technology*, v. 25, n. 3, p. 341-357, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. [S.l.]: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 15 mar. 2024.

PAPERT, Seymour. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. 1980.

PAPERT, Seymour. *A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2007.

PAPERT, S. Situating Constructionism. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, 1991.

PARSIF.AL. About Parsif.al. Disponível em: <https://parsif.al/about/>. Acesso em: 03 out. 2024.

PIAGET, Jean. *Logique et connaissance scientifique*. 1967.

PIAGET, J. *Science of Education and the Psychology of the Child*. New York: Viking Press, 1970.

PRESCOTT, Maximo R. *et al.* Comparing the efficacy and efficiency of human and generative AI: Qualitative thematic analyses. *JMIR AI*, v. 3, p. e54482, 2024.

RAINEY, Katherine *et al.* Race and gender differences in how sense of belonging influences decisions to major in STEM. *International Journal of STEM Education*, v. 5, p. 1-14, 2018.

RESNICK, Mitchel. *Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos*. Penso Editora, 2020.

RYAN, Gery W.; BERNARD, H. Russell. Techniques to identify themes. *Field methods*, v. 15, n. 1, p. 85-109, 2003.

ROSSI, Dorival C.; GONÇALVES, Juliana Aparecida J.; MOON, Rodrigo M. de B. *Movimento Maker e FabLabs: design, inovação e tecnologia em tempo real*. Bauru: UNESP-FAAC, 2019.

SAMPAIO, Rafael Cardoso *et al.* ChatGPT e outras IAs transformarão a pesquisa científica: reflexões sobre seus usos. *Revista de Sociologia e Política*, v. 32, p. e008, 2024.

SALDAÑA, Johnny. *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. 2. ed. London: Sage Publications, 2013.

SANCHO-GIL, J. M.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, F. Insiders Researching the Constraints (Rigidities) and Flexibilities of their Academic Culture. The University of Barcelona Case. *Acta Paedagogica Vilnensia*, v. 39, p. 97-111, 2017.

SCHON, Sandra; EBNER, Martin; KUMAR, Swapna. *The Maker Movement*. Implications of new digital gadgets, fabrication tools and spaces for creative learning and teaching. *eLearning papers*, v. 39, p. 14-25, 2014.

SCHWAB, Klaus. *The fourth industrial revolution*. Crown Currency, 2017.

SHARMA, Gautam. The *Makerspace* phenomenon: A bibliometric review of literature (2012–2020). *International Journal of Innovation and Technology Management*, v. 18, n. 03, p. 2150006, 2021.

SHERIDAN, Kimberly *et al.* Learning in the making: A comparative case study of three *Makerspaces*. *Harvard Educational Review*, v. 84, n. 4, p. 505-531, 2014.

SILVA, Rodrigo Barbosa; MERKLE, Luiz Ernesto. Perspectivas educacionais FabLearn: conceitos e práticas maker no Brasil. In: *FabLearn Conference*. 2016.

SIMIELLI, Lara Elena Ramos; MORAES, Beatriz. ODS 4–Assegurar a Educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. *UM RETRATO DA INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA NO BRASIL*, p. 57, 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação para o ensino de Computação na Educação Básica. Leila Ribeiro, Alberto Castro, Antônio Augusto Fröhlich *et al.* Relatório Técnico nº 001/2019. Porto Alegre: SBC, 2019. Disponível em: <https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/view/60/263/505>. Acesso em: 03 out. 2024.

SOOMRO, Sohail Ahmed *et al.* *Makerspaces* fostering creativity: A systematic literature review. *Journal of Science Education and Technology*, v. 32, n. 4, p. 530-548, 2023.

SOSTER, Tatiana; MOURA, Eliton; BALATON, Mariana. Educação *Maker*: convergência das tecnologias de informação e comunicação na Educação. *Revista Educação-ung-ser*, v. 16, n. 3, p. 28-42, 2021.

SOSTER, T. Revelando as essências da Educação *Maker*: percepções das teorias e das práticas. Tese de doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2018.

SOUSA, Maressa Maria L.; GOMES, Apuena V. A Cultura *Maker* como estratégia para desenvolver as habilidades de leitura e escrita nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: uma Revisão Sistemática da Literatura. Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, p. 1303-1312, 2022.

SOUZA, Paloma Ribeiro de *et al.* Design participativo e colaboração: uma reflexão sobre *Espaços Makers* brasileiros e os processos de aprendizagem. 2020.

STELLA, Ana Lucia *et al.* BNCC e a Cultura *Maker*: uma aproximação na área da matemática para o Ensino Fundamental. Revista InovaEduc, n. 4, p. 1-37, 2018.

STOKES, Donald E. Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation. Brookings Institution Press, 2011.

SULLIVAN, Tracy Noel. Mindful reflection: Does intentional reflection enhance learner creativity and innovation?. 2020. Tese de Doutorado. Northcentral University.

THÉBAUD, Sarah; CHARLES, Maria. Segregation, stereotypes, and STEM. Social Sciences, v. 7, n. 7, p. 111, 2018.v.

TILLMANN, E.; COMIM, F. Os determinantes da decisão entre estudo e trabalho dos jovens no Brasil e a geração Nem-Nem. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2016.

TRIOLA, Mario F. Introdução à estatística. In: Introdução à estatística. 2008. p. xxvi, 310-xxvi, 310.

TUHKALA, A.; WAGNER, M. L.; IVERSEN, O. S.; KÄRKKÄINEN, T. Technology Comprehension—Combining computing, design, and societal reflection as a national subject. International Journal of Child-Computer Interaction, v. 20, p. 54-63, 2019.

TYACK, D.; TOBIN, W. The 'Grammar' of Schooling: Why Has it Been so Hard to Change? American Educational Research Journal, v. 31, n. 3, p. 453-480, 1994.

VAN DER POEL, J. *et al.* *Maker* Education—Theory and Practice in the Netherlands: White paper for Platform *Maker* Education Netherlands. Amsterdam, Netherlands: Waag Technology & Society, 2016.

VAN HOLM, E. J. What are *Makerspaces*, *hackerspaces*, and *fab labs*?. *Journal of Urban Technology*, v. 22, n. 5, p. 65-84, 2015.

VILELA, R. B.; RIBEIRO, A.; BATISTA, N. A. Nuvem de palavras como ferramenta de análise de conteúdo: uma aplicação aos desafios do ensino no mestrado profissional. *Millenium*, v. 2, n. 11, p. 29-36, 2020. DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0211.03.00230>.

VON HIPPEL, Eric. Democratizing innovation. the MIT Press, 2006.

VYGOTSKY, L.S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 2007

VYGOTSKY, Lev. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. 1978.

WILCZYNSKI, Vincent. A classification system for higher education *Makerspaces*. In: 2017 ASEE Annual Conference & Exposition. 2017.

WILCZYNSKI, Vincent; ZINTER, Joseph; WILEN, Larry. Teaching engineering design in an academic *Makerspace*: Blending theory and practice to solve client-based problems. In: 2016 ASEE Annual Conference & Exposition. 2016.

APÊNDICE A

Formulário 1- Avaliação Diagnóstica dos Estudantes - Perfil

Este é um convite para você preencher o formulário:

Avaliação Diagnóstica dos Estudantes - PERFIL

O Espaço 4.0 é um projeto do Instituto Federal de Alagoas, consistindo em ambientes *Maker* em contêineres personalizados que visam oferecer oportunidades para os estudantes colocarem a “mão na massa”. Nesses locais, vocês farão cursos de Qualificação Profissional de acordo com os pilares da Cultura *Maker*: criatividade, colaboratividade, sustentabilidade e escalabilidade - por meio de atividades pautadas pela tecnologia e inovação.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Título da pesquisa: ESPAÇO 4.0: CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM DOS DISCENTES NOS AMBIENTES *MAKER* DO INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS

Pesquisador responsável: [Cassiano Henrique de Albuquerque]
Instituição: [Universidade Federal de Pernambuco / Instituto Federal de Alagoas]

Prezado(a) participante,

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) tem como objetivo fornecer informações detalhadas sobre a pesquisa intitulada "ESPAÇO 4.0: CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM DOS DISCENTES NOS AMBIENTES *MAKER* DO INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS" e solicitar sua autorização para participar do estudo. Antes de prosseguir, é fundamental que você leia atentamente as informações abaixo e tire todas as suas dúvidas antes de decidir se deseja ou não participar.

1. Objetivos da pesquisa:

O objetivo desta pesquisa é investigar a relevância da Educação *Maker* na formação dos alunos, com ênfase na importância da criatividade, autonomia e resolução de problemas. O estudo visa analisar o aprendizado dos estudantes no ambiente *Maker* do Espaço 4.0 do Instituto Federal de Alagoas, a fim de compreender melhor as contribuições e benefícios dessa abordagem educacional.

2. Procedimentos:

Durante sua participação no estudo, você será solicitado(a) a responder dois instrumentos de coleta de dados: a avaliação diagnóstica e o *feedback* final e os relatórios mensais preenchidos pelos monitores. A avaliação diagnóstica será aplicada no primeiro dia de aula de cada turma e o *feedback* final será respondido no último dia de aula de cada turma em cada uma das 06 unidades do Espaço 4.0. Esses instrumentos têm o objetivo de captar informações sobre suas características iniciais, motivações, expectativas, satisfação com a experiência no Espaço 4.0 e permitir um acompanhamento mais próximo do processo de aprendizagem dos alunos.

3. Confidencialidade e anonimato:

As informações fornecidas por você serão tratadas de forma confidencial e seu anonimato será preservado. Os dados coletados serão armazenados em um ambiente seguro, e apenas os pesquisadores terão acesso aos mesmos. Durante a análise e divulgação dos resultados, as informações serão apresentadas de forma agregada, sem revelar a identidade individual dos participantes.

4. Voluntariedade e direito de recusa:

Sua participação nesta pesquisa é voluntária, e você tem o direito de recusar-se a participar ou retirar-se a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo ou penalização. Não há obrigatoriedade ou pressão para participar, e a decisão de participação ou não terá nenhum impacto em seu relacionamento com a instituição ou com os pesquisadores.

5. Esclarecimento de dúvidas e informações adicionais:

Se você tiver alguma dúvida ou precisar de mais informações sobre a pesquisa, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, cujos dados de contato estão indicados abaixo. Você também pode buscar orientação de um profissional de sua confiança antes de decidir participar.

[Dados do Pesquisador para Contato: Cassiano Henrique de Albuquerque, SIAPE 1502364, cassiano.henrique@ufpe.br]

Ao concordar em participar deste estudo, você estará fornecendo seu consentimento para que os dados coletados sejam utilizados para fins acadêmicos e científicos, respeitando os princípios éticos e de privacidade. Você terá acesso aos resultados da pesquisa caso tenha interesse.

Se você concorda em participar é só prosseguir com o preenchimento do formulário. A sua participação nessa pesquisa não é obrigatória.

Eu confirmo que recebi que todas as minhas perguntas foram respondidas de forma satisfatória.

*

- ☐ Concordo em participar
- ☐ Não concordo em participar

1 - Nome completo: *

2- Qual a sua idade? *

3- Em que tipo de instituição você estuda/estudou? *

- ☐ Escola ou faculdade/universidade PÚBLICA
- ☐ Escola ou faculdade/universidade PARTICULAR

4- Em qual turno você fará esse curso do Espaço 4.0? *

- ☐ Manhã
- ☐ Tarde
- ☐ Noite

5- Qual é o seu curso? *

6- Em qual Espaço 4.0 você fará este curso? *

- ☐ Arapiraca
- ☐ Maragogi
- ☐ Palmeira dos Índios
- ☐ Santana do Ipanema
- ☐ São Miguel dos Campos
- ☐ Viçosa

7- Qual a sua renda familiar? *

- ☐ Até R\$1000,00 reais
- ☐ Entre R\$ 1000,00 e R\$ 2000,00
- ☐ Entre R\$ 2000,00 e R\$ 4000,00
- ☐ Entre R\$ 4000,00 e R\$ 6000,00
- ☐ Entre R\$ 6000,00 e R\$ 8000,00
- ☐ Entre R\$ 8000,00 e R\$ 10000,00
- ☐ Mais de R\$ 10000,00

8- Qual sua maior Formação Acadêmica? *

- ☐ Ensino Fundamental completo
- ☐ Ensino Médio completo
- ☐ Nível Técnico completo
- ☐ Graduação completa
- ☐ Pós-graduação/Especialização completa
- ☐ Mestrado completo
- ☐ Doutorado completo

9- Qual o seu gênero? *

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Outro:

10- Qual a sua raça?

- ☐ Branca
- ☐ Negra
- ☐ Parda
- ☐ Amarela
- ☐ Indígena

11- Você já conhecia algum *Espaço Maker* antes do Espaço 4.0? *

- ☐ Não
- ☐ Sim

12- Numa escala de zero a 10 (dez), sendo zero NENHUMA IMPORTÂNCIA e 10(dez) TOTAL IMPORTÂNCIA, que número você daria para a importância desse curso ser? *

	0	2	4	6	8	10
Divertido	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Imersivo (personalizado)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Envolvente (participativo)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Interativo (comunicativo)	☐	☐	☐	☐	☐	☐

13- O que acha de utilizar tecnologias digitais na sala de aula? *

- ☐ Sem importância
- ☐ Pouco importante
- ☐ Importante

- ☒ Muito importante

14- Na sua opinião qual(is) a(a) melhor(es) forma(s) de aprender (Marque quantas opções desejar)? *

- ☐ Observando o professor explicar
- ☐ Através de atividades individuais
- ☐ Através de atividade em grupo
- ☐ Aprender fazendo
- ☐ Através de problemas e/ou projetos
- ☐ Lendo manuais
- ☐ Assistindo vídeos
- ☐ Outro:

15- Qual a principal razão de você estar fazendo esse curso? *

- ☒ Pretendo montar o meu próprio negócio após esse curso
- ☒ Buscar uma oportunidade de emprego nesta área
- ☒ Buscar uma oportunidade de emprego em outra área
- ☒ Apenas para aumentar meus conhecimentos nessa temática
- ☒ Outro:

16- Avalie as afirmações a seguir sobre o aprendizado: *

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
O estudante deve ser o elemento mais importante do processo educacional	☐	☐	☐	☐
O professor deve ser o elemento mais importante do processo educacional	☐	☐	☐	☐
O aprendizado deve focar em problemas e projetos	☐	☐	☐	☐
Proporcionar que aluno aprenda fazendo é essencial	☐	☐	☐	☐
Trabalhar em equipe é importante	☐	☐	☐	☐

Cometer
erros é
importante
para o
aprendizado

☐☐☐☐

17- Qual a sua expectativa em fazer esse curso em um Ambiente *Maker* como o Espaço 4.0 ao invés de em uma sala de aula tradicional? *

18- Você já fez algum outro curso no Espaço 4.0? *

- ☐ Não
- ☐ Sim, mas não concluí
- ☐ Sim, e concluí

Enviar

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.
Powered by Google Formulários

APÊNDICE B

Formulário 2 - *Feedback* Final dos Estudantes dos Espaços 4.0

Este é um convite para você preencher o formulário:

Feedback Final dos Estudantes dos Espaços 4.0

O Espaço 4.0 é um projeto do Instituto Federal de Alagoas, consistindo em ambientes *Maker* em contêineres personalizados que visam oferecer oportunidades de formação e qualificação profissional. Nesse questionário você irá avaliar alguns aspectos sobre a sua vivência durante o seu curso no Espaço 4.0.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Título da pesquisa: ESPAÇO 4.0: CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM DOS DISCENTES NOS AMBIENTES *MAKER* DO INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS.

Pesquisador responsável: [Cassiano Henrique de Albuquerque]
Instituição: [Universidade Federal de Pernambuco / Instituto Federal de Alagoas]

Prezado(a) participante,

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) tem como objetivo fornecer informações detalhadas sobre a pesquisa intitulada "ESPAÇO 4.0: CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM DOS DISCENTES NOS AMBIENTES *MAKER* DO INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS" e solicitar sua autorização para participar do estudo. Antes de prosseguir, é fundamental que você leia atentamente as informações abaixo e tire todas as suas dúvidas antes de decidir se deseja ou não participar.

1. Objetivos da pesquisa:

O objetivo desta pesquisa é investigar a relevância da Educação *Maker* na formação dos alunos, com ênfase na importância da criatividade, autonomia e resolução de problemas. O estudo visa analisar o aprendizado dos estudantes no ambiente *Maker* do Espaço 4.0 do Instituto Federal de Alagoas, a fim de compreender melhor as contribuições e benefícios dessa abordagem educacional.

2. Procedimentos:

Durante sua participação no estudo, você será solicitado(a) a responder dois instrumentos de coleta de dados: a avaliação diagnóstica e o *feedback* final e os relatórios mensais preenchidos pelos monitores. A avaliação diagnóstica será aplicada no primeiro dia de aula de cada turma e o *feedback* final será respondido no último dia de aula de cada turma em cada uma das 06 unidades do Espaço 4.0. Esses instrumentos têm o objetivo de captar informações sobre suas características iniciais, motivações, expectativas, satisfação com a experiência no Espaço 4.0 e permitir um acompanhamento mais próximo do processo de aprendizagem dos alunos.

3. Confidencialidade e anonimato:

As informações fornecidas por você serão tratadas de forma confidencial e seu anonimato será preservado. Os dados coletados serão armazenados em um ambiente seguro, e apenas os pesquisadores terão acesso aos mesmos. Durante a análise e divulgação dos resultados, as informações serão apresentadas de forma agregada, sem revelar a identidade individual dos participantes.

4. Voluntariedade e direito de recusa:

Sua participação nesta pesquisa é voluntária, e você tem o direito de recusar-se a participar ou retirar-se a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo ou penalização. Não há obrigatoriedade ou pressão para participar, e a decisão de participação ou não, não terá nenhum impacto em seu relacionamento com a instituição ou com os pesquisadores.

5. Esclarecimento de dúvidas e informações adicionais:

Se você tiver alguma dúvida ou precisar de mais informações sobre a pesquisa, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, cujos dados de contato estão indicados abaixo. Você também pode buscar orientação de um profissional de sua confiança antes de decidir participar.

[Dados do Pesquisador para Contato: Cassiano Henrique de Albuquerque, SIAPE 1502364, cassiano.henrique@ufpe.br]

Ao concordar em participar deste estudo, você estará fornecendo seu consentimento para que os dados coletados sejam utilizados para fins acadêmicos e científicos, respeitando os princípios éticos e de privacidade. Você terá acesso aos resultados da pesquisa caso tenha interesse.

Se você concorda em participar é só prosseguir com o preenchimento do formulário. A sua participação nessa pesquisa não é obrigatória.

Eu confirmo que recebi que todas as minhas perguntas foram respondidas de forma satisfatória.

*

- ☐ Concordo em participar
- ☐ Não concordo em participar

1 - Nome completo: *

2- Qual a sua idade? *

3- Em qual o Espaço 4.0 em que você estudou aqui neste curso? *

- ☐ Arapiraca
- ☐ Maragogi
- ☐ Palmeira dos Índios
- ☐ Santana do Ipanema
- ☐ São Miguel dos Campos
- ☐ Viçosa

4- Em qual turno você estudou? *

- ☐ Manhã
- ☐ Tarde
- ☐ Noite

5- Qual foi o seu curso/turma? *

6- Qual é a sua maior Formação Acadêmica? *

- ☐ Ensino Fundamental completo
- ☐ Ensino Médio completo

- ☐ Nível Técnico completo
- ☐ Graduação completa
- ☐ Pós-graduação/Especialização completa
- ☐ Mestrado completo
- ☐ Doutorado completo

7- Qual é a sua renda familiar? *

- ☐ Até R\$ 999,00
- ☐ Entre R\$ 1000,00 e R\$ 1999,00
- ☐ Entre R\$ 2000,00 e R\$ 3999,00
- ☐ Entre R\$ 4000,00 e R\$ 5999,00
- ☐ Entre R\$ 6000,00 e R\$ 9999,00
- ☐ Mais de R\$ 10000,00

8- Em que tipo de instituição você estuda/estudou? *

- ☐ Escola ou faculdade/universidade PÚBLICA
- ☐ Escola ou faculdade/universidade PARTICULAR

9- Qual é o seu gênero? *

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Outro:

10- Qual é a sua raça?

- ☐ Branca
- ☐ Negra
- ☐ Parda
- ☐ Amarela
- ☐ Indígena

11- Indique o seu grau de satisfação em cada item a seguir. *

	Muito satisfeito	Satisfeito	Insatisfeito	Muito insatisfeito
Duração do curso	☐	☐	☐	☐
Horário do curso	☐	☐	☐	☐
Organização do curso	☐	☐	☐	☐
Professor	☐	☐	☐	☐
Monitores	☐	☐	☐	☐
Conteúdo do curso	☐	☐	☐	☐
Infraestrutura do Espaço 4.0	☐	☐	☐	☐

12 - Indique o seu nível de satisfação em cada item de acordo com sua atuação neste curso: *

	Muito insatisfeito	Insatisfeito	Satisfeito	Muito Satisfeito
Dedicação ao curso	☐	☐	☐	☐
Realização das atividades	☐	☐	☐	☐
Participação durante as aulas	☐	☐	☐	☐
Interação com os meus colegas de turma	☐	☐	☐	☐
Interação com os monitores	☐	☐	☐	☐
Frequência	☐	☐	☐	☐

13- Na sua opinião esse curso foi: *

	Nunca	Raramente	Frequentemente	Muito Frequentemente
Divertido	☐	☐	☐	☐
Imersivo (personalizado)	☐	☐	☐	☐
Envolvente (participativo)	☐	☐	☐	☐
Interativo (comunicativo)	☐	☐	☐	☐

14- Avalie os aspectos a seguir: *

	Nunca	Raramente	Frequentemente	Muito Frequentemente
Aprendi sobre criatividade durante o curso	☐	☐	☐	☐
Aprendi sobre colaboração durante o curso	☐	☐	☐	☐
Aprendi sobre sustentabilidade durante o curso	☐	☐	☐	☐
Aprendi sobre escalabilidade durante o curso	☐	☐	☐	☐

15- Avalie os aspectos a seguir: *

	Nunca	Raramente	Frequentemente	Muito Frequentemente
Durante o curso os alunos foram o centro do	☐	☐	☐	☐

ensino e aprendizagem;				
Durante o curso eu tive autonomia;	☐	☐	☐	☐
Durante o curso eu fui incentivado a refletir;	☐	☐	☐	☐
Durante o curso eu trabalhei com problemas reais;	☐	☐	☐	☐
Durante o curso eu trabalhei em equipe;	☐	☐	☐	☐
Durante o curso eu trabalhei com tecnologias inovadoras	☐	☐	☐	☐
Durante o curso o professor agiu como mediador, facilitador.	☐	☐	☐	☐
Durante o curso o professor foi o centro do ensino e aprendizagem;	☐	☐	☐	☐

16- Na sua opinião quais as suas principais dificuldades durante este curso? (Marque no máximo 03 opções) *

- ☐ O transporte para assistir as aulas
- ☐ Horário do curso
- ☐ Desinteresse pelo curso
- ☐ A forma que o professor ensina
- ☐ Dificuldade de compreender o conteúdo do curso
- ☐ Trabalhar junto com meus colegas de turma
- ☐ As avaliações do curso
- ☐ Dificuldades familiares
- ☐ Não tive nenhuma dificuldade
- ☐ Outro:

17- O que você pretende fazer agora que concluiu este curso? *

- ☒ Pretendo montar o meu próprio negócio com os conhecimentos adquiridos

- ☐ Buscar uma oportunidade de emprego nesta área
- ☐ Buscar uma oportunidade de emprego em outra área
- ☐ Pretendo aumentar meus conhecimentos nessa temática fazendo outros cursos

- ☐ Outro:

18- Avalie as afirmações a seguir sobre o curso: *

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Eu produzi um protótipo neste curso	☐	☐	☐	☐
Desenvolvi um projeto neste curso	☐	☐	☐	☐
Trabalhei com resolução de problemas neste curso	☐	☐	☐	☐
Eu fiz/construí alguma coisa sozinho neste curso	☐	☐	☐	☐
Eu fiz/construí alguma coisa em equipe neste curso	☐	☐	☐	☐
Estar no Espaço 4.0 em contêiner fez o curso ficar mais interessante	☐	☐	☐	☐

19- Qual a melhor experiência que você teve durante esse curso? O que lhe marcou positivamente? *

20- Você acha que estudar neste Ambiente *Maker* ajudará você em outros cursos futuros? Por quê? *

21- Você já fez algum outro curso anteriormente no Espaço 4.0? *

- ☐ Não
- ☐ Sim, mas não concluí
- ☐ Sim, e concluí o curso

ELOGIOS / SUGESTÕES / CRÍTICAS / OBSERVAÇÕES:



Enviar

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.
Powered by Google Formulários

APÊNDICE C

Formulário 3 - Relatório Mensal dos Monitores dos Cursos do Espaço 4.0

Este é um convite para você preencher o formulário:

REGISTRO MENSAL

Relatório Mensal dos Monitores dos Cursos do Espaço 4.0

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Título da pesquisa: ESPAÇO 4.0: CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM DOS DISCENTES NOS AMBIENTES *MAKER* DO INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS

Pesquisador responsável: [Cassiano Henrique de Albuquerque]
Instituição: [Universidade Federal de Pernambuco / Instituto Federal de Alagoas]

Prezado(a) participante,

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) tem como objetivo fornecer informações detalhadas sobre a pesquisa intitulada "ESPAÇO 4.0: CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM DOS DISCENTES NOS AMBIENTES *MAKER* DO INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS" e solicitar sua autorização para participar do estudo. Antes de prosseguir, é fundamental que você leia atentamente as informações abaixo e tire todas as suas dúvidas antes de decidir se deseja ou não participar.

1. Objetivos da pesquisa:

O objetivo desta pesquisa é investigar a relevância da Educação *Maker* na formação dos alunos, com ênfase na importância da criatividade, autonomia e resolução de problemas. O estudo visa analisar o aprendizado dos estudantes no ambiente *Maker* do Espaço 4.0 do Instituto Federal de Alagoas, a fim de compreender melhor as contribuições e benefícios dessa abordagem educacional.

2. Procedimentos:

Durante sua participação no estudo, você será solicitado(a) a responder dois instrumentos de coleta de dados: a avaliação diagnóstica e o *feedback* final e os relatórios mensais preenchidos pelos monitores. O relatório mensal será aplicado mensalmente e será respondido pelos monitores do projeto Espaço 4.0 em cada uma das 06 unidades do Espaço 4.0. Esse instrumento tem o objetivo de captar informações sobre suas características iniciais, motivações, expectativas, satisfação com a experiência no Espaço 4.0 e permitir um acompanhamento mais próximo do processo de aprendizagem dos alunos.

3. Confidencialidade e anonimato:

As informações fornecidas por você serão tratadas de forma confidencial e seu anonimato será preservado. Os dados coletados serão armazenados em um ambiente seguro, e apenas os pesquisadores terão acesso aos mesmos. Durante a análise e divulgação dos resultados, as informações serão apresentadas de forma agregada, sem revelar a identidade individual dos participantes.

4. Voluntariedade e direito de recusa:

Sua participação nesta pesquisa é voluntária, e você tem o direito de recusar-se a participar ou retirar-se a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo

ou penalização. Não há obrigatoriedade ou pressão para participar, e a decisão de participação ou não terá nenhum impacto em seu relacionamento com a instituição ou com os pesquisadores

5. Esclarecimento de dúvidas e informações adicionais:

Se você tiver alguma dúvida ou precisar de mais informações sobre a pesquisa, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, cujos dados de contato estão indicados abaixo. Você também pode buscar orientação de um profissional de sua confiança antes de decidir participar.

[Dados do Pesquisador para Contato: Cassiano Henrique de Albuquerque, SIAPE 1502364, cassiano.henrique@ufpe.br]

Ao concordar em participar deste estudo, você estará fornecendo seu consentimento para que os dados coletados sejam utilizados para fins acadêmicos e científicos, respeitando os princípios éticos e de privacidade. Você terá acesso aos resultados da pesquisa caso tenha interesse.

Se você concorda em participar é só prosseguir com o preenchimento do formulário. A sua participação nessa pesquisa não é obrigatória.

Eu confirmo que recebi que todas as minhas perguntas foram respondidas de forma satisfatória.

*

- ☐ Concordo em participar
- ☐ Não concordo em participar

1- Selecione o mês: *

2- Nome do Monitor que está preenchendo o Relatório: *

3- Selecione o seu Campus: *

4- Principal turno de atuação na monitoria: *

5- Com relação aos cursos avalie os seguintes aspectos desse mês no Espaço 4.0:

	Nunca	Raramente	Frequentemente	Sempre
O aprendizado foi Divertido:	☐	☐	☐	☐
O aprendizado foi Imersivo (personalizado):	☐	☐	☐	☐
O aprendizado foi Envolvente (participativo):	☐	☐	☐	☐
O aprendizado foi Interativo (comunicativo):	☐	☐	☐	☐
O aprendizado foi <i>Maker</i> (aprender):	☐	☐	☐	☐

fazendo):

6- Avalie cada item a seguir neste mês: *

	Muito insatisfeito	Insatisfeito	Satisfeito	Muito satisfeito
Carga horária do curso	☐	☐	☐	☐
Horário do curso	☐	☐	☐	☐
Organização do curso	☐	☐	☐	☐
Professor	☐	☐	☐	☐
Conteúdo do curso	☐	☐	☐	☐
Infraestrutura do Espaço 4.0	☐	☐	☐	☐

7- Em relação aos alunos da turma indique o seu nível de satisfação em cada item: *

	Muito insatisfeito	Insatisfeito	Satisfeito	Muito Satisfeito
Dedicação ao curso	☐	☐	☐	☐
Realização das atividades	☐	☐	☐	☐
Participação durante as aulas	☐	☐	☐	☐
Interação com os colegas da turma	☐	☐	☐	☐
Interação com os monitores	☐	☐	☐	☐
Frequência	☐	☐	☐	☐

8- Avalie os aspectos a seguir sobre os cursos do Espaço 4.0 nesse mês: *

	Nunca	Raramente	Frequentemente	Muito Frequentemente
Os alunos aprenderam sobre criatividade durante o mês	☐	☐	☐	☐
Os alunos aprenderam sobre colaboração durante o mês	☐	☐	☐	☐
Os alunos aprenderam	☐	☐	☐	☐

sobre
sustentabilidade
durante o mês

Os alunos
aprenderam
sobre
escalabilidade
durante o mês

☐☐☐☐

9- Avalie os aspectos a seguir: *

Nunca

Raramente

Frequentemente

Muito
Frequentemente

Durante o
curso os
alunos foram o
centro do
ensino e
aprendizagem;

☐☐☐☐

Durante esse
mês os alunos
tiveram
autonomia;

☐☐☐☐

Durante esse
mês os alunos
foram
incentivados a
refletir;

☐☐☐☐

Durante esse
mês os alunos
trabalharam
com
problemas
reais;

☐☐☐☐

Durante esse
mês os alunos
em equipe

☐☐☐☐

Durante esse
mês os alunos
trabalharam
com
tecnologias
inovadoras

☐☐☐☐

Durante esse
mês o
professor agiu
como
mediador,
facilitador.

☐☐☐☐

Durante esse
mês o
professor foi o
centro do
ensino e
aprendizagem

☐☐☐☐

10- Na sua opinião quais as principais dificuldades dos alunos durante esse mês no

Espaço 4.0? (Marque no máximo 03 opções) *

- ☐ O transporte para assistir as aulas
- ☐ Horário do curso
- ☐ Desinteresse pelo curso
- ☐ A forma que o professor ensina (didática)
- ☐ Dificuldade de compreender o conteúdo do curso
- ☐ Os alunos trabalharem em equipe
- ☐ As avaliações do curso
- ☐ Dificuldades familiares
- ☐ Não tiveram nenhuma dificuldade
- ☐ Outro:

11- O que foi bom nesse mês? *

12- O que precisa melhorar nesse mês? *

13- Observações Gerais:

Revisar e enviar

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Powered by Google Formulários