



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E
COMUNICAÇÃO

Sandra Behenck Schwanck

Proposta de um *Framework* adaptativo e multinível, derivado do modelo do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), para orientar a implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas de Educação Básica.

Araranguá
2025

Sandra Behenck Schwanck

Proposta de um *Framework* adaptativo e multinível, derivado do modelo do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), para orientar a implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas de Educação Básica.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Tecnologias da Informação e Comunicação.

Orientadora: Prof^a Dr^a Simone Meister Sommer Bilessimo.

Coorientador Prof. Dr. Juarez Bento da Silva

Araranguá

2025

Schwanck, Sandra Behenck

Proposta de um Framework adaptativo e multinível, derivado do modelo do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), para orientar a implementação de Laboratórios Makers em escolas públicas de Educação Básica / Sandra Behenck Schwanck ; orientador, Simone Meister Sommer Bilessimo, coorientador, Juarez Bento da Silva, 2026.

213 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Araranguá, 2026.

Inclui referências.

1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2. Laboratórios maker. 3. Tecnologia. 4. Framework Multinível. 5. Educação Básica. I. Bilessimo, Simone Meister Sommer . II. Silva, Juarez Bento da . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação. IV. Título.

Sandra Behenck Schwanck

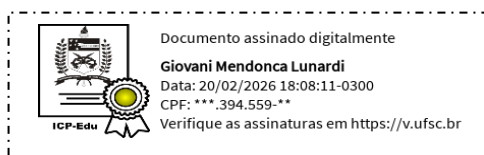
Proposta de um *Framework* adaptativo e multinível, derivado do modelo do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), para orientar a implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas de Educação Básica.

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado, em 10 de dezembro de 2025, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

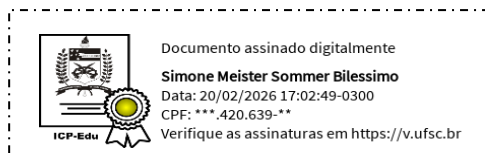
Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Prof.(a) Isabela Nardi da Silva Dr.(a)
Universidad de Vitoria-Gasteiz (EUNEIZ)

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestra em Tecnologias da Informação e Comunicação.



Giovani Mendonça Lunardi, Dr
Coordenação do Programa de Pós-Graduação



Profª Simone Meister Sommer Bilessimo, Dra.
Orientadora

Araranguá, 2025

Este trabalho é dedicado à minha mãe (in memoriam) que sempre me incentivou a estudar e perseguir meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que, de alguma forma, tornaram a realização desta dissertação possível.

Em primeiro lugar, dedico este trabalho à minha família. Ao meu marido Rudinei, por sua infinita paciência, por todo o apoio e ajuda incondicional, e por ser meu porto seguro e consolo nos momentos mais difíceis na realização dessa pesquisa. À minha amada filha, Maria Eduarda, por sua compreensão e carinho diante da minha ausência e dedicação a este projeto.

A minha amiga, Silvana por todo o apoio e pelas considerações valiosas que contribuíram de forma significativa para a elaboração do projeto e em momentos difíceis da pesquisa.

Agradeço imensamente à minha orientadora, Prof^a Dr^a Simone, e ao meu coorientador, Prof^o Dr^o Juarez, pela orientação precisa e pela condução segura que me permitiram chegar ao final desta jornada. Seus ensinamentos e a confiança que depositaram em mim foram essenciais.

Minha gratidão se estende aos professores da UFSC, que, com seu conhecimento e dedicação, foram fundamentais para a minha formação e para a construção do raciocínio científico que culminou neste trabalho. Em especial a Prof^a Dr^a Eliane Pozzebon, que sempre me incentivou nas produções científicas e foi muito prestativa.

Por fim, agradeço a Deus, por me conceder a força e a sabedoria necessárias para superar os desafios e por guiar meus passos em todos os momentos desta caminhada.

“Compreender é inventar.”

Jean Piaget

RESUMO

Diante da presença constante da tecnologia no nosso dia a dia, a educação contemporânea necessita transcender o modelo tradicional, desenvolvendo competências centrais do século XXI, como resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade. Nesse contexto, os Laboratórios *Maker* (LM) surgem como um ambiente capaz de fomentar essas habilidades a partir do protagonismo de criação com o uso de tecnologia na educação básica. Contudo, a simples aquisição de equipamentos não garante o sucesso. A falta de um modelo de implementação e gestão adaptado às realidades estruturais e curriculares brasileiras representa uma barreira significativa. Diante disso, este trabalho está fundamentado na seguinte questão de pesquisa: Como adaptar o *Framework* multinível a partir do modelo do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para orientar a implementação integrada, pedagógica e sustentável de Laboratórios *Maker* em escolas públicas brasileiras? Assim, estabeleceu-se como objetivo geral propor um *Framework* adaptativo e multinível, derivado do modelo do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), para orientar a implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas de Educação Básica brasileiras. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e de natureza aplicada, buscando gerar um produto de conhecimento diretamente útil para a prática: o *Framework*. Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória visando uma compreensão aprofundada dos LM. Os procedimentos metodológicos incluíram pesquisa bibliográfica e análise documental. O trabalho iniciou com a investigação do estado da arte dos LM, analisando seus aspectos estruturais, organizacionais e pedagógicos em contextos diversos. Em seguida, foi realizado um mapeamento dos principais desafios e oportunidades de adoção desses espaços no Brasil. Além disso, foi realizado um levantamento de *Frameworks* existentes na área de tecnologia, justificando a escolha do *Framework* multinível do RExLab. Estas etapas foram fundamentais para a validação do *Framework* proposto. O *Framework* é composto por seis dimensões: pedagógica, tecnológica, de recursos educacionais abertos, institucional, de avaliação e de sustentabilidade e está pautado em sete *Work Packages* (WP): gestão de projetos, fornecimento de recursos e estrutura para aplicação do *Framework*, estratégias relacionadas aos professores, estratégias relacionadas aos alunos, disseminação e exploração de resultados, estratégias de avaliação e estratégias de sustentabilidade. Tanto as dimensões, quanto os sete *Work Packages* foram comparados e alinhados à realidade dos LM. O *Framework* resultante servirá como um instrumento aos gestores que visam instalar esses locais em escolas públicas pelo Brasil. Os resultados mostram que é necessário um conjunto de ações muito bem planejadas para a implantação e que o acompanhamento contínuo é de suma importância para a sustentabilidade das iniciativas *makers*.

Palavras-chave: *Framework* multinível; Laboratórios *Maker*; tecnologia na educação; Educação Básica.

ABSTRACT

In view of the constant presence of technology in our daily lives, contemporary education needs to transcend the traditional model, developing core 21st-century competencies such as problem-solving, critical thinking, and creativity. In this context, Maker Laboratories (ML) emerge as an environment capable of fostering these skills by promoting creative agency through the use of technology in basic education. However, the simple acquisition of equipment does not guarantee success. The lack of an implementation and management model adapted to the structural and curricular realities of Brazil represents a significant barrier. In light of this, this work is grounded in the following research question: How to adapt the multilevel Framework, based on the Remote Experimentation Laboratory (RExLab) model from the Federal University of Santa Catarina (UFSC), to guide the integrated, pedagogical, and sustainable implementation of Maker Laboratories in Brazilian public schools? Thus, the general objective was established as proposing an adaptive and multilevel Framework, derived from the Remote Experimentation Laboratory (RExLab) model, to guide the implementation of Maker Laboratories in Brazilian public Basic Education schools. The research adopts a qualitative and applied approach, seeking to generate a product directly useful for practice: the Framework itself. Regarding the objectives, the research is exploratory, aiming for an in-depth understanding of Maker Laboratories. The methodological procedures included bibliographic research and document analysis. The work began with an investigation of the state-of-the-art of MLs, analyzing their structural, organizational, and pedagogical aspects in diverse contexts. Subsequently, a mapping of the main challenges and opportunities for adopting these spaces in Brazil was carried out. Furthermore, a survey of existing Frameworks in the technology field was conducted, justifying the choice of the RExLab multilevel Framework. These steps were fundamental for the validation of the proposed Framework. The Framework is comprised of six dimensions: pedagogical, technological, open educational resources, institutional, evaluation, and sustainability, and is based on seven Work packages (WP): project management, resource provision and structure for Framework application, strategies related to teachers, strategies related to students, dissemination and exploration of results, evaluation strategies, and sustainability strategies. Both the dimensions and the seven Work packages were compared and aligned with the reality of the ML. The resulting Framework will serve as a tool for administrators who aim to install these spaces in public schools across Brazil. The results show that a set of well-planned actions is necessary for implementation and that continuous monitoring is of paramount importance for the sustainability of maker initiatives.

Keywords: Multilevel Framework; Maker Laboratories; technology in education; Basic Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Avanço das pesquisas sobre Maker e educação.....	21
Figura 2 - Princípios fundamentais do Movimento <i>Maker</i>	37
Figura 3 - <i>Fab Labs</i> no Mundo.....	41
Figura 4 - Visão do LITE.....	53
Figura 5 - Espaço de aprendizagem de expressão artesanal, design e tecnologia modificado	54
Figura 6 - Modelo estrutural dos Laboratórios maker em Santa Catarina	55
Figura 7 - Exemplo de Laboratório <i>Maker</i> implantado em Santa Catarina ...	55
Figura 8 - Oficina móvel.....	60
Figura 9 - Princípios do aprender fazendo	63
Figura 10 - Proposta Curricular.....	69
Figura 11 – Etapas da pesquisa segundo os 5Es	71
Figura 12 - <i>Framework</i> for <i>Maker-Centered Learning</i>	72
Figura 13 - Percepções dos <i>spaceMakers</i> sobre o propósito dos seus <i>Makerspaces</i> educacionais	74
Figura 15 - Modelo de avaliação de aprendizagem em <i>Makerspaces</i>	76
Figura 16 - Dimensões de aprendizagem fazer e tinkering	77
Figura 17 - Currículo x <i>Maker</i>	84
Figura 18 - Processo de aprendizagem	86
Figura 19 - Funções dos professores de laboratório.....	94
Figura 20 - UNESCO <i>Framework</i>	100
Figura 21- <i>Framework</i> de Pisa.....	102
Figura 22 - <i>Framework</i> TIC para a Educação (TIC4E).....	104
Figura 23 - <i>Framework</i> OIP	106
Figura 24 - Modelo TPACK.....	107
Figura 25 - <i>Framework</i> T3	109
Figura 26 - <i>Framework</i> da Sociedade Internacional para Tecnologia na Educação (ISTE)	110
Figura 27 - ACE <i>Framework</i>	112
Figura 28 - <i>Framework</i> RExLab.....	119
Figura 29 - Pacotes de trabalho.....	120
Figura 30 - Classificação da pesquisa	121

Figura 31 - Etapas da pesquisa	123
Figura 32 – Dimensões do <i>Framework</i>	129
Figura 33 – Eixos principais Dimensão Pedagógica	130
Figura 34 – Eixos Dimensão Tecnológica.....	132
Figura 35 – Eixos Dimensão REA	134
Figura 36 – Eixos Dimensão Institucional	135
Figura 37 – Eixos da Dimensão de avaliação	137
Figura 38 – Eixos da Dimensão de sustentabilidade	139
Figura 39 – Etapas atendidas	143
Figura 40 – Recursos Utilizados	143
Figura 41 – Implementação Prática WP1 – Planejamento Estratégico	144
Figura 42: Estrutura de Governança	145
Figura 43: Resultados esperados WP1	147
Figura 44: Implementação Prática do Mapeamento das necessidades estruturais.....	149
Figura 45: Adequações sugeridas para os LM.....	151
Figura 46: Resultados esperados do WP2	153
Figura 47: Implementação Prática Formação Docente em Metodologias <i>Maker</i> e Tecnologias Digitais	156
Figura 48: Resultados esperados do WP3	159
Figura 49: Resultados esperados do WP4	166
Figura 50: Divulgação de Experiências Exitosas.	167
Figura 51: Implementação Prática Eventos Científicos e Mostras <i>Maker</i> ...	169
Figura 52: Implementação Prática- Exploração e Ampliação de Impacto ..	172
Figura 53: Resultados esperados do WP5	173
Figura 54: Indicadores de Desempenho dos LM	174
Figura 55: Resultados esperados do WP6	180
Figura 56: Implementação na prática- Políticas de Continuidade e Expansão	185
Figura 57: Dimensões da Sustentabilidade dos LM	186
Figura 58: Resultados esperados WP7	187
Figura 59: Síntese <i>Framework</i> Multinível do RExLab	188
Figura 60: Desafios dos LM	190
Figura 61: Políticas Públicas	191

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Cinco tendências sociais para a popularização do Movimento <i>Maker</i>	36
Quadro 2- Diferença entre <i>Makerspaces</i> , <i>Hackerspaces</i> e <i>Fab Labs</i>	43
Quadro 3: Modelo de oficina móvel	59
Quadro 4 - Dimensões de um ambiente <i>Maker</i> educacional.....	81
Quadro 5 - Situações desfavoráveis e favoráveis para aplicação das atividades <i>Maker</i>	85
Quadro 6 – Principais programas e projetos RExLab	115
Quadro 7 – Projetos InTecEdu	117
Quadro 8 - Síntese do Alinhamento Metodológico.....	126
Quadro 9 – Resumo dos <i>Work Packages</i> para os LM	141
Quadro 10 – Relações entre as ações e princípios <i>maker</i>	161
Quadro 11: Tipos de instrumentos.....	175

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNC	Computer Numerical Control - Comando Numérico Computadorizado
DIY	Do it yourself
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
IA	Inteligência Artificial
IoT	Internet das Coisas
InTecEdu	Programa de Integração de Tecnologia na Educação
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LED	Laboratório de Educação Digital
MFV	Mapa do Fluxo de Valor
MIT	Massachusetts Institute of Technology
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PCs	Personal Computers
PISA	Programme for International Student Assessment
PPGTIC	Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação
RExLab	Laboratório de Experimentação Remota da UFSC
RUTE	Rede Urbana de Tecnologia e Experimentação
STEM	Science, Technology Engineering and Mathematics
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	17
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO.....	23
1.2.1 <i>Problema de Pesquisa</i>	25
1.3 JUSTIFICATIVA.....	26
1.4 OBJETIVOS.....	27
1.4.1 <i>Objetivo Geral</i>	27
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	28
1.5 INTERDISCIPLINARIDADE E ADERÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	28
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	29
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	31
2.1 O FAZER MAKER E SUAS ORIGENS.....	31
2.1.1 <i>A história do movimento Maker na educação</i>	34
2.1.2 <i>Espaços Makers e suas diferentes nomenclaturas</i>	38
2.2 ABORDAGEM MAKER NO BRASIL.....	44
2.3 ESTADO DA ARTE DOS LABORATÓRIOS MAKER (LM): UMA VISÃO GERAL PELO MUNDO.....	49
2.3.1 <i>Aspectos estruturais e organizacionais dos Laboratórios Maker (LM)</i>	51
2.3.2 <i>Aspectos pedagógicos dos Laboratórios Maker (LM)</i>	61
2.3.3 <i>Formação de professores para atuação em atividades Maker</i>	77
2.4 LABORATÓRIOS MAKER NO BRASIL: UMA VISÃO SOBRE DESAFIOS E OPORTUNIDADES.....	80
2.4.1 <i>Atividades Maker x currículo</i>	82
2.4.2 <i>Professores e os obstáculos enfrentados: formação e tempo</i>	87
2.4.3 <i>Manutenção e investimentos em recursos materiais e humanos</i>	91
2.4.4 <i>Mudanças pedagógicas</i>	94
2.5 FRAMEWORKS PARA IMPLANTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS	97
2.5.1 <i>Frameworks de tecnologia educacional de nível macro</i>	99
2.5.2 <i>Frameworks de tecnologia educacional de nível meso</i>	102
2.5.3 <i>Frameworks de tecnologia educacional de nível micro</i>	106

2.5.4 Frameworks de tecnologia educacional de tecnologia educacional multinível	109
3 FRAMEWORK MULTINÍVEL PARA INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO DO LABORATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO REMOTA (REXLAB/UFSC)	114
3.1 O REXLAB E O PROJETO INTECEDU	114
3.2 FRAMEWORK MULTINÍVEL PARA INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO.....	118
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	121
4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	121
4.2 ETAPAS DA PESQUISA	123
4.2.1 Etapa 1 – Revisão de Literatura e Documental	123
4.2.2 Etapa 2 – Análise Comparativa e Adaptação Teórica	124
4.2.3 Etapa 3 – Construção do Framework Adaptado.....	124
4.3 VALIDAÇÃO TEÓRICA E CONSIDERAÇÕES FINAIS DA METODOLOGIA	125
4.4 ALINHAMENTO ENTRE OBJETIVOS ESPECÍFICOS E METODOLOGIA	126
5 RESULTADOS	128
5.1 PROPOSTA DO FRAMEWORK MULTINÍVEL DO REXLAB À IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS MAKER EM CONTEXTOS EDUCACIONAIS PÚBLICOS BRASILEIROS	128
5.2 DIMENSÕES DO FRAMEWORK MULTINÍVEL ADAPTADO PARA OS LABORATÓRIOS MAKERS	129
5.2.1 Dimensão Pedagógica	130
5.2.2 Dimensão Tecnológica.....	132
5.2.3 Dimensão de Recursos Educacionais Abertos (REA)	133
5.2.5 Dimensão Institucional	135
5.2.6 Dimensão de Avaliação.....	137
5.2.7 Dimensão de Sustentabilidade.....	138
5.3 WORK PACKAGES (WP) APLICADOS AO CONTEXTO MAKER	140
5.3.1 WP1 – Gestão do Projeto.....	141
5.3.2 WP2: Provimento de Recursos e Infraestrutura (Nível Meso).....	147
5.3.3 WP3: Estratégias Relacionadas aos Professores (Nível Micro).....	154

5.3.4 WP4: Estratégias Relacionadas aos Alunos (Nível Micro).....	159
5.3.5 WP5: Disseminação e Exploração de Resultados (Interníveis)	166
5.3.6 WP6: Estratégias de Avaliação (Interníveis).....	173
5.3.7 WP7: Estratégias de Sustentabilidade (Interníveis)	180
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	188
6. DISCUSSÃO.....	190
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	193
REFERÊNCIAS	197

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo dedica-se à contextualização e a problematização da dissertação, além de delimitar os objetivos gerais e específicos. Em seguida, é delineada a justificativa e aderência do tema ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O cenário contemporâneo é marcado por transformações tecnológicas profundas, evidenciadas pela onipresença de recursos como a Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), robótica, *Big Data* e impressão 3D. Embora Silva (2014) já apontasse uma resistência histórica do setor educacional na incorporação dessas ferramentas, a evolução da humanidade no século XXI exige que a escola acompanhe a dinâmica de uma sociedade centrada na informação (Gondim *et al.*, 2022; Raabe, 2018). Com o advento da pandemia de COVID-19, essa integração tecnológica deixou de ser uma tendência futurista para se consolidar como uma urgência estrutural (Nobrega *et al.*, 2025; Raabe, 2018). Sob essa ótica, as tecnologias educacionais emergem como mediadoras fundamentais para a efetivação da aprendizagem no contexto atual.

No entanto, a preocupação com a inserção das tecnologias no ambiente escolar não é um fenômeno recente nas políticas públicas brasileiras. As Diretrizes Curriculares Nacionais de 13 de julho de 2010 já previam que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) perpassassem transversalmente a proposta curricular das escolas, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio (Brasil, 2010). Às ações de entender e explicar, formular e resolver, compreender, utilizar e criar tecnologias, listadas nas dez competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), relacionam-se intrinsecamente com a Cultura *Maker*¹ (Brasil, 2018).

¹ Cultura *Maker*, também conhecida como cultura do "faça você mesmo" (DIY), é um movimento que encoraja as pessoas a criarem e construírem coisas por conta própria, usando tecnologia, ferramentas e materiais acessíveis. Isso pode incluir projetos de eletrônica, programação, impressão 3D, marcenaria, costura, culinária e muito mais. (Duque et al., 2023)

Entre as dez competências básicas apresentadas na BNCC a serem desenvolvidas durante o Ensino Básico, a quinta “Cultura Digital”, explicita a amplitude de seu desenvolvimento durante a Educação Básica:

5. Cultura digital. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (Brasil, 2018, p. 9).

Dessa forma, de acordo com Brasil (2018), as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação devem ser compreendidas e operacionalizadas de forma crítica, significativa e reflexiva em diversas áreas, como os espaços escolares, para acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer o protagonismo, habilidades essenciais para o mundo do trabalho.

Como consequência direta dessa diretriz, a escola precisa de novos espaços que incentivem a criatividade e a inovação. Entre os ambientes educativos destacam-se os Laboratórios *Maker* que contribuem para o estímulo da aprendizagem criativa, da inovação e do protagonismo estudantil (Santa Catarina, 2022).

Em um movimento de atualização normativa, a BNCC recebeu em 2022 um documento complementar chamado “Anexo de Computação” (Brasil, 2022). Neste documento constam competências e habilidades computacionais a serem desenvolvidas ao longo de toda a Educação Básica (Brasil, 2022) que vieram complementar as diretrizes já existentes na BNCC. O anexo visa garantir que todos os estudantes da Educação Básica (da Educação Infantil ao Ensino Médio) desenvolvam habilidades e competências essenciais para atuar e compreender o mundo digital e isso é feito através de três eixos principais: o pensamento computacional, o mundo digital e a cultura digital (Brasil, 2022). Assim, os documentos norteadores da educação conduzem para uma aprendizagem em que o uso da tecnologia seja um meio para a construção do conhecimento de forma crítica e criativa.

Essa busca pela formação de um sujeito criativo, crítico e apto a solucionar problemas complexos por meio da inovação converge para o desenvolvimento das chamadas habilidades do século XXI, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). Nesse cenário, o incentivo ao protagonismo discente encontra suporte na mentalidade *maker*, que estimula a curiosidade e o engajamento ativo do aluno em seu processo de aprendizagem (Dougherty, 2013). Assim, as tecnologias deixam de ser meros recursos passivos e assumem o papel de

instrumentos mediadores essenciais na construção de saberes significativos (Papert, 2008; Raabe e Gomes, 2018), permitindo a consolidação de uma cultura escolar baseada em ideias poderosas e aprendizado profundo (Blikstein; Worsley, 2016).

Ademais, a integração de ferramentas tecnológicas e processos de fabricação digital no contexto da Educação *Maker* atua como um catalisador para as competências exigidas no século XXI. Conforme argumenta Jin (2021), essa metodologia transcende o domínio técnico, fomentando o protagonismo discente e o pensamento crítico, além de capacitar o aluno para a resolução de desafios complexos por meio de práticas colaborativas, criativas e inovadoras.

Nessa perspectiva, as concepções da Cultura *Maker* reforçam a premissa piagetiana do aluno como protagonista do processo de construção do conhecimento (Piaget, 1975). Ao explorar temas de interesse pessoal com o suporte tecnológico, o aluno aprende com seus próprios erros e a partir de temas de seu próprio interesse encontra satisfação em aprender (Valente; Blikstein, 2019).

É importante ressaltar, no entanto, que a Abordagem *Maker* trata a tecnologia como um meio para que os estudantes se tornem produtores, e não apenas consumidores de técnica (Raabe; Gomes, 2018). Tabarés e Boni (2023) reforçam que os *Makerspaces* fornecem ferramentas e metodologias capazes de desenvolver projetos laboratoriais baseados no compartilhamento de conhecimento. Portanto, a Educação *Maker* surge como uma alternativa promissora para transformar as abordagens pedagógicas, priorizando a criação em detrimento do consumo (Dougherty, 2013; Blikstein *et al.*, 2020).

Essa metodologia proporciona vivências de aprendizado baseadas na experimentação, cultivando habilidades intrapessoais e interpessoais cruciais, como a colaboração e o trabalho em equipe (Lemos; Valente, 2023). Nesse cenário, os alunos assumem um papel ativo, aplicando seus conhecimentos à realidade, o que reflete uma visão curricular tanto pedagógica quanto humanista (Gavassa, 2020).

Segundo Blikstein *et al.* (2020) a aprendizagem pelo fazer vai além de apenas interagir com a tecnologia. Ela retoma a condição natural da experimentação, da curiosidade e da criatividade, permitindo àqueles que a praticam envolver-se em atividades em que possam criar coisas intuitivamente.

Historicamente, a institucionalização dos espaços *maker* começou a se expandir nos Estados Unidos no mandato do presidente Obama, especialmente a partir de 2012, onde várias políticas de incentivo a educação STEAM, (*Science*,

Technology, Arts and Mathematics) tidas como pré-requisito para o aumento da competitividade da indústria, começaram a ganhar força (Tabarés; Boni, 2023).

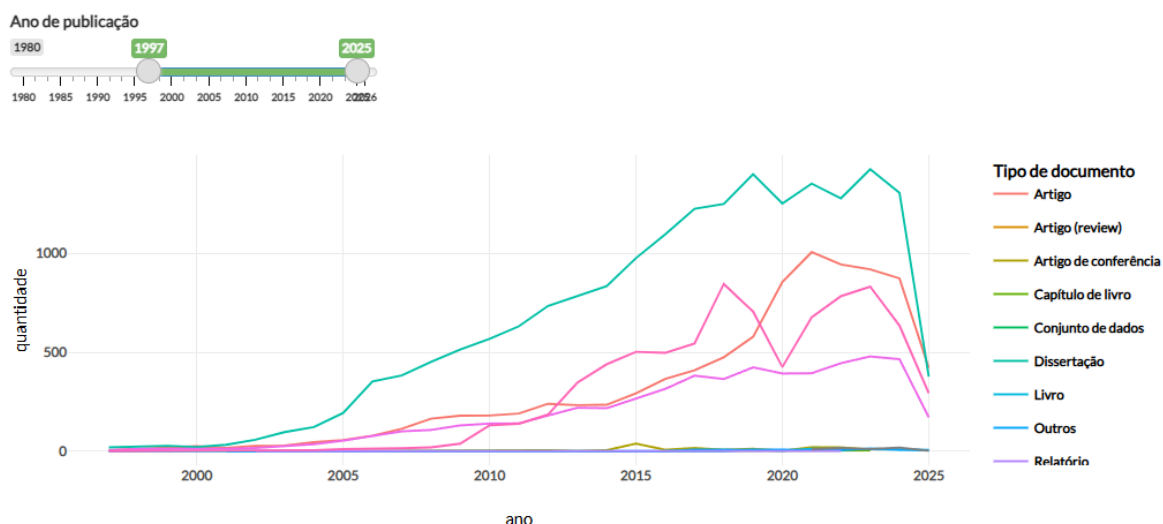
Uma destas ações foi o programa “Educar para Inovar” que ajudou a fornecer um financiamento específico para criar espaços *makers* e *FabLabs* em instituições educacionais de ensino fundamental e médio em todo o país. Estes espaços buscavam métodos de aprendizagem baseados em projetos. Além de outras iniciativas criadas pelo governo para incentivar a Cultura *Maker* no país, como as denominadas *National Week of Making*, *Maker Cities* e a *White House Maker Faire* (Ramella & Manzo, 2018 *apud* Tabarés; Boni, 2023).

Essa mudança de paradigma sinaliza uma transição do ensino meramente técnico para um modelo pautado na interdisciplinaridade, na criatividade e na aplicação prática, competências fundamentais para enfrentar desafios contemporâneos. Mais do que o êxito acadêmico tradicional, o objetivo central é fomentar a inovação e a capacidade de resolução de problemas (Quigley e Herro, 2016; Sheth e Pathak, 2023).

A ascensão dos ambientes *maker* no contexto educacional fundamenta-se na promessa de potencializar a aprendizagem discente por meio da convergência entre saberes científicos e tecnológicos. Ao promover essa integração, tais espaços tornam-se catalisadores de competências essenciais para o século XXI, com ênfase no fomento à criatividade, ao pensamento inovador e ao comportamento empreendedor (Halliburton *et al.*, 2024; Jin *et al.*, 2021; Wang; Shan, 2019).

Em decorrência desse potencial transformador, observa-se um interesse acadêmico em franca expansão, refletido na robustez da produção científica nacional sobre o tema *maker*. Notadamente no cenário brasileiro, verificou-se um aumento acentuado das investigações que articulam os descritores “*maker*” e “*educação*” a partir de meados de 2020. Esse movimento evidencia que a temática deixou de ser uma tendência periférica para se consolidar como um campo de pesquisa estratégico na educação básica e superior, conforme ilustra o gráfico da Figura 1, gerado pelo site da Oasisbr.

Figura 1: Avanço das pesquisas sobre Maker e educação.



Fonte: Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (2025).

Com o aumento de pesquisas nesse ramo, houve consequentemente, um maior interesse pelos governos na criação de espaços *maker* em muitas instituições de ensino pelo Brasil.

Embora programas do governo federal tenham colaborado para a expansão dessas iniciativas, percebe-se que muitos desses ambientes surgem com planejamento insuficiente, sendo incorporados às realidades escolares sem a devida preparação para sua plena utilização (Machado, 2024; Gonçalves, 2025).

A partir de 2024, muitos estados e municípios ampliaram a possibilidade de implantação desses espaços a partir do programa 'Mais Ciência na escola' ² (Brasil, 2025a). com o financiamento do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico³ (FNDCT). O programa, além de implantar Laboratórios *Maker*, capacita professores e auxilia financeiramente com bolsas docentes e estudantes.

O programa foi instituído por meio do Decreto nº 12.049, de 11 de junho de 2024, assinado pelo Presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva. O investimento é de R\$100 milhões na implantação de mil Laboratórios *Maker* em todo o país. A previsão é que esse número dobre em 2025 (Brasil, 2025a, p.1).

² Objetiva promover o letramento digital e a educação científica através da implantação de Laboratórios *Maker*, que são espaços montados dentro de escolas públicas do país onde os estudantes podem colocar em prática ideias e criações inovadoras, transformando a teoria em prática. Os espaços serão acompanhados de planos de atividades, formação de professores e bolsas para professores e estudantes" (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2025²)

³ FNDCT foi criado em 1969, é um fundo de natureza contábil e financeira que tem como objetivo financiar a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico, com vistas a promover o desenvolvimento econômico e social do País (Finep, 2025)

Infelizmente, não há registros compilados sobre a quantidade de Laboratórios *Maker* implantados em escolas públicas pelo Brasil. No entanto, existem reportagens que demonstram essas iniciativas em diversas partes do Brasil. Dentre as iniciativas podemos destacar:

- Com o objetivo de fortalecer a educação científica, o estado da Bahia iniciou em maio de 2025 a implantação de 180 Laboratórios *Maker* na rede estadual pública. A iniciativa integra o programa ‘Mais Ciência na Escola’. Os Laboratórios *Maker* contarão com equipamentos de alta tecnologia, tais como impressoras 3D, tablets, notebooks, computadores e kits de robótica. Adicionalmente, o programa contempla a concessão de bolsas para discentes e docentes, bem como a oferta de formações pedagógicas e a organização de eventos como feiras e olimpíadas científicas. O investimento previsto é de R\$ 21 milhões (Bahia, 2025, p.1).
- “Com o objetivo garantir que os estudantes sejam protagonistas de sua trajetória escolar e realizem atividades práticas relacionadas ao mundo contemporâneo” Santa Catarina iniciou em 2022 a implantação de 500 Laboratórios *Maker*, com investimento de R\$67,4 milhões. “O espaço é composto por 298 itens entre ferramentas, eletrônicos, equipamentos e materiais de consumo, além de mobília diferenciada.” O investimento é do governo estadual (Consed, 2022, p.1). Atualmente o estado possui 292 laboratórios distribuídos entre o estado (Seted, 2024).
- Com o objetivo de “promover a letramento digital e o desenvolvimento de competências tecnológicas em áreas que enfrentam desafios no acesso a recursos educacionais avançados”, 90 escolas municipais de Minas Gerais receberão Laboratórios *Maker*. O investimento total é de R\$ 9 milhões e prevê além da instalação dos laboratórios, a capacitação de professores e servidores das escolas públicas e a realização de olimpíadas ou feiras de ciência e tecnologia. A iniciativa envolve institutos federais de Minas Gerais a partir da verba do programa “Mais Ciência da Escola” (IFMG, 2024, p.1).
- Com o objetivo de promover a ciência mão na massa, 75 escolas públicas, estaduais e municipais, do estado do Ceará receberão, a

partir de 2025, Laboratórios *Maker*. A iniciativa é do programa ‘Mais Ciência na Escola’. O investimento é R\$7,5 milhões (Brasil, 2025a)

- Objetivando ampliar o conhecimento em diversas áreas como a tecnologia e o empreendedorismo, o estado do Amazonas implantou 83 espaços *maker*. O investimento para os recém-inaugurados 32 laboratórios foi de R\$10,9 milhões feitos pelo governo do estado (Amazonas, 2024).
- Buscando uma educação mais criativa, inclusiva e conectada com os desafios do século XXI, o estado do Acre inaugurou 5 Laboratórios *Maker*. O financiamento advém do programa ‘Mais Ciência na escola’ e é executado pelo Instituto Federal do Acre (Ifac), em parceria com a Secretaria de Estado de Educação do Acre (SEE). Cada escola recebeu um conjunto completo de equipamentos para o funcionamento dos Laboratórios *Maker*, incluindo kits de robótica, impressoras 3D, notebooks, roteadores, mobiliário especializado, smart TVs, kits Microbit e outros recursos tecnológicos e pedagógicos (IFAC, 2025).

Os dados acima demonstram um crescente aumento da implantação de LM em escolas nos últimos dois anos, principalmente devido aos incentivos do governo federal. Ainda assim há muitas iniciativas isoladas, advindas de municípios e estados. Os Laboratórios *Maker* prometem proporcionar um ambiente de aprendizado prático, onde os alunos podem desenvolver competências almejadas para o século XXI, como protagonismo, iniciativa e criatividade, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e participativo.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

A análise das dificuldades de implementação da Cultura *Maker* no contexto escolar exige, primordialmente, uma compreensão de sua fundamentação pedagógica frente aos desafios educacionais do século XXI. Não se trata apenas de uma inovação tecnológica, mas de uma proposta que ressoa com as diretrizes globais para a educação integral. Nesse sentido, a convergência entre as práticas de fabricação e os marcos referenciais estabelecidos pela UNESCO oferece um parâmetro para identificar o potencial transformador desses espaços. Stella *et al.* (2021) exploram essa simbiose, evidenciando que o ato de construir artefatos

tangíveis materializa os objetivos de aprendizagem contemporâneos, conforme descrito a seguir:

- Aprender a Conhecer: o aluno descobre, através da construção de seus artefatos, o prazer em compreender, estimulando concentração, atenção, memória e pensamento;
- Aprender a Fazer: o aluno desenvolve seu conhecimento teórico através da prática;
- Aprender a Conviver: o aluno desenvolve habilidades sociais e colaborativas, respeitando a diversidade;
- Aprender a Ser: o aluno desenvolve habilidades sociais e colaborativas, respeitando a diversidade.

Esses princípios reforçam a importância da Cultura *Maker* na formação integral do sujeito, mas também evidenciam desafios para sua implementação efetiva. Embora os fundamentos teóricos e políticos indiquem caminhos para uma educação mais ativa e criativa, as práticas escolares ainda enfrentam barreiras estruturais e pedagógicas que dificultam a consolidação dessa abordagem (Ribeiro Neto *et al.* 2023; Sales, 2023; Oliveira *et al.* 2024; Sousa *et al.*, 2025). O modelo curricular ainda muitas vezes rígido e conteudista pode dificultar a aplicabilidade, que necessita de uma visão mais flexível, tanto do sistema como um todo, quanto por parte do professor (Nogueira, 2022; Giarola *et al.*, 2023).

A partir desse ponto, emergem questões que conduzem à problematização da pesquisa, como a forma de inserção dos Laboratórios *Maker* nas escolas, a preparação docente para utilizar tais espaços, e as condições necessárias para que esses ambientes realmente promovam aprendizagem significativa, autonomia e protagonismo discente.

Lo (2024) em sua pesquisa busca saber como é a realidade da implementação da Educação *Maker* realizando entrevistas com professores. Esses relatos destacam que há uma falta de coesão entre a Cultura *Maker* e as tradições educacionais, criando ainda uma lacuna neste processo. É necessário, portanto, mudanças de paradigma do professor, que sai do papel de instrutor e passa a ser um mediador da aprendizagem, incentivando a autonomia, o protagonismo e o pensamento crítico dos alunos.

Juntando-se a isso, a utilização das tecnologias e ferramentas disponíveis nos Laboratórios *Maker* nem sempre acontece como o esperado. A falta de conhecimento

por parte dos professores para a utilização destes recursos tecnológicos é ainda falha (Silva, 2024). A insegurança na utilização desses recursos faz com que esses prefiram manter suas aulas tradicionais, a correr o risco de fazer algo que lhe tire da zona de conforto (Salisbury e Nichols, 2020).

Desta forma, a capacitação dos professores não pode ser vista apenas como um complemento, e sim, como uma condição essencial para que as ideias da Educação *Maker* sejam colocadas em prática nos laboratórios (Moura, 2020; Steverson *et al.*, 2019). Professores capacitados têm um melhor entendimento das ferramentas e tecnologias disponíveis, o que os permite utilizá-las de forma eficaz e criativa em suas aulas. Além disso, professores mais preparados são capazes de criar experiências de aprendizado mais envolventes e motivadoras que possam estimular a curiosidade e a experimentação dos alunos (Stevenson *et al.*, 2019; Dominguez-González *et al.*, 2021).

Apesar dos investimentos em Laboratórios *Maker* em unidades escolares da educação básica no Brasil, apoiados em documentos normativos, como a BNCC e o Anexo de Computação, a implementação efetiva desses laboratórios em escolas de Educação Básica públicas brasileiras ainda enfrenta limitações significativas. Isso se deve a obstáculos como a falta de recursos para equipamentos e infraestrutura, a necessidade de capacitação dos professores, os desafios na integração com os currículos escolares e a estrutura tradicional do ensino (Agência Brasil, 2023; Alves *et al.*, 2025; Machado, 2024, Gonçalves, 2024), tornando a realidade da implementação mais complexa e demandando planejamento cuidadoso.

1.2.1 Problema de Pesquisa

Considerando o cenário exposto, delineou-se a seguinte questão de pesquisa:

Como adaptar o *Framework* multinível do RExLab/UFSC para orientar a implementação integrada, pedagógica e sustentável de Laboratórios *Maker* em escolas públicas brasileiras de Educação Básica?

Para responder a este problema, realizou-se uma revisão de literatura visando mapear o estado da arte sobre os Laboratórios *Maker*, levantando informações a respeito de aspectos estruturais, organizacionais, pedagógicos e os principais desafios e oportunidades ligados a esse contexto. A partir da compreensão desse cenário, propõe-se um *Framework* adaptativo e multinível, derivado do modelo do

Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), para orientar a implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas de Educação Básica. Este modelo visa integrar as dimensões estruturais, organizacionais e pedagógicas, prevendo recursos acessíveis e gestão adaptável às realidades locais. O *Framework* tem como intuito facilitar o planejamento e a implantação desses ambientes pelo poder público, servindo como referência para a expansão da Cultura *Maker* no contexto educacional brasileiro.

1.3 JUSTIFICATIVA

A Educação *Maker* é reconhecida por fomentar o desenvolvimento de competências fundamentais, tais como engajamento, motivação, participação, criatividade e a capacidade de resolução de problemas (Lo, 2024; De Oliveira *et al.*, 2024; Raabe, 2018; Moura, 2019). Além disso, essa abordagem facilita o aprimoramento de habilidades sociais essenciais — como autogestão, autocapacitação, resiliência, trabalho em rede e competências comunicativas — que são cada vez mais exigidas pelas dinâmicas contemporâneas do mercado de trabalho (Tabarés; Boni, 2023).

Nesse sentido, as práticas fundamentadas na Educação *Maker* contribuem para a construção de um modelo de ensino mais estimulante, capaz de tornar os alunos engajados, protagonistas e autônomos (Lemos; Valente, 2023; De Paula *et al.*, 2021). Essa modalidade incentiva a produção prática e manual, permitindo que o indivíduo seja capaz de criar, consertar e modificar objetos por meio do "fazer com as próprias mãos" (Sturmer; Mauricio, 2021).

De acordo com Lo (2024), a Educação *Maker* configura-se como uma ferramenta pedagógica preponderante para uma mudança de paradigma na sala de aula, atendendo às novas necessidades e expectativas dos alunos. Por conseguinte, essa metodologia torna a aprendizagem de todos os componentes curriculares mais aplicável e prática. Sob essa ótica, o emprego da metodologia ativa do *Design Thinking* atua como uma estratégia mediadora na resolução de desafios, fomentando a reflexão crítica e o trabalho colaborativo (Santos *et al.*, 2023). Essa abordagem reconfigura o cenário educativo ao consolidar o protagonismo estudantil, tornando o aluno o sujeito central de seu próprio percurso formativo.

Blikstein et al. (2020) ressaltam que a implantação da Educação *Maker* deve ser embasada em quatro pilares: a criação do espaço *maker*; a formação de professores; os projetos a serem desenvolvidos; e o protagonismo dos alunos. Desta forma, não basta conhecer conceitualmente a temática; é necessário dispor de recursos e estratégias operacionais para que ela seja realmente efetivada nas escolas.

Apesar da robustez teórica sobre os benefícios dessa vertente, a literatura científica focada especificamente na metodologia de implantação de Laboratórios *Maker* (LM) ainda é escassa. Observa-se que, embora a implementação de LM esteja ocorrendo em alguns estados e municípios brasileiros, persistem falhas nos processos de execução e prática no contexto escolar (Morschheiser, 2025; Machado, 2024; Gonçalves, 2025). Muitos destes ambientes foram instalados por uma perspectiva de "modismo", caracterizada pela aquisição de materiais de forma padronizada, sem o devido planejamento dos fatores multidimensionais necessários. Como acrescentam Bapna *et al.* (2021), o acesso à tecnologia é necessário, mas não suficiente para garantir a evolução dos resultados de aprendizagem.

Nesse sentido, torna-se imperativo investigar o panorama global deste tema por meio da análise do estado da arte sobre os Laboratórios *Maker* (LM), mapeando seus aspectos estruturais, organizacionais e pedagógicos. Tal aprofundamento teórico subsidiará a proposição de um *Framework* voltado à implementação de LM na rede pública brasileira, integrando dimensões técnicas e pedagógicas com foco em recursos acessíveis e gestão adaptável. Assim, o *Framework* pretende servir como um modelo escalável para a expansão desses espaços em território nacional, instrumentalizando o poder público no planejamento e na execução de políticas de inovação educacional.

1.4 OBJETIVOS

Com base no problema de pesquisa delineado e nas necessidades apontadas na problematização, definem-se a seguir o objetivo geral e os objetivos específicos que nortearão o desenvolvimento deste estudo.

1.4.1 Objetivo Geral

Propor um *Framework* adaptativo e multinível, derivado do modelo do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), para orientar a implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas de Educação Básica.

1.4.2 Objetivos Específicos

OE.1. Mapear o estado da arte sobre Educação *Maker*, Laboratórios *Maker* e *Frameworks* de implementação no contexto da Educação Básica pública brasileira.

OE.2. Analisar as dimensões e componentes do *Framework* multinível do RExLab à luz das demandas pedagógicas, técnicas, administrativas e de sustentabilidade identificadas na literatura e em experiências *maker*, com o intuito de identificar convergências, lacunas e possibilidades de adaptação.

OE.3. Reestruturar os *Work packages* (WP1–WP7) do *Framework* original, adaptando-os aos propósitos pedagógicos, técnicos, gerenciais e de sustentabilidade para a implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas brasileiras.

1.5 INTERDISCIPLINARIDADE E ADERÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

As Novas Tecnologias da Informação e Comunicação podem facilitar e/ou aperfeiçoar o cotidiano das pessoas em várias áreas, não só nas engenharias, negócios, saúde, mas também na área Educacional. As ferramentas utilizadas pelas novas tecnologias têm um grande potencial para a construção de novos conhecimentos de forma mais ativa e colaborativa. Se trabalhadas de forma interdisciplinar podem promover uma aprendizagem muito mais abrangente e contextualizada.

Um dos ambientes em que os alunos podem colocar em prática a utilização das novas tecnologias é nos espaços *makers*. A tecnologia na Educação *Maker* possibilita que os estudantes se apropriem das técnicas que o permitam se tornar produtor de tecnologia e não apenas consumidores. Para isso, é fundamental uma abordagem interdisciplinar integrando conhecimentos e práticas de diferentes áreas do conhecimento (Raabe, 2018, p. 7).

Assim sendo, a proposição de um *Framework* para a implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas brasileiras, capaz de integrar aspectos estruturais, organizacionais e pedagógicos e prever recursos acessíveis e modelos de gestão adaptáveis às realidades locais, constitui-se um processo interdisciplinar, pois durante este processo será necessário contemplar aspectos de diversas áreas: administrativos (análise de infraestruturas, compra de materiais e insumos, contratação de pessoas habilitadas), pedagógicos (aspectos pedagógicos como capacitação e treinamento) e tecnológicos (materiais e tutoriais técnicos).

Nesse sentido, é importante enfatizar que outros trabalhos já foram desenvolvidos no âmbito do PPGTIC, com temáticas bem semelhantes. Destaca-se as dissertações de Brandelero (2019), Godoi (2023), Rosa (2023) e Borba (2023).

Brandelero (2019), evidencia a importância dos *makerspaces* e relata em seu estudo de caso a reconfiguração do laboratório de experimentação remota da UFSC de Araranguá/SC, para se tornar o *makerspace* RExLab tendo como foco também a capacitação de professores atuantes neste cenário. Godoi (2023), propõe uma capacitação docente embasada na Cultura *Maker* para a educação básica. Rosa (2023), explora as possíveis contribuições da Cultura *Maker* no processo de ensino e aprendizagem na disciplina de arte. Borba (2023) desenvolveu e aplicou conteúdos temáticos de Educação de Desenvolvimento sustentável por meio de jogos e materiais didáticos criados, utilizando a Abordagem *Maker* e avaliou a percepção de alunos e professores sobre esses conteúdos e práticas, identificando a necessidade de capacitação docente e a eficácia dos jogos em promover o engajamento e a aprendizagem sobre sustentabilidade.

Assim, considerando esses estudos já realizados, pode-se afirmar que a proposta de um *Framework* adaptativo e multinível, derivado do modelo do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab/UFSC), para orientar a implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas de Educação Básica é coerente com o PPGTIC.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se organizada em seis capítulos, além desta Introdução, com o objetivo de guiar o leitor desde o contexto da pesquisa até a proposta de intervenção. A estrutura detalhada do trabalho é apresentada a seguir:

Capítulo 1 - Introdução: Apresenta o contexto e a problematização que originaram o estudo, o problema de pesquisa, o objetivo geral e específicos, a justificativa e a estrutura geral do trabalho.

Capítulo 2 - Fundamentação Teórica: Reúne os principais referenciais teóricos e estudos que sustentam a pesquisa, abordando conceitos relacionados à Educação *Maker*, implantação de Laboratórios *Maker* e *Frameworks* existentes na área da tecnologia.

Capítulo 3 – *Framework* multinível: Detalha o que é o RExLab e como se constitui o *Framework* multinível para integração de tecnologia na educação do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab)

Capítulo 4 - Metodologia: Descreve o tipo de pesquisa, os procedimentos adotados, o método de coleta e análise de dados, além dos critérios utilizados para elaboração do *Framework* proposto.

Capítulo 5 - Proposta de *Framework*: Detalha as dimensões e *Work Packages* do *Framework* para implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas brasileiras.

Capítulo 6 - Considerações Finais: sintetiza as principais conclusões do estudo, destaca as contribuições teóricas e práticas da pesquisa, apresenta as limitações encontradas e sugere possibilidades para estudos futuros

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresenta-se alguns conceitos teóricos que nortearam o desenvolvimento da pesquisa.

2.1 O FAZER *MAKER* E SUAS ORIGENS

Desde o início da humanidade o espírito do fazer tem impulsionado a evolução humana. Nos primórdios da nossa história o desenvolvimento de ferramentas de pedra para caçar e se proteger é um exemplo de como os desafios encontrados tornaram a criação necessária para a sobrevivência (Anderson, 2012). Rosa (2023, p. 23) considera que estas criações foram necessárias para o pertencimento do ser humano frente aos obstáculos encontrados na sociedade.

A revolução industrial traz o avanço tecnológico para as fábricas com a criação de máquinas que tornaram o processo produtivo mais rápido. Segundo Anderson (2012), a revolução industrial criou uma enorme sobra de tempo, já que se precisava de menos mão de obra, permitindo com que as pessoas se dedicassem a atividades não essenciais como ideias, invenções, aprendizado, política, artes e criatividade. Esta folga foi aproveitada para que se inventasse praticamente tudo que define o mundo moderno.

Deste modo, é possível considerar que desde o início somos criadores que movidos pela curiosidade e a necessidade de transformar o ambiente ao seu redor tornamo-nos capazes de “fazer” coisas e compartilhar experiências e aprendizados. Segundo Hatch (2014):

O Fazer é fundamental para o que significa ser humano. Devemos fazer, criar e nos expressar para sentir o todo. Há algo único em fazer coisas físicas. As coisas que fazemos são como pequenos pedaços de nós e parecem incorporar porções de nossa alma! (HATCH, 2014, p.11)⁴

Logo, criar, fazer, construir, seja talvez algo nato do ser humano, mas que em alguns momentos da nossa história tornaram-se mais consistentes. No final do século XIX e início do século XX, era comum as escolas oferecerem disciplinas, como voltadas a trabalhos manuais, que tinham como objetivo preparar os alunos para a

⁴ Tradução feita pelo Autor.

vida prática e o mercado de trabalho, além de desenvolver habilidades motoras e criativas (Anderson, 2012).

Os meninos tinham aula de carpintaria e aprendiam a lidar com ferramentas manuais como serras e furadeiras, e as meninas dedicavam-se a aprender a bordar, cozinhar e costurar. Porém, após as décadas de 1980 e 1990, estas atividades escolares de fazer as coisas com as mãos começaram a perder força. Isso aconteceu devido a chegada dos computadores pessoais (*Personal Computers* - PCs) que entraram em cena (Anderson, 2012).

Anderson (2012, p. 60) ressalta: “Os PCs eram os novos protagonistas, indispensáveis nos bons empregos. Os currículos escolares foram alterados, passando a enfatizar o treinamento dos alunos como analistas simbólicos[...]”. Foi desta maneira que construímos a era digital. Desta maneira, passamos a valorizar mais as informações contidas no computador do que necessariamente ver algo ser transformado em coisas.

Anderson (2012), porém, reforça que estamos vivendo novamente o que ele chama de “A nova revolução industrial” onde o fazer as coisas volta a ser introduzido no currículo das escolas de ensino médio à medida que as ferramentas de fabricação desktop se convertem em tendência dominante. “[...]os nativos digitais estão começando a ansiar pela vida fora das telas. Fazer algo que começa virtual, mas que logo se torna usável na vida cotidiana gera satisfação bem além da proporcionada por puros pixels” (Anderson, 2012, p.20).

O ‘fazer’ não teve suas origens apenas nas construções e transformações na sociedade, mas consequentemente influenciaram as ideias de pensadores voltados à aprendizagem da época. No início do século XX vários pensadores trouxeram contribuições relevantes para o surgimento das ideias *maker* que tem suas origens mais remotas nas teorias progressistas de aprendizagem.

No âmbito educacional, a valorização de uma pedagogia focada no aprender fazendo, surge já no início do século XX. Dewey foi um dos precursores a defender essa perspectiva. Ele questionava a eficácia e a obsolescência do ensino exclusivamente expositivo, propondo em seu lugar a implementação de situações de aprendizagem que privilegiassem a atividade e a experiência direta, o chamado hands-on (Dewey, 1916).

Dewey (2001) defende que uma sociedade democrática depende de cidadãos bem-educados, capazes de pensar de forma independente e colaborar uns com

outros para resolver problemas coletivos. Assim, de acordo com Dewey (1916) propunha uma educação que deveria ser mais sobre aprender fazendo e menos sobre memorizar, argumentando que a escola deveria ser um espaço de experimentação, reflexão e desenvolvimento de pensamento crítico.

Para Dewey (2011), o papel do professor é conectar o conteúdo teórico às vivências diárias dos alunos. Dessa forma, os estudantes conseguem aplicar e entender como os temas do currículo se relacionam com suas próprias vidas, ao mesmo tempo em que ampliam suas referências internas por meio dessas experiências – algo que ele denominou experiência educadora. O conhecimento ou as habilidades adquiridas em uma situação específica, nesse processo, transformam-se em ferramentas úteis para compreender e lidar com desafios futuros (Dewey, 2011).

Segundo a perspectiva de Piaget (1970), o aprendizado se configura como um processo ativo e em constante movimento, moldado pela interação entre o indivíduo e seu meio. Essa dinâmica é impulsionada pela busca de um ponto de balanço entre a incorporação de novas informações (assimilação) e a modificação das estruturas mentais existentes (acomodação).

Dessa forma, para Piaget, aprender não consiste em receber passivamente informações, mas sim em construir ativamente o conhecimento. As crianças são concebidas como exploradoras curiosas, que testam o mundo através de experimentos e formulação de ideias, adaptando suas formas de pensar com base em novas vivências e dados (Castro, 2016).

Conforme a perspectiva de Piaget, aprender significa ser capaz de conceitualizar aquilo que foi assimilado. Se uma criança tem a oportunidade de interagir livremente com objetos, analisar os resultados de suas ações e ser constantemente provocada por novos desafios, e, conseqüentemente, atingir um nível de compreensão conceitualizada (Valente, 2002).

A teoria de Piaget sobre a construção do conhecimento oferece *insights* cruciais para criar métodos de ensino eficazes que apoiem o desenvolvimento cognitivo de crianças e adolescentes. Ao aplicar esses princípios na educação, os professores podem estabelecer ambientes de aprendizado que estimulem o raciocínio crítico, a solução de problemas e a autonomia na aprendizagem. Tais abordagens não apenas elevam o desempenho escolar, mas também preparam os estudantes para os

desafios da vida adulta, reafirmando a relevância contínua da teoria de Piaget no campo educacional (Rego, 2024).

Seymor Papert (1980), um dos seguidores de Piaget, avançou as ideias dele criando o *construcionismo*,⁵ onde a aprendizagem era mais eficaz quando o sujeito está envolvido na criação de algo, sendo parte essencial do aprendizado. Por isso, ele é considerado por muitos como o pai do Movimento *Maker*. Estas criações deveriam ter especialmente o foco tecnológico, com o uso dos computadores.

Segundo suas concepções ela terá uma maior probabilidade de focar nos conceitos inerentes a essas experiências.

[...]é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais. (Papert, 1980, p.18)

Papert, portanto, reconhece o potencial transformador dos computadores na educação, defendendo que “as crianças podem aprender a usar computadores e que esta aprendizagem pode mudar a maneira como elas conhecem as outras coisas.” (PAPERT, 1980, p. 21).

Portanto, a principal diferença entre o construtivismo de Piaget e o construcionismo de Papert, é que ele valorizava o meio cultural, o aluno constrói o conhecimento a partir de seus interesses, enfatizando a construção de objetos reais na produção deste conhecimento utilizando a tecnologia como recurso (Papert, 2008).

No Brasil, segundo Morschheiser (2025), a BNCC pode ser considerada como um marco normativo que reforça o 'fazer' como dimensão essencial da formação integral, articulando a teoria com a prática por meio da criação, da experimentação e da resolução de problemas reais.

2.1.1 A história do Movimento *Maker* na educação

Conforme abordado na sessão anterior, o fazer tem raízes antigas na história da humanidade, desde a criação de artefatos necessários para a sobrevivência a

⁵ Contrucionismo é construído sobre os princípios do construtivismo, mas se concentra especialmente na aprendizagem por meio do “fazer” durante a aprendizagem. Papert acreditava que a tecnologia, em particular o uso de computadores, poderia capacitar estudantes a se tornarem criadores ativos e solucionadores de problemas.

construção de máquinas na revolução industrial (Anderson, 2012), mas foi a partir dos anos 2000 que ganhou força como um movimento organizado (Martin, 2015).

O Movimento *Maker* nasceu da ideia de que todos podem criar, modificar, produzir seus próprios objetos com suas próprias mãos, conceitos ligados à cultura do “*Do it yourself*” ou “Faça você mesmo” (Hatch, 2013, Sturmer e Mauricio, 2021). O Movimento *Maker* incentiva as pessoas a criarem, inovarem e compartilharem suas ideias independente de sua formação, todos são capazes de transformar suas ideias em realidade.

Segundo Martin (2015) o início do Movimento *Maker* pode ser atribuído à fundação da revista Make criada por Dale Dougherty, nos EUA em 2005. Em 2006 a revista organiza sua primeira *Maker Faire*, que tem por objetivo mostrar os projetos e ideias apresentados na revista Make (Dougherty, 2013). Posteriormente, esse evento expandiu-se para outros países, sendo hoje um evento global que busca celebrar a criatividade e a inovação. Assim, a proposta é que empreendedores, pesquisadores e entusiastas do Movimento *Maker* possam compartilhar suas ideias e projetos.

Dale Dougherty (2013), refere-se ao movimento da seguinte forma:

O Movimento *Maker* é impulsionado pela introdução de novas tecnologias, como a impressão 3D e o microcontrolador Arduino; por novas oportunidades criadas por ferramentas de prototipagem e fabricação mais rápidas, bem como pelo fornecimento mais fácil de peças e distribuição direta de produtos físicos online; e a crescente participação de todos os tipos de pessoas em comunidades interconectadas, definidas por interesses e habilidades on-line, bem como por esforços hiperlocais para convocar aqueles que compartilham objetivos comuns? (Dougherty, 2013, p. 7).

Para Dougherty (2016) o Movimento *Maker* está mudando a maneira como produzimos, quebrando paradigmas e criando um ambiente colaborativo e sustentável. Portanto, a capacidade de resolver problemas de forma inventiva e compartilhar essas soluções com outros ganha destaque. Na atual geração de criadores, essa tendência evolui para o “faça com os outros” (*Do it with others*). Os *makers* de hoje valorizam a colaboração e procuram ativamente ambientes para trocar ideias e conhecimentos.

Já, Anderson (2012) define o movimento como uma “nova revolução industrial” onde as coisas são criadas por meio do digital e podem tornar-se reais. Desta forma ele destaca três características básicas para esta revolução: O uso de ferramentas digitais para o desenvolvimento de projetos e produtos, o compartilhamento de projetos online e o uso de formatos comuns de arquivos de projetos, facilitando o compartilhamento e interação rápida. Assim, tanto Dougherty

como Anderson destacam a função primordial das novas tecnologias para a disseminação do Movimento *Maker*.

Segundo Blikstein (2018) o Movimento *Maker* é a culminância de uma longa busca dos educadores por colocar o educando no centro do processo de aprendizagem. Blikstein (2018) identifica cinco tendências sociais que ajudaram a criar um cenário favorável para o surgimento e a popularização do Movimento *Maker* conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Cinco tendências sociais para a popularização do Movimento *Maker*

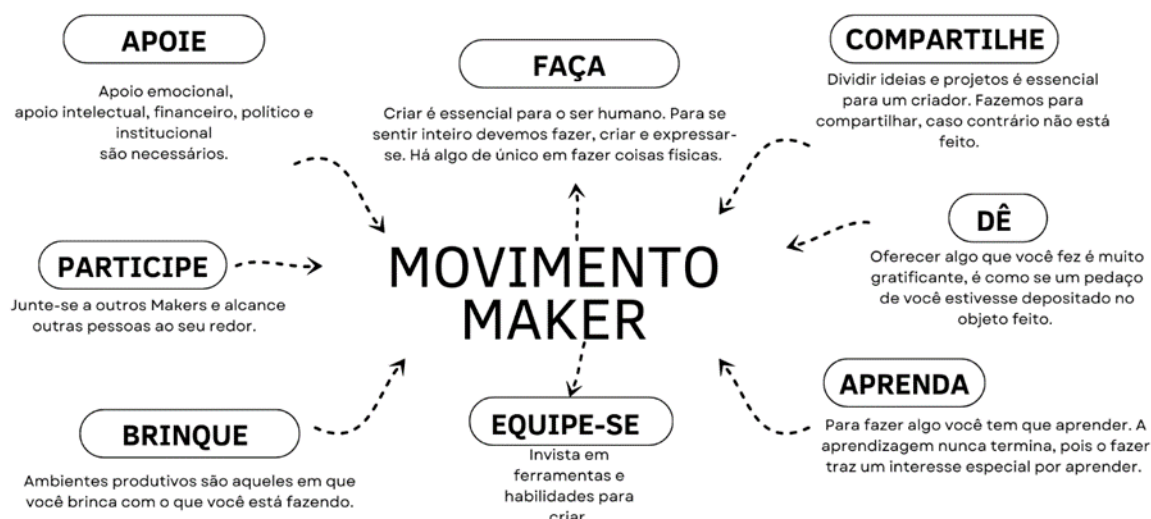
Tendência	Descrição Principal	Elementos-Chave / Impacto
1. Aceitação Social e STEM	Mudança para a Educação Progressista visando formar trabalhadores criativos para a economia global.	Foco em disciplinas STEM; Competências do Século XXI (pensamento crítico, design e comunicação).
2. Incentivo Governamental	Governos buscando inovação e conhecimento como motor de progresso.	Financiamento de programas de investigação e criação de ambientes educativos inovadores.
3. Democratização dos FabLabs	Expansão de práticas antes restritas através de laboratórios abertos e da cultura DIY.	Surgimento dos FabLabs (2001); "Protagonismo tecnológico"; Revista <i>Make</i> e <i>Maker Fares</i> .
4. Redução de Custos	Barateamento drástico de componentes tecnológicos e ferramentas.	Facilidade na compra de equipamentos e na montagem de novos espaços <i>maker</i> .
5. Ferramentas e Academia	Evolução técnica de <i>hardware/software</i> e aumento do rigor científico sobre o tema.	Ferramentas intuitivas para crianças; Aumento de investigações em laboratórios acadêmicos.

Fonte: Elaborado pela Autora baseado em Blikstein (2018).

Hatch (2013) enfatiza que o Movimento *Maker* é uma revolução que está em curso, onde todos são capazes de construir, criar, dar vida a novas ideias. Ele também enfatiza a importância das tecnologias e ferramentas que estão acessíveis para que indivíduos comuns possam construir qualquer coisa, tornando a inovação mais democrática, podendo tornar suas ideias em realidade e dar origem a empreendimentos bem-sucedidos.

Em seu livro “The *Maker Movement* Manifesto” ele expõe nove princípios fundamentais do Movimento *Maker*, que incentiva a criatividade, a inovação e a colaboração conforme mostram a Figura 2.

Figura 2 - Princípios fundamentais do Movimento *Maker*



Fonte: Elaborado pela Autora baseado em Hatch (2013).

Martin (2015) destaca como uma das características mais fáceis e aparentes do Movimento *Maker* é a celebração e uso das ferramentas digitais acessíveis. “Como essas ferramentas fornecem novas maneiras de interagir com materiais físicos, eles também oferecem novas oportunidades de aprendizagem” (Martin, 2015, p.5).

Além disso, em seu artigo “*The Promise of the Maker Movement for Education*” ele também destaca princípios estéticos e hábitos mentais comuns dentro da comunidade *maker*, elencando quatro elementos necessários para o Movimento *Maker*, que são eles:

- Ser lúdico: Brincar, se divertir e o interesse estão no centro do ato de criar.
- Liberdade de aprendizagem: Os criadores têm liberdade para concentrar suas atividades em que quiserem. Eles podem focar no desenvolvimento de suas áreas de força e experiência ou explorar novos territórios quando desejam aprender algo novo.
- Fracasso positivo: Dentro da mentalidade *maker*, o fracasso é celebrado.
- Colaborativo: Aceitação de compartilhar ideias e projetos, e ajudar os outros (Martin, 2015, p. 35-36).

Assim, nota-se quanto a criatividade, a experimentação e a colaboração são elementos fundamentais do Movimento *Maker* (Weng *et al*, 2022). O movimento *Maker* na educação prioriza o aprendizado prático e experiencial (Sturmer; Maurício, 2021).

Embora o termo *maker* signifique "fazer", o foco principal não reside na tecnologia em si, mas nas pessoas; nesse sentido, os *makers* brincam com a tecnologia para aprender sobre ela (Resnick, 2020).

A aprendizagem criativa promove uma transformação individual através da aquisição de novas habilidades e saberes, impulsionada pelo envolvimento direto em projetos significativos, sejam eles individuais ou em grupo (Joksimovic; Starčević, 2024). Os *makers*, compartilham seus conhecimentos, aprendem uns com os outros e colaboram em projetos coletivos (Moura, 2020).

Acreditando que a inovação está centrada nas pessoas, essa abordagem capacita os indivíduos a interagirem com a tecnologia em constante evolução, cultivando seres criativos aptos a desenvolver soluções em diversos contextos (Machado & Adalberto, 2016). Concomitantemente, Cavallini (2017) enfatiza que o cerne da inovação tecnológica não se limita ao desenvolvimento de competências técnicas individuais, mas exige uma reestruturação do sistema educacional que prepare os jovens para liderarem iniciativas práticas, capazes de catalisar uma mudança profunda na cultura vigente.

Fundamentado na acessibilidade tecnológica e na cooperação mútua, o Movimento *Maker* sugere um paradigma educacional que ultrapassa os limites do ensino convencional, como preconiza Maróstica, 2023.

O elaborar, dividir, aprender, participar, ajudar, mudar, permitir-se errar, equipar-se e divertir-se, do manifesto *maker*, nunca esteve ligado à normalidade educacional, mas a facilidade de compartilhamento de produtos e ideias, bem como a ênfase de que o realizar torna mais fácil o aprender, incluso no campo educacional como modificadores de processo. (Maróstica, 2023, p.15)

Nesse sentido, Lemos e Valente (2023) argumentam que a inserção da Educação *Maker* no ambiente escolar possui a capacidade de fomentar uma reconfiguração nas práticas pedagógicas, propondo, essencialmente, a subversão da lógica tradicional entre os atos de ensinar e aprender.

No entanto, conforme as investigações de Blikstein, Valente e Moura (2020) e Soster, Almeida e Silva (2020), a multiplicidade de práticas na Cultura *Maker* revela um campo que ainda atravessa um estágio de amadurecimento e busca por consolidação conceitual.

2.1.2 Espaços *Makers* e suas diferentes nomenclaturas

Na literatura, quando falamos de Cultura *Maker*, podemos encontrar algumas nomenclaturas diferentes para nos referirmos ao espaço onde as atividades *maker* ganham vida, mas em geral todas apresentam objetivos, estruturas e configurações semelhantes.

Espaços *maker* ou *makerspaces* é a nomenclatura mais encontrada e pode-se dizer que abrange o espaço de uma forma mais generalizada, deixando mais aberto as suas reais características.

Para Duque (2023):

O espaço *maker* pode incluir uma ampla variedade de ferramentas e tecnologias, desde equipamentos de marcenaria e eletrônica, até softwares de programação e impressoras 3D. O objetivo é oferecer aos alunos um ambiente rico em recursos e possibilidades, onde eles possam explorar seus interesses e desenvolver habilidades importantes para o mundo contemporâneo (Duque, 2023, p.20).

Já de acordo com Sheridan *et al.* (2014) esses espaços são formados por participantes de diferentes idades e níveis de experiência que trabalham com diversos tipos de mídia e que envolvem a criação e o desenvolvimento de uma ideia de forma colaborativa utilizando ferramentas e tecnologias que lhes permitem criar, experimentar e construir de forma física ou digital.

De forma semelhante, Hatch (2014, p.13) complementa esta ideia dizendo os membros desses espaços são “designers, escritores, profissionais de medicina ou direito, arquitetos e outros tipos de trabalhadores de colarinho branco, que entram e começam a criar coisas para si mesmos, suas famílias e amigos.”

Collins (2017) destaca que não há dois *makerspaces* iguais, embora haja características comuns como o livre uso e exploração.

Alguns enfatizam a tecnologia de impressoras 3D e computadores de imagem; outros enfatizam robótica e eletrônica. Outros enfatizam as artes e podem apresentar materiais que variam de vinil e cortadores a laser para fabricação de cartazes e equipamentos de gravação de música. (Collins, 2017, p.11)

Portanto, não há dois *makerspaces* iguais. Alguns enfatizam a tecnologia de impressoras 3D e computadores de imagem; outros enfatizam robótica e eletrônica.

Os *makerspaces* são lugares que podem ser incorporados a comunidades, bibliotecas (sejam elas escolares ou comunitárias), escolas e universidades, onde as pessoas têm a oportunidade de aprender colaborando por meio do explorar, resolução de problemas, investigação e produção.

Segundo Hira (2018) esses ambientes podem se manifestar de diversas formas, desde grupos informais que compartilham espaço e equipamentos até empresas com objetivos comerciais, entidades sem fins lucrativos, associações ligadas a instituições de ensino como escolas, universidades e bibliotecas, entre outras possibilidades.

No documento “Caderno de orientações Educação *Maker*: Implantação de espaços *makers*” na rede estadual de ensino, Santa Catarina (2022a) define estes espaços como:

Um espaço *maker* é um ambiente, pedagogicamente e arquitetonicamente planejado, que incorpora elementos dos laboratórios de fabricação digital como: cortadora laser; impressora 3D; placas eletrônicas como arduino, raspberrypi e microbit; Kits de robótica, entre outros recursos. Um Espaço *maker*, incorpora, também, ferramentas de fabricação manual, como furadeira de bancada; retíficas manuais, lixadeira, alicate, chave de fenda, entre outros recursos que são disponibilizados aos estudantes, para que eles desenvolvam atividades que assumem a forma de projetos, protótipos, experimentos, entre outras possibilidades (Santa Catarina, 2022a, p. 11).

Nesse sentido, em geral, os espaços *maker* são ambientes onde se incentiva a criatividade e a inovação, oferecendo uma experiência prática e significativa para as pessoas.

Resumindo, os *makerspaces* operam de forma mais flexível, podendo ou não estar associados a instituições educacionais, de pesquisa ou empresas. Além disso, não seguem exigências específicas quanto à estrutura do espaço ou à quantidade e tipo de equipamentos disponíveis, sendo isentos de um modelo padronizado.

Os *Fab Labs* são outro tipo de espaço, porém possuem regras de organização padrão, precisando atender a certos critérios básicos. Eles devem obedecer a algumas regras, definidas pela organização mundial *Fab Foundation*, para serem chamados como tal (Fabfoundation, 2025).

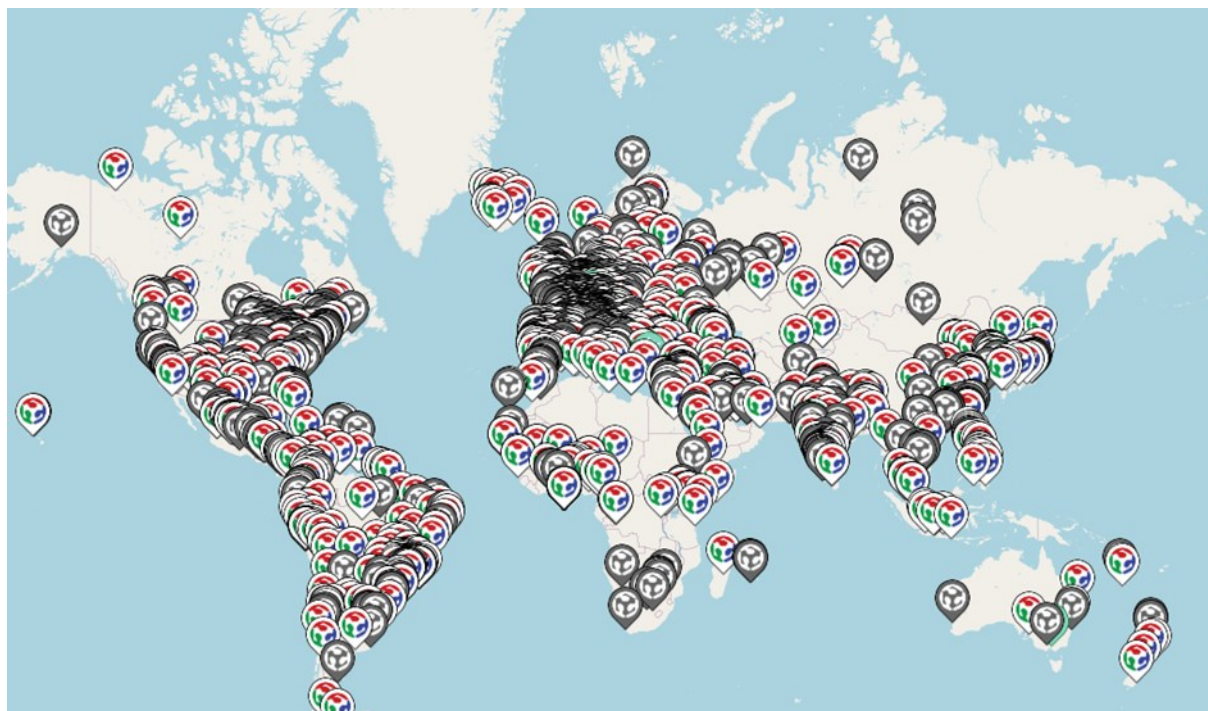
De acordo com o site (Fabfoundation, 2025), o Fab Lab deve possuir no mínimo cinco tipos de máquinas: cortadora a laser, impressoras 3D, cortadora de vinil, Computer Numerical Control - Comando Numérico Computadorizado (CNC) de precisão de pequeno porte e CNC de precisão de grande porte. Foram criados por Gershenfeld (2005), professor do MIT (Massachusetts *Institute of Technology*). O conceito foi desenvolvido como parte de uma disciplina chamada “*How to Make (Almost) Anything*” (“Como Fazer (Quase) Tudo”), que tinha como objetivo ensinar fabricação digital e inspirar a criação de projetos inovadores.

De acordo com o site FabFoundation (2025) existem mais de 2300 *Fab Labs* no mundo todo. São definidos como:

Um *Fab Lab*, ou laboratório de fabricação digital, é um lugar para brincar, criar, orientar e inventar: um lugar para aprendizado e inovação. Os *Fab Labs* fornecem acesso ao ambiente, às habilidades, aos materiais e à tecnologia avançada para permitir que qualquer pessoa, em qualquer lugar, faça (quase) qualquer coisa (Fablabs.io, 2025).

A Figura 3 mostra a distribuição dos *Fab Labs* pelo mundo e que sua maior concentração se dá na Europa e Estados Unidos.

Figura 3 - *Fab Labs* no Mundo



Fonte: FabLabs.io, 2025

De acordo com o site *Fab Lab.io*, há atualmente 141 *Fab Labs* registrados no Brasil. Convém destacar que essa lista pode não abranger todos os *Fab Labs* do país, uma vez que a inclusão na plataforma é opcional e depende da ação dos responsáveis pelos laboratórios em realizar o cadastro no site (FabLabs.io, 2025).

Os *Fab Labs* são espaços de aprendizagem abertos à comunidade onde possuem uma gama de ferramentas e equipamentos onde os usuários são incentivados a utilizar e desenvolver sua autonomia e colocar suas ideias em prática. (Duque, 2023).

Segundo Silva (2016) o termo *Fab Lab* foi adotado no Brasil para identificar também alguns espaços semelhantes como o “*Fab Lab Livre SP* (São Paulo)”, uma

iniciativa promovida pela prefeitura da cidade de São Paulo, e “Insper *Fab Lab*”, um espaço dedicado a cursos de engenharia e empreendedorismo em uma instituição de ensino superior de São Paulo” (Silva, 2016, p.2).

Os *FabLabs* podem ser divididos em três categorias, cada uma com características e propósitos específicos. Os *FabLabs* Acadêmicos estão ligados a escolas e instituições de ensino, promovendo aprendizado e inovação. Os *FabLabs* Profissionais atendem principalmente empresas, focando no desenvolvimento tecnológico e produtivo. Já os *FabLabs* Públicos são acessíveis à comunidade, oferecendo um espaço aberto para criação e experimentação (Arusievicz, 2023).

Já os *FabLearns Labs*, outro tipo de nomenclatura, emergem do movimento *Maker* e das premissas originais dos *FabLabs*, porém com uma ênfase exclusivamente educacional e voltada para o ambiente escolar. A idealização e a denominação desses laboratórios são diretamente atribuídas ao professor e pesquisador Paulo Blikstein, que cunhou o termo em 2008 ao introduzir o primeiro laboratório de fabricação em uma escola, durante sua atuação na Universidade de Stanford (Fablearn, 2026).

Fundamentados nas teorias do construcionismo de Papert e do construtivismo de Piaget, os *FabLearns Labs* operam sob princípios que incluem o protagonismo estudantil, o desenvolvimento do pensamento crítico e da criatividade, o uso de tecnologias, o estímulo à curiosidade e aos interesses dos alunos, a relevância dos projetos e a interdisciplinaridade (Arusievicz, 2023).

Outro conceito de local de desenvolvimento de atividades *maker* é o *hackerspace*. “Os *hackerspaces* são locais físicos operados pela comunidade, onde as pessoas partilham o seu interesse em mexer com tecnologia, se encontram e trabalham nos seus projetos e aprendem umas com as outras” (Hackerspaces, 2025).

O conceito de hacker surgiu nos Estados Unidos na década de 1950, sendo definido como qualquer indivíduo que se aprofunda em uma área específica da computação e encontra aplicações além das originalmente previstas. Com essa ideia como base, diversas pessoas ao redor do mundo se inspiraram para criar os *hackerspaces* (Camillo, 2018).

A cultura hacker é fundamentada em três princípios essenciais (Camillo, 2018):

- Liberdade – A autonomia e o livre acesso à informação são aspectos fundamentais. Os hackers incentivam o uso de *softwares* e *hardwares*

open-source, permitindo que qualquer pessoa explore, modifique e compartilhe conhecimento sem restrições.

- **Aprendizado pela prática** – A experimentação é a chave para a evolução. Em vez de depender apenas de teorias, os hackers se aprofundam na prática, dedicando-se à exploração de tecnologias, habilidades e soluções inovadoras.
- **Cooperação** – O espírito colaborativo é central na cultura hacker. Independentemente do nível de conhecimento de cada indivíduo, o compartilhamento de ideias e o trabalho coletivo promovem inovação e crescimento mútuo.

O Quadro 2 distingue as três diferentes nomenclaturas baseando-se no estudo de Hira (2018):

Quadro 2- Diferença entre *makerspaces*, *hackerspaces* e *Fab Labs*

	Pessoas	Meio	Atividades
<i>Makerspaces</i>	Comunidade	Acesso a ferramentas e equipamentos de tecnologia digital, arte eletrônica e outras tecnologias (servidores, osciloscópios e outros materiais brutos).	Projetar, prototipar, criar e educar
<i>Hackerspace</i>	Comunidade/cooperativa		Compartilhe, conheça, trabalhe e aprenda
<i>Fab Lab</i>	Lugar para (pessoas) brincarem, criarem, aprenderem, orientarem e inventarem	Plataforma de prototipagem técnica	Inovação, invenção e estímulo ao empreendedorismo local

Fonte: Elaborado a partir de Hira (2018).

Já, os Laboratórios *Maker* geralmente são espaços instalados dentro de escolas públicas ou institutos federais, e é uma nomenclatura cada vez mais comum no Brasil. De acordo com Habto (2025, p.1), “são a última palavra no que se refere ao aprendizado de ciência e tecnologia no ambiente escolar em qualquer nível” e são ambientes onde os alunos transformam teoria em prática.

O programa “Mais Ciência” do governo brasileiro, por exemplo, já implantou vários “Laboratórios *Maker* em escolas públicas, criando espaços equipados onde os

estudantes podem transformar ideias em projetos colaborativos, criativos e reflexivos, promovendo o letramento digital e a educação científica pela experimentação prática.” (Ministério da Ciência e Tecnologia, 2024).

O estado de Santa Catarina vem implantando Laboratórios *Maker* desde 2022, e segundo a Secretaria de Estado de Educação (2025, p.1) “os Laboratórios *Maker* incentivam a experimentação, a criatividade e o desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI, como programação, robótica, pensamento computacional e resolução de problemas.”

Nos documentos norteadores da implantação desses espaços, ambas nomenclaturas são usadas: espaços *maker* e Laboratórios *Maker*. “Um espaço *maker* é um espaço para pensar, criar, testar e compartilhar” (Santa Catarina, 2022a, p.11).

Finalmente, essa pesquisa sustenta-se na afirmação de Ensign e Leupold (2018, p.1) que dizem “Não existem dois *makerspaces* exatamente iguais. Cada um é único, pois é projetado com um propósito específico – atender às necessidades dos indivíduos e da comunidade onde está localizado.”

Portanto, mesmos espaços com a mesma nomenclatura, não necessariamente terão as mesmas estruturas e configurações.

2.2 ABORDAGEM MAKER NO BRASIL

No Brasil a Abordagem *Maker* começou a ser difundida com maior intensidade a partir de 2015, e tem avançado cada vez mais. Autores como: Ricardo Cavallini, Paulo Blikstein, José Armando Valente têm contribuído para a disseminação das ideias da Abordagem *Maker* no Brasil.

Ricardo Cavallini (2016) atua na disseminação da Cultura *Maker* no Brasil e no apoio a projetos inovadores. Ele acredita no potencial transformador do Movimento *Maker* para a educação, para o desenvolvimento de novas tecnologias e para a inovação em diversos setores. Criador do RUTE (Rede Urbana de Tecnologia e Experimentação) (Rute, 2026), um kit educacional eletrônico de baixíssimo custo, ecológico e acessível, projetado especificamente para ajudar estudantes de escolas públicas que não têm acesso à tecnologia, fundador da *Makers*, uma plataforma de educação e inovação focada em prototipagem e desenvolvimento de produtos para a nova Revolução Industrial e autor de livros que abordam temas relacionados a tecnologia.

Cavallini (2016) considera que as novas tecnologias como as impressoras 3D e plataformas de eletrônica de baixo custo estão criando uma nova onda de revolução digital, permitindo que talentos de todas as idades possam tornar materializável ideias, criando soluções próprias para dilemas novos ou antigos, o que antes era possível apenas para grandes corporações. Cavallini (2016), assim como Anderson (2012) nomeiam esta nova onda da democratização da inovação como a nova Revolução Industrial, enfatizando que este movimento terá um impacto muito além dos meios de produção.

Em 2015, Cavallini (2016) iniciou programas compartilhando os benefícios que o Movimento *Maker* pode ter dentro da sala de aula. “A tecnologia avançou e está mais acessível, podendo ser usada não apenas como ferramenta, mas como parte do processo e do conteúdo” (Cavallini, 2016, p. 5).

Ele ressalta a importância das ferramentas tecnológicas como meio para a criação e defende que, independentemente do método de ensino, qualquer escola pode tirar proveito da Cultura *Maker*. A Metodologia *Maker* não é apenas sobre o uso da tecnologia, mas sobre suas bases: comunidade, cooperação e participação. Dessa forma, a maior característica do processo de produção *maker* é a experimentação, tendo imaginação e criatividade como conceitos centrais (Cavallini, 2016).

Paulo Blikstein, pesquisador, educador e disseminador do construcionismo e da Cultura *Maker* no contexto educacional brasileiro, com sua formação no Instituto de Tecnologia de Massachusetts onde o conceito de *Fab Lab* aconteceu, trouxe ao Brasil fortes contribuições sobre o Movimento *Maker* (Blikstein, 2013).

Baseando-se nos conceitos do Fab Labs, Blikstein cria o FabLab@school, em 2010, quando iniciou o projeto FabLearn Labs (anteriormente conhecido como projeto FabLab@School) – uma oficina de fabricação digital acessível nas escolas públicas e privadas dos ensinos fundamental e médio.

Apesar de hoje encontrarmos muitos desses laboratórios em escolas, na época foi o primeiro programa específico para esse público do 6º ao 12º ano (No Brasil seria Ensino Fundamental-Anos Finais e Ensino Médio). O espaço é um local permanente de invenção e criação, onde estão disponíveis ferramentas para a criação física de objetos, os átomos), ao lado de ferramentas de programação digital (os bits) (TLTL, 2026; FABLEARN, 2026).

A primeira fablab@school foi instalada em Moscou, em 2011, e a primeira nos Estados Unidos foi inaugurada em 2012, na Escola Castilleja, em Palo Alto.

Atualmente, existem instalações do FabLearn Lab nos seguintes locais: “Campus da *Columbia University* (EUA), Leste de Palo Alto (EUA), Palo Alto (EUA), Moscou (Rússia), Bangkok (Tailândia), Barcelona (Espanha), Melbourne (Austrália), Sobral e vários municípios no estado do Rio Grande do Sul (Brasil) e Espoo (Finlândia)” (Blikstein, 2016, p. 6).

O projeto desenvolveu ferramentas, currículos e projetos de baixo custo, bem como um programa abrangente de desenvolvimento profissional para professores. O principal diferencial do projeto é que apesar de possuir um conceito mais amplo dos *Fab Labs*, possuem diferenciais únicos, adaptados às necessidades e objetivos da educação, tendo em vista o sistema de educação formal, com um foco claro no alinhamento curricular, nos objetivos pedagógicos, no desenvolvimento do aluno e na construção de comunidade dentro do ambiente escolar (Blikstein, 2025).

Segundo Valente; Blikstein (2019, p. 2) “a crença no desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas cada vez mais complexos e multidisciplinares aproxima o construcionismo de Papert do Movimento *Maker* atual” onde o fazer busca a tentativa de resolver um problema específico e a partir desse problema criar um artefato físico ou digital e após compartilhar com o público. A crítica central de Blikstein é que a aprendizagem acontece não somente pelo uso dos equipamentos, mas sim por meio deles, por meio da interação, cooperação, erros e acertos que ocorrerão durante o processo de construção.

Em diversos Laboratórios *Maker*, o foco são a construção do produto e a aprendizagem de como lidar com as diferentes máquinas e dispositivos desses ambientes. No entanto, quando algo está sendo produzido, coloca-se em ação uma série de conhecimentos que o aprendiz já dispõe. Esses conhecimentos vão além das habilidades técnicas e podem envolver conceitos disciplinares ou podem ser construídos à medida que o aprendiz interage com seus objetos e máquinas. Ao mesmo tempo, por tentativa e erro um produto pode ser construído com sucesso, sem que todos os conceitos envolvidos sejam necessariamente compreendidos pelo aprendiz. (Valente; Blikstein, 2019, p. 3)

A difusão das ideias do Movimento *Maker* no Brasil ainda caminham a passos lentos. Segundo Carvalho (2024) o *maker* ainda está muito associado aos equipamentos e às habilidades para o seu uso, deixando de lado outros elementos que precisam ser tratados com igual importância, como a concepção de uso desses espaços e as diretrizes para a disseminação dos princípios *maker*. Esses elementos precisam se propagar para além dos laboratórios e alcançar outros espaços, até mesmo os mais inesperados.

Ainda assim, diversas iniciativas educacionais que apoiam e propagam as ideias *maker*, tanto em instituições públicas quanto naquelas financiadas por empresas nacionais e grandes corporações internacionais, tem acontecido. Além das iniciativas já apresentadas acima, podemos citar outros exemplos como o Projeto Mão na Massa (Instituto Porvir/*Inspirare*, a Fundação Lemann (LED- Laboratório de Educação Digital) e a rede *Fab Lab* Brasil.

O Instituto Porvir oferece guias, materiais e promove ações para inspirar educadores a adotarem essa abordagem (Porvir, 2025). No site do projeto é possível conhecer histórias inspiradoras e ferramentas para se colocar a mão na massa (Porvir, 2025). A Fundação Lemann apoia projetos que visam transformar salas de informática em espaços *maker*, incentivando a educação criativa e o desenvolvimento de habilidades práticas e tecnológicas (Fundação Lemann, 2025). O projeto LED é um exemplo onde a ideia central é “criar ambientes inovadores, onde os alunos interajam e se tornem protagonistas do processo de ensino-aprendizagem” (Fundação Lemann, 2025). O projeto foi inspirado no programa educacional *FabLearn*, criado por Paulo Blikstein e está sendo implantado em parceria com a secretaria municipal de São Paulo.

A rede *Fab Lab* Brasil conecta *Fab Labs* no Brasil e no mundo, aproxima instituições parceiras, promove eventos e apoia aberturas de *Fab Labs*. Segundo o site redefablabbrasil.org os princípios da rede são (Rede *Fab Lab* Brasil, 2025):

- Conexão: Pretende ser um ponto de conexão entre os *Fab Labs* do Brasil;
- Troca de informações: Facilitar a troca de informações/projetos entre a comunidade *Fab Lab* no país;
- Incentivar: Introduzir e incentivar as boas práticas nos *Fab Labs* brasileiros de acordo com os princípios da Fab Foundation. Estimular a rede *Fab Foundation* a reconhecer práticas que façam sentido aos *Fab Labs* brasileiros.
- Diálogo: Promover discussões abertas sobre assuntos de interesse da comunidade dos *Fab Labs* no país.
- *Fab Charter*: Propor aos *Fab Labs* seguir a *FabCharter*.
- Conectividade: Propor encontros, fóruns e vivências com periodicidade.
- Prototipagem digital: Democratizar o acesso a ferramentas de prototipagem digital.

- Mapa: Construir e mapear os *Fab Labs* brasileiros, *makerspaces* e amigos da Rede *Fab Lab* Brasil.
- Comunidade: Promover os *Fab Labs* para a comunidade brasileira, através de vários canais.

Segundo Carvalho e Bley (2018) o Movimento *Maker* se estabeleceu no Brasil seguindo a linha dos *Fab Labs*, que funcionam como centros para divulgar essa abordagem, estimulando a criação e facilitando o acesso a equipamentos digitais de prototipagem. Algumas iniciativas brasileiras também se inspiraram nessa proposta. O pioneiro *Fab Lab* nacional surgiu na USP (Universidade de São Paulo), e atualmente o país conta com mais de cem desses espaços, estando a maioria deles concentrada nas regiões Sul e Sudeste (Quintella *et. al*, 2016)

A fabricação digital é um dos pilares centrais e definidores do Movimento *Maker*. Por meio dela, indivíduos, comunidades e estudantes podem criar objetos físicos impulsionados pela criatividade, experimentação e aprendizado prático. Assim, para Silva e Merkle (2016), o cenário brasileiro da fabricação digital abrange quatro ideias principais:

- 1) o modelo clássico dos *Fab Labs* (laboratórios de fabricação);
- 2) a Abordagem da *Maker Media* (ligada à marca e focada em eventos);
- 3) a noção de laboratórios experimentais (como espaços *maker* e hackerspaces, que se diferenciam do modelo *Fab Lab*); e,
- 4) o *Fab Learn* (uma proposta de Blikstein (2016), que busca integrar tecnologias digitais a uma visão de educação mais democrática e progressista).

Apesar do conceito do Movimento *Maker* ser considerado novo, suas ideias nos remetem a pensamentos não tão recentes assim, como as defendidas por Paulo Freire. Freire (1996, p.36) afirma que aprender é o diferencial do ser humano e que “aprender é uma aventura criadora, algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a lição dada. Aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito.”

Percebe-se a forte ligação com a proposta da Abordagem *Maker*, em que a essência do *maker* reside na criação palpável, onde o indivíduo nesse processo muitas vezes tem que reconstruir ou aprimorar seu protótipo. A prática ativa de construir e reconstruir, aprender a partir do erro (experimentação sem medo do erro), é parte essencial do aprendizado experimental. A partir dos resultados é possível

descobrir o que funciona, o que não funciona e o que pode ser melhorado. O aprendizado genuíno exige sair da zona de conforto e se aventurar no desconhecido (Freire, 1996).

A filosofia de Freire, portanto, pode ser vista como uma aplicação prática para o Movimento *Maker*.

2.3 ESTADO DA ARTE DOS LABORATÓRIOS *MAKER* (LM): UMA VISÃO GERAL PELO MUNDO

Com sua ênfase no aprender fazendo, na criatividade e na resolução de problemas, a implantação de LM nas escolas tem se mostrado uma estratégia promissora para transformar o ambiente de ensino-aprendizagem.

Portanto, observa-se uma expansão mundialmente expressiva em investimentos nesse âmbito de desenvolvimento de espaços para aprendizagem prática, tanto por parte de políticas públicas, quanto privadas. Segundo Davies e Seitamaa-Hakkarainen (2025), esses ambientes que antes eram mais comuns em espaços coletivos como em bibliotecas públicas, museus e universidades (espaços informais) estão se tornando cada vez mais notáveis dentro de escolas (espaços formais).

Ainda, de acordo com Joksimovic e Starčević (2025), a Cultura *Maker* está intrinsecamente ligada ao movimento STEAM que visa cultivar criatividade, habilidades de resolução de problemas, comunicação, competências sociais e outras competências que as escolas tradicionalmente têm dificuldade em desenvolver, o que tem contribuído para essa expansão.

A implementação de LM tem sido incentivada por políticas públicas e iniciativas governamentais em diferentes nações. Por exemplo, o governo dos EUA, por meio de diferentes departamentos e agências, incentiva a educação em STEM/STEAM e o uso das tecnologias, o que indiretamente impulsiona a criação de *makerspaces*.

O Departamento de Educação dos Estados Unidos apresentou a iniciativa *YOU Belong in STEM* (Você pertence ao STEM) com o objetivo de fortalecer o ecossistema da educação STEM. A proposta busca promover a implementação e expansão de um ensino STEM inclusivo, acessível e de excelência para estudantes de todas as idades, desde a educação infantil até o ensino superior (ESEA, 2025).

Programas como o *Innovative Technology Experiences for Students and Teachers* (ITEST) da Fundação Nacional de Ciências, por exemplo, apoia o engajamento e desenvolvimento focado em aumentar o interesse de alunos, do ensino pré-escolar ao 12º ano, em tecnologia da informação e comunicação e STEM por meio de experiências de aprendizagem baseadas em tecnologia (NSF, 2025).

Recursos federais do *Every Student Succeeds Act* (Lei de Sucesso de Todos os Estudantes) podem ser utilizados por escolas para adquirir materiais didáticos, tecnologia e para a melhoria de infraestrutura escolar, o que pode incluir a instalação de *Makerspaces* (Funded, 2025). O programa *21st Century Community Learning Centers* (Centros de Aprendizagem Comunitária do Século) do DOE⁶ também destina fundos para programas extracurriculares que podem incorporar tecnologia e kits de educação STEM/STEAM (After school Alliance, 2025).

No Brasil, o incentivo à implantação de Laboratórios *Maker* na educação básica vem crescendo, impulsionado tanto por políticas públicas indiretas quanto por iniciativas diretas, parcerias e o alinhamento com documentos curriculares importantes como a BNCC (Brasil, 2018).

Programas e Editais de Financiamento Governamental, iniciativas de Secretarias de Educação Estaduais e Municipais e parcerias Público-Privadas e Organizações do Terceiro Setor vêm impulsionando a expansão da criação desses espaços.

Programas como ‘Programa Mais Ciência na Escola’⁷ e ‘Rede *Maker* do MEC’⁸ são exemplos de incentivos governamentais. O Sistema ‘S’⁹ destaca-se por oferecer modelos de laboratórios e programas de formação que podem ser replicados em outras escolas (Brasil, 2025b).

⁶ *Department of Education* – Departamento de Educação

⁷ O programa promove o letramento digital e a educação científica através da implantação de Laboratórios *Maker*, que são espaços montados dentro de escolas públicas do país onde os estudantes podem colocar em prática ideias e criações inovadoras, transformando a teoria em prática. Os espaços serão acompanhados de planos de atividades, formação de professores e bolsas para professores e estudantes (MCTI, 2025)

⁸ Implantação de um Ecossistema de Inovação por meio da Cultura *Maker* na Rede Federal de Educação (Ministério da Educação, 2025)

⁹ O termo ‘Sistema S’ refere-se a nove instituições prestadoras de serviços que são administradas de forma independente por federações e confederações empresariais dos principais setores da economia. Apesar de prestarem serviços de interesse público, essas entidades não são ligadas a nenhuma das esferas de governo. São elas: SENAI, SESI, SENAC, SESC, SEBRAE, SENAR, SEST, SENAT, SESCOOP (Agência Brasil, 2025)

Organizações como a Fundação Telefônica Vivo, Fundação Lemann, *Imaginable Futures*, desempenham um papel crucial ao financiar projetos, desenvolver metodologias, capacitar professores e apoiar a infraestrutura de Laboratórios *Maker* em escolas públicas e privadas (Fernandez *et al.*, 2020). Tais parcerias são fundamentais para a criação de modelos sustentáveis que integrem a cultura *Maker* ao currículo escolar de forma perene, indo além da simples entrega de equipamentos (Fernandez *et al.*, 2020; Menezes, 2020).

Por sua vez, diversas Secretarias Municipais e Estaduais de Educação já possuem iniciativas para levarem Laboratórios *Maker* para suas redes de ensino. Santa Catarina é um exemplo, o governo iniciou a implantação de Laboratórios *Makers* na rede Estadual de Educação em 2022 e hoje o estado conta com 293 laboratórios (Santa Catarina, 2024).

O estado da Bahia é outro exemplo, porém em andamento, de instalação de LM em escolas da rede estadual. Serão 180 LM em escolas da rede estadual de ensino (Bahia, 2025).

Além disso, países como o Reino Unido (Steverson *et al.*, 2019; Buxton *et al.*, 2022), China (Chen *et al.*, 2025; Li *et al.*, 2024) e Finlândia (Jaatinen e Lindfors, 2019), conhecidos por seus sistemas educacionais inovadores, também têm incorporado abordagens baseadas em projetos e aprendizagem experiencial, alinhando-se à filosofia *Maker*.

Este subitem propõe-se, portanto, a refletir sobre aspectos estruturais, organizacionais e pedagógicos dos LM que possam contribuir para alicerçar a implementação de laboratórios em contextos diversos no Brasil. Para isso, buscou-se referências tanto nacionais como internacionais.

2.3.1 Aspectos estruturais e organizacionais dos Laboratórios *Maker* (LM)

Os aspectos estruturais e organizacionais são a base inicial para o funcionamento eficaz de um Laboratório *Maker*. Eles influenciam diretamente a qualidade das experiências de aprendizagem, a segurança dos usuários e a sustentabilidade do espaço.

Para que a educação *Maker* seja efetivamente introduzida em uma instituição, Blikstein, Valente e Moura (2020) destacam a necessidade de se apoiar em quatro

pilares fundamentais, sendo um deles a criação de um espaço *Maker*. Este ambiente é crucial para que os alunos possam desenvolver suas atividades práticas.

Tais espaços podem assumir diversas configurações, desde salas dedicadas especificamente para essas atividades até ambientes compartilhados que, ainda assim, conseguem atender às demandas da cultura *Maker*. Conforme Raabe e Gomes (2018, p.6) “os espaços *Makers* podem ser definidos como: espaços físicos para criação que variam enormemente em formato. [...]”.

Dessa maneira, a criação desses espaços, que visam criar ambientes flexíveis e acessíveis que suportem o aprendizado prático e colaborativo, deve ser bem planejado de acordo com as necessidades e condições locais. A implementação desses ambientes em escolas de ensino básico tem se tornado cada vez mais frequentes.

No entanto, essas estruturas podem variar de ambientes fixos em salas de aulas escolares (Herro *et al.*, 2021; Gomes *et al.*, 2017; Machado, 2024), a kits transportáveis ou espaços móveis (Pereira, 2024; Chellappan e Razak, 2021; Martin e Dixon, 2019). De qualquer maneira a organização desses espaços e atividades requer uma adaptação das práticas pedagógicas tradicionais para acomodar a natureza exploratória e muitas vezes imprevisível do fazer.

Os laboratórios fixos dentro de escolas talvez sejam o modelo mais imaginável ou desejável. Herro *et al.* (2021) descrevem um LM em uma escola primária com mesas retangulares grandes que incentivam a colaboração, materiais armazenados e visíveis ao redor do perímetro e espaço livre no chão para trabalhar e testar ideias.

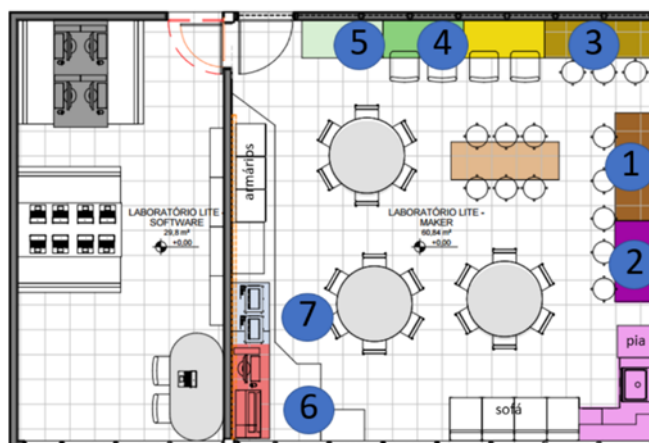
No estudo de Herro *et al.* (, 2021), embora a mobília não seja móvel, o layout foi pensado para colaboração. O espaço inclui uma variedade de materiais reciclados (papelão, tecido, plástico, madeira), ferramentas apropriadas para a idade (tesouras, chaves de fenda, martelos pequenos, fixadores), eletrônicos (circuitos, robôs) e materiais para desenho, costura, pintura e construção. A organização dos materiais e ferramentas deve facilitar o uso e a devolução, e materiais visíveis e acessíveis são importantes para a colaboração.

Gomes *et al.* (2017) abordam em seu artigo a experiência de implantação de uma disciplina *maker* em um Colégio de Aplicação vinculado a uma Universidade brasileira no Brasil. A iniciativa contemplou todos os alunos do sexto ano do ensino fundamental até o terceiro ano do Ensino Médio.

Além disso, ficou estabelecido que as atividades seriam realizadas no LITE¹⁰, que, por sua vez, passaria por adaptações para melhor acomodar os estudantes. A ampliação do espaço seguiu as definições relatadas em Blikstein (2013) *apud* Gomes (2017) e Santana *et al.* (2016) *apud* Gomes (2017) e usando o conceito de estações como sendo um espaço que concentra os equipamentos e materiais para o trabalho com determinada tecnologia, inspirado em Doorley (2016) *apud* Gomes (2017).

Também houve referência aos espaços visitados pelos pesquisadores do LITE como o *Media Lab do Massachusetts Institute of Technology (MIT)*¹¹ e na Universidade de Stanford¹². Como podemos observar na planta baixa do laboratório, conforme Figura 4 - Visão do LITE, o espaço é dividido em sete estações: (1) Artesanato em papel (*papercraft*), (2) Costura, (3) Eletrônica, (4) Marcenaria, (5) Registros, (6) Corte a Laser e (7) Impressão 3D.

Figura 4 - Visão do LITE



Fonte: Gomes *et al.* (2017)

Enfatiza-se que o ambiente é composto por mesas que comportam seis alunos, priorizando o trabalho em grupo. O ambiente também disponibiliza um notebook a cada três (3) alunos. As atividades pedagógicas realizadas no local foram elaboradas de modo que os estudantes pudessem ter acesso a todas as estações contidas no laboratório de modo que pudessem combinar diferentes tecnologias construtivas, materiais e técnicas.

O estudo de Jaatinen e Lindfors (2019) foi realizado no âmbito do projeto "Käsitäksää" (que significa "Você entende isso?" em finlandês) financiado pelo

¹⁰ Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação – LITE - da Universidade

¹¹ Maiores informações disponíveis em <web.mit.edu>.

¹² Maiores informações disponíveis em <www.stanford.edu>.

Conselho Nacional Finlandês de Educação. Este projeto criou e implementou o primeiro *makerspace* de educação fundamental da Finlândia que permitiu o coensino (unificou as oficinas tradicionais que antes eram separadas por gênero e materiais, como têxtil e trabalho técnico) em um espaço coeso para criação).

Foram adicionadas máquinas de modelagem e fabricação digital, integrando o artesanato tradicional com a tecnologia digital. Os locais de trabalho básicos dos alunos e as estações de trabalho/oficinas foram organizados de acordo com as diferentes fases do fluxo do processo de design e fabricação, em vez de serem definidos apenas pelo material (Jaatinen e Lindfors, 2019).

O espaço foi projetado para ser um ambiente de co-trabalho e co-design, incentivando a ideação, as atividades de design e a autoavaliação e avaliação pelos colegas. Há lugares para os alunos compartilharem o trabalho, testarem ideias e prototipagem, conforme mostra a Figura 5 - Espaço de aprendizagem de expressão artesanal, design e tecnologia modificado (Jaatinen e Lindfors, 2019).

Figura 5 - Espaço de aprendizagem de expressão artesanal, design e tecnologia modificado



Fonte: Jaatinen e Lindfors (2019, p.7)

A Finlândia já tem uma tradição única de *makerspaces* em escolas abrangentes (alunos de 7 a 16 anos) que é ensinar artesanato e tecnologia como disciplina na educação abrangente para todos os alunos garantindo a existência de oficinas na educação formal, como locais de design e criação, desde o século XIX.

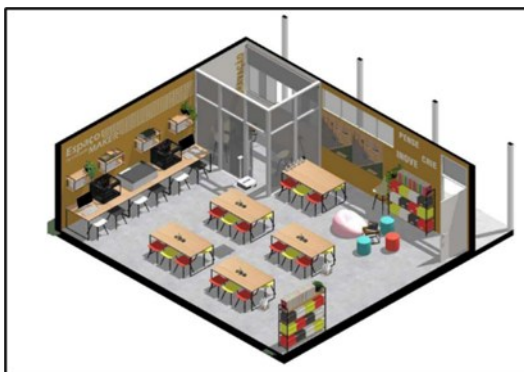
Assim, o estudo em questão apenas unificou esses espaços e disciplinas, mantendo a essência histórica da valorização do fazer como parte da formação integral do estudante (Jaatinen e Lindfors, 2019).

O estado de Santa Catarina, Brasil, iniciou a implementação de Laboratórios *maker* no ano de 2020 com um projeto-piloto de metodologia *maker* na escola Professora Zitta Flach de Chapecó (Machado, 2024).

Após esse projeto piloto, em 2022 o estado iniciou a implantação do primeiro de 500 Laboratórios *Maker* que se propunha a instalar. Segundo reportagem da época, seriam instalados espaços *makers* em 275 unidades escolares e mais 225 que seriam criados em espaços modulares, com um investimento de R\$ 67.436.878 milhões” (Santa Catarina, 2022b).

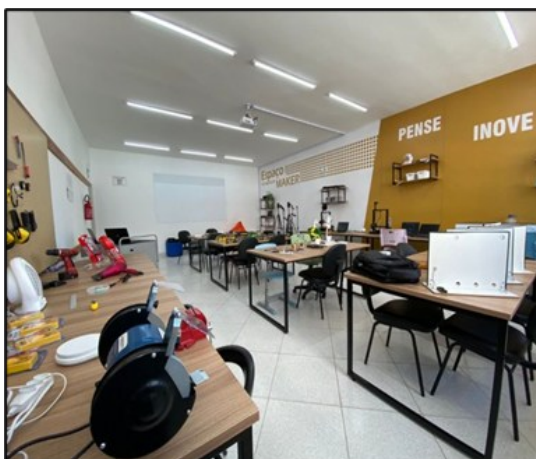
Segue o comparativo das Figuras 6 – Modelo estrutural dos Laboratórios *Maker* em Santa Catarina e 7 – Exemplo de Laboratório *Maker* implantado em Santa Catarina, nas quais é possível observar a diferença entre o modelo proposto e as estruturas efetivamente implantadas.

Figura 6 - Modelo estrutural dos Laboratórios *Makers* em Santa Catarina



Fonte: Santa Catarina (2022a, p. 49)

Figura 7 - Exemplo de Laboratório *Maker* implantado em Santa Catarina



Fonte: Santa Catarina (2022a, p.1)

As imagens ilustram como, por exemplo, o ambiente planejado, difere do real, por exemplo a cabine fechada para gravações. No entanto, o estado de Santa Catarina (2022a) orienta:

esse modelo é meramente direcionador, orientando a composição do espaço, não devendo ser encarado como uma fórmula rígida a ser aplicada. Portanto,

o layout deve ser adaptado segundo as condicionantes existentes em cada sala como, por exemplo, divergências nas dimensões do espaço, a localização dos acessos e o posicionamento das tomadas.” (Santa Catarina, 2022a, p. 49.)

Para a implantação desses locais o estado publicou em 2022 um caderno com orientações referentes à preparação, utilização e montagem do espaço. A preocupação com a escolha de um espaço apropriado para sua locação de modo a dar suporte, de forma organizada e segura, às atividades previstas para ocorrer no espaço é evidente no documento norteador (Santa Catarina, 2022a, p. 15-16).

Os seguintes critérios mínimos são listados:

- Uso exclusivo: Uso somente para atividades do laboratório;
- Metragem mínima: Estar dentro da metragem mínima e ocupação que de acordo a Lei Complementar 170 de 1998, que dispõe sobre o número máximo de alunos por metro quadrado de sala de aula, sugere-se que o espaço selecionado não possua dimensões inferiores a 60,00m².
- Conforto térmico e lumínico: Sugere-se um ambiente bem iluminado, preferencialmente de fonte natural, e bem ventilado, privilegiando espaços com ventilação cruzada;
- Possibilidade de receber infraestruturas: energia elétrica e internet, para seu funcionamento. Por isso, é ideal que o local já disponha desses serviços ou permita sua instalação.
- Proporcionar segurança: a sala deve ser abarcada pelo sistema de segurança da escola, evitando furtos ou depredações ao espaço e seus equipamentos;
- Seguro em casos de emergências: O espaço deve permitir a segura evacuação de seus ocupantes, sem quaisquer prejuízos a estes. O espaço conte com extintores de incêndio e acionadores de alarmes próximos.

Segundo o caderno de orientações, dois requisitos mínimos são necessários e devem ser previstos no plano de implantação desses espaços: sistema elétrico e internet.

No entanto, segundo estudo conduzido por Machado (2024) houve falhas nesse processo, em que em muitas escolas, o local escolhido não foi apropriado: (p. 46, 2024):

...essa sala foi projetada para comportar os materiais do laboratório, bem como acomodar uma turma de 40 estudantes. No entanto, há relatos de

escolas que receberam os laboratórios, porém, o espaço não comporta estruturalmente a proposta. Muitas delas eram originalmente salas de aula, enquanto outras eram depósitos de materiais ou ambientes pequenos e mal arejados, incapazes de acomodar uma turma de sala de aula de forma adequada. Essa situação evidencia o desafio que algumas instituições enfrentam ao tentar implementar um espaço *maker* em suas estruturas existentes, podendo exigir adaptações e investimentos para oferecer um ambiente mais apropriado e funcional para os estudantes (Machado, 2024, p. 46).

Assim, observa-se a necessidade de um planejamento prévio para a instalação desses espaços em escolas, analisando previamente o espaço físico existente, tamanho necessário para acomodar a média de tamanho das turmas da escola, espaço necessário para circulação das pessoas, já que o ambiente possui máquinas que necessitam cuidados no manejo e é importante que sua utilização seja feita de forma segura. Mesmo com orientações prévias, emitidas pelo estado, o acompanhamento e a cautela são necessários.

Os LM instalados na rede estadual de Santa Catarina são compostos por mobiliários e ferramentas padrão, especificados no documento norteador (Santa Catarina, 2022).

O laboratório conta com: Mobiliários (mesas, prateleiras, banquetas e *puffs*), materiais de uso nas oficinas (blocos de montar, abraçadeiras, *post-it*, massa de modelar, diversos tipos de papel, fitas, tintas, pincéis e etc), materiais de proteção individual (luvas, máscaras, abafadores, óculos), ferramentas para uso na oficina (alicates, brocas, chaves, espátulas, grampos, limas, serrotes, martelos, etc), materiais hidráulicos (canos e fitas), eletrodomésticos (aquecedor, balança, lanterna, ventilador, etc), materiais elétricos (como fios, lâmpadas, plugues), materiais de eletrônica (como arduíno uno, sensores, baterias, capacitores, protoboards, etc), material de robótica (*MakeyMakey* e *Micro Bit* BBCMicro Bit), equipamentos e materiais de tecnologia da informação e comunicação (como impressora, notebooks, cortadora a laser, impressora 3D, etc), suprimentos para impressora 3D e para organização do espaço.

Segundo reportagem do site oficial do estado, o custo de cada laboratório teve o investimento de noventa e sete mil reais (R\$97.000,00) (Santa Catarina, 2022d). Machado (2024) observa que muitas escolas não receberam os equipamentos listados, como ferramentas, cortadora a *laser*, entre outros. Os laboratórios são usados pelos alunos de todos os níveis da escola, mediante agendamento prévio feito

pelo professor das disciplinas, bem como o planejamento é realizado juntamente com os professores orientadores de laboratório.

A implantação de um *makerspace* em um local fixo, como uma sala de aula ou um laboratório de ciências ou informática adaptado para esse propósito, ainda não é uma possibilidade acessível para muitas instituições de ensino. Portanto, alguns estudos abordam outras opções de tornar esse ambiente mais próximo da realidade (Pereira, 2024; Chellappan e Razak, 2021; Martin e Dixon, 2019; Chamorro, 2024).

A pesquisa de Pereira (2024) propõe o desenvolvimento de um inovador produto educacional chamado FabriCAR. Trata-se de um carrinho de equipamentos móvel, projetado para facilitar a produção de protótipos de forma digital e manual, levando a experiência das atividades *Maker* diretamente para as salas de aula.

O principal objetivo do FabriCAR é eliminar a necessidade de uma sala física exclusiva para Laboratórios *Maker* nas escolas, tornando o aprendizado prático mais acessível e flexível. Ele foi cuidadosamente desenvolvido para abrigar uma variedade de equipamentos essenciais para a fabricação digital, incluindo impressora 3D, cortadora a laser, plotter, além de outros equipamentos e insumos adequados. Essa configuração permite que os alunos explorem diversas tecnologias e materiais em seus projetos (Pereira, 2024).

A mobilidade do FabriCAR é um de seus grandes diferenciais. Por ser facilmente transportado para diferentes ambientes, como as próprias salas de aula, ele possibilita que um número significativamente maior de alunos tenha acesso direto às atividades *maker* e às ferramentas de produção digital. O material didático que o acompanha serve como guia para os alunos no manuseio das ferramentas e auxilia os professores a iniciarem as atividades com o FabriCAR, oferecendo um grupo de sugestões de projetos e práticas (Pereira, 2024).

Para garantir a disseminação e o uso livre, tanto o design do FabriCAR quanto o material didático desenvolvido são licenciados por meio da licença Creative Commons¹³, promovendo a abertura e o compartilhamento de conhecimento. O custo para fabricação e manutenção do FabriCAR foi de R\$ R\$ 12.298,17 em 2023, o que se apresenta como uma solução acessível para viabilizar atividades *maker* em

¹³ As licenças *Creative Commons* oferecem a todos, desde criadores individuais até grandes instituições, uma maneira padronizada de conceder ao público permissão para usar seu trabalho criativo sob a lei de direitos autorais.

ambientes escolares sem espaços dedicados e equipá-la com o mobiliário (Pereira, 2024).

Chellappan e Razak (2021) também apresentam propostas semelhantes que podem ser transportadas para as salas ou ambientes diversificados da escola. Segundo os autores, “o *makerspace* móvel automatizado e seguro é previsto como uma abordagem futurista de utilização sustentável de espaços na construção da sociedade do conhecimento” (Chellappan e Razak, 2021, p. 339).

As principais preocupações desses autores referem-se à leveza e compacidade dos equipamentos, bem como à segurança dos usuários, especialmente iniciantes. Para isso, foi utilizado o conceito de robô de serviço, garantindo a operação segura mesmo sem equipe de suporte (Chellappan e Razak, 2021).

Martin e Dixon (2019) apresentam um modelo de oficina móvel desenvolvido para oferecer experiências de fabricação para jovens do Ensino Médio, com foco em engenharia e design a fim de promover a igualdade de acesso e participação. O Quadro 3 detalha com mais precisão o modelo proposto por Martin e Dixon (2019).

Quadro 3: Modelo de oficina móvel

Dimensão da Oficina	Estratégia Pedagógica ("Onde o jovem está")	Implementação Técnica e Logística
Acesso Geográfico	Superar barreiras de localização levando o laboratório até as escolas e comunidades.	Veículo Dodge Sprinter adaptado como unidade itinerante de fabricação.
Acesso Cognitivo	Construir sobre o saber prévio com instrução " just-in-time " (ensino no momento da necessidade).	Design Híbrido: O equipamento pode ser operado dentro da van ou expandido para salas de aula maiores.
Desenvolvimento de Identidade	Promover a autonomia e o protagonismo através da escolha livre de projetos.	Sistema de Carrinhos Móveis: Ferramentas organizadas sob as bancadas para fácil deslocamento e uso.
Organização Ferramental	Facilitar a experimentação em múltiplas áreas tecnológicas e manuais.	Caixas codificadas por cores contendo kits de: Eletrônica, Impressão 3D, Laser, Marcenaria e Costura entre outros.

Fonte: Criado pela Autora baseado em Martin e Dixon (2019).

O orçamento aproximado inicial em 2015 foi de cerca de US\$ 21.500 para ferramentas, carrinhos, iluminação, elétrica e madeira. A Figura 8 – Oficina móvel, mostra a versatilidade da proposta.

Figura 8 - Oficina móvel



Fonte: Martin e Dixon (2019, p. 7,8,9)

Chamorro (2024) mostra uma proposta de implementação de oficinas pedagógicas *maker* itinerantes para aprimorar o aprendizado criativo em escolas públicas. A proposta do projeto é que não seja necessário que as escolas possuam Laboratórios *Maker* específicos. As oficinas, os kits e as maletas de ferramentas básicas foram pensados para transformar a própria sala de aula comum em um Laboratório *Maker* momentâneo, sem a necessidade de modificar a estrutura física ou depender de muita burocracia.

O objetivo era que, ao final da oficina, o espaço voltasse a ser uma sala de aula comum, sem danos ou vestígios. A intenção era de levar ferramentas e máquinas para dentro das salas de aula, estimulando professores e alunos a trabalharem as disciplinas regulares de forma mais prática, utilizando as ideias da Aprendizagem Baseada em Projetos e da Cultura *Maker*. O projeto teve um enfoque em baixo custo e acessibilidade (Chamorro, 2024).

Complementando, Harron e Hughes (2018) apresentam a diversidade de ambientes que os espaços *makers* podem abarcar, não apresentando uma estrutura única e padronizada. Os locais específicos dos *makerspaces* entre os participantes do estudo variaram bastante, incluindo: Laboratório de informática e carrinhos móveis, porão da escola, biblioteca, extensão da escola (fora da escola), um espaço móvel em um veículo, uma oficina de madeira reformada. Portanto, a importância maior está no desenvolvimento de uma cultura de criação e no auxílio a professores, ao contrário de em ferramentas e na aparência física do espaço.

No entanto, a preocupação com o espaço físico é demonstrada na pesquisa de Ferreira (2020). Segundo ele, a carência de espaço físico é um obstáculo recorrente,

evidenciado em relatos de docentes que precisam adaptar atividades para turmas de 45 alunos em salas com apenas uma bancada. O autor destaca, ainda, que os professores entrevistados consideram o tempo de 50 minutos insuficiente, pois o intervalo não permite conciliar a execução da prática *maker* com a logística de organização necessária para a troca de turmas.

Por outro lado, Brockveld et al. (2017) apresentam algumas estratégias possíveis para a estruturação desses espaços, já que têm um custo elevado. Uma das alternativas possíveis é a construção de um espaço provisório como uma tenda, um container ou uma construção pré-fabricada.

Os investimentos podem ser feitos de forma gradual, de acordo com as condições e necessidades da instituição de ensino. As compras de equipamentos, a fabricação da mobília e a decoração do ambiente podem ser aliados a projetos com o envolvimento dos estudantes. Conforme Blikstein (2013), não é necessário o uso de kits tecnológicos caros, pois equipamentos simples e reconfiguráveis podem ser adquiridos a um custo mais baixo.

Os LM instalados em escolas exibem grande diversidade em termos de dimensão, capacidade e investimento. Enquanto algumas instituições consideram suficiente um ambiente com mesas, materiais convencionais e ferramentas básicas como pistolas de cola, outras disponibilizam espaços equipados com as mais avançadas tecnologias de fabricação digital (Blikstein, 2018). É essencial, portanto, compreender a função da tecnologia nesses locais e buscar um equilíbrio adequado entre a utilização de materiais tradicionais e recursos digitais (Blikstein e Valente, 2019).

Concluindo, a Cultura *Maker* não pode se restringir ao espaço, mas a toda uma filosofia que abarca, além da instrumentalização e tecnologias avançadas, transformações sociais e práticas sustentáveis (Nogueira, 2022).

2.3.2 Aspectos pedagógicos dos Laboratórios *Maker* (LM)

Diferente da crença popular, o poder dos *makerspaces* não é definido por sua estrutura ou por equipamentos caros. A grande promessa do fazer está em capacitar os alunos a usarem sua curiosidade e interesse para se engajarem no aprendizado de áreas do conteúdo (Salisbury e Nichols, 2020).

Fundamentados nos princípios do construcionismo, os LM empregam abordagens pedagógicas distintas daquelas encontradas nas aulas expositivas de cunho instrucionista. Nestas últimas, a ênfase recai na transmissão sequencial de informações do professor para o aluno, diferentemente da dinâmica de um espaço *Maker* que proporciona o desenvolvimento dos estudantes em habilidades que são mais alinhadas às competências do Século XXI (Raabe e Gomes, 2018).

Sendo assim, em geral os estudos analisados destacam-se como propósitos pedagógicos: A promoção do aprendizado (Jocius *et al.*, 2020; Rosa, 2023; Jaatinen e Lindfors, 2019; Rosa, 2023; Lemos e Valente, 2023), o desenvolvimento de competências como *design* (Li *et al.*, 2024 ; Martin e Dixon, 2019; Santos, 2024; Gonzaga, 2022), empreendedorismo e problemas do mundo real (Weng *et al.*, 2022;), STEM/STEAM (Martin e Dixon, 2019; Joksimovic e Starčević, 2025; Li *et al.*, 2024), criatividade (Rosa, 2023; Chen *et al.*, 2025; Joksimovic e Starčević, 2025), inovação (Jocius *et al.*, 2020; Gonzaga, 2022), resolução de problemas (Gomes *et al.*, 2017; Pereira, 2024; Chapp *et al.*, 2016; Harron e Hugles, 2018; Joksimovic e Starčević, 2025; Jaatinen e Lindfors, 2019; Martin e Dixon, 2019), pensamento computacional e habilidades colaborativas (Aleixo, 2021; Jocius *et al.*, 2020; Hartikainen *et al.*, 2023; Gonzaga, 2022; Rosa, 2023; Li *et al.*, 2024).

Joksimovic e Starčević (2025) examinam as vantagens da integração do STEAM e do Movimento *Maker* na educação. As autoras argumentam que a colaboração entre esses dois campos, ambos enraizados na tradição de aprender fazendo, pode aprimorar a criatividade, a resolução de problemas e outras competências essenciais.

A análise teórica, baseada no socioconstrutivismo, progressivismo e pedagogia crítica, levou à proposição de sete princípios para a aprendizagem através da prática *maker*, conforme Figura 9.

Figura 9 - Princípios do aprender fazendo



Fonte: Criado a partir de Joksimovic e Starčević (2025)

Jocius *et al.* (2020) relatam os resultados de um projeto de pesquisa de três anos que envolveu a integração de kits *Mobile Maker* baseados em padrões em 15 escolas de Ensino Fundamental 2. Ao longo dos três anos do projeto, mais de 100 professores e 7.500 alunos utilizaram 20 kits *Mobile Maker* exclusivos.

Os resultados do estudo (Jocius *et al.*, 2020), ilustram como os professores vivenciaram e resolveram contradições ao integrar os kits em suas salas de aula, e discutir como essa integração oferece oportunidades para aprendizagem. Os benefícios apresentados mostram que as contradições vivenciadas durante a criação baseadas em padrões em salas de aula podem oferecer oportunidades para aprendizagem transformadora e inovação.

O engajamento, a colaboração e a aprendizagem também foram destacadas no estudo por uma entrevistada do estudo: “fiquei impressionada com o quanto eles aprenderam com as experiências e como foram capazes de colaborar e trabalhar juntos de forma mais cooperativa do que eu imaginava” (Jocius *et al.*, 2020, p.402).

Da mesma maneira, Lemos e Valente (2023) evidenciam que a inserção da Cultura *Maker* no ambiente escolar promoveu o empoderamento e o protagonismo dos alunos, os quais, trabalhando de forma colaborativa com seus pares e

professores, conseguiram desenvolver três protótipos funcionais de projetos sustentáveis. O estudo demonstrou uma inversão do modelo pedagógico tradicional, na qual a prática da experimentação e a necessidade de resolver problemas reais de construção impulsionaram a busca por embasamento teórico e conteúdos curriculares, como o estudo de transformação de energia e circuitos elétricos. Além das competências técnicas de manuseio de ferramentas e introdução à programação, a pesquisa destacou o desenvolvimento de habilidades socioemocionais fundamentais, especificamente a resiliência e a mudança de mentalidade em relação ao erro, que passou a ser compreendido não como falha, mas como uma etapa essencial do processo criativo e de depuração dos projetos. Convergindo para achados semelhantes, Nascimento *et al.* (2020) destacam como os ambientes multitarefas, próprios dos espaços *maker*, favorecem o engajamento e a aprendizagem de alunos com diferentes perfis, o que contribui para um ambiente de aprendizagem mais inclusivo onde diversos talentos e habilidades podem ser expressos.

Ao investigarem a evolução da Mentalidade *Maker* (MM) em alunos do ensino fundamental, Li *et al.* (2024) destacam a eficácia da integração entre o *design thinking* e o modelo de *Lesson Study*. A pesquisa demonstra que essa abordagem, centrada no aluno e em estruturas colaborativas, promove mudanças perceptíveis tanto na autoavaliação dos estudantes quanto na observação docente. Segundo o estudo, os professores relataram progressos consistentes nos alunos, com ênfase no desenvolvimento do pensamento STEM, da motivação e da autoeficácia. Um ponto crucial levantado pelos autores é o papel determinante da postura do professor: o apoio e o encorajamento direto foram essenciais para alavancar o desempenho, especialmente daqueles alunos que apresentavam maiores dificuldades iniciais.

De acordo com Li *et al.* (2024), estratégias de apoio, como perguntas provocativas e feedback formativo, aumentaram a compreensão e a motivação. Interesses pessoais e paixões pré-existentes também influenciaram fortemente o engajamento e a persistência dos alunos.

Entre os fatores mais relevantes destacam-se:

- Nível de dificuldade (projetos muito fáceis ou muito difíceis reduzem a motivação);
- Estrutura do projeto, em que o *Design Thinking* forneceu procedimentos claros para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas;

- Autenticidade (a relevância prática e a novidade aumentaram o envolvimento);
- Trabalho em grupo, que foi considerado o fator mais importante para a conclusão dos projetos e o desenvolvimento da mentalidade *Maker*.

De forma semelhante, Chen *et al.* (2025) examinam como a integração do *Design Thinking* na Educação *Maker* afeta a criatividade de alunos do ensino fundamental, focando em sua propensão criativa, pensamento e desempenho de *design*.

Os resultados da pesquisa de Chen *et al.* (2025), aplicada com alunos da sétima série na China, indicaram que a integração do *Design Thinking na Maker Education* apoiou o desenvolvimento da criatividade dos alunos, levando a melhorias significativas na tendência criativa (especialmente em curiosidade, imaginação e desafio), no pensamento criativo (especialmente em fluência e flexibilidade) e no desempenho geral e em certas dimensões do design de seus artefatos.

Rosa (2023) em sua pesquisa busca integrar a Cultura *Maker* em atividades e projetos de ensino da disciplina de Arte, para isso desenvolveu sequências didáticas que foram aplicadas com alunos e professores.

Os resultados com alunos demonstram que mais da metade deles expressaram uma preferência pelo Ensino *Maker*. Cerca de 90% dos estudantes, por exemplo, afirmaram que a Cultura *Maker* teve um impacto significativo em seu aprendizado. Eles destacaram que a abordagem prática, baseada na experimentação e na criação, favoreceu um maior envolvimento com os conteúdos e contribuiu para uma assimilação mais eficaz das informações. Enfatiza-se, portanto, os benefícios apresentados com o estudo em questão:

Ao incentivar a participação ativa dos estudantes, o ensino *maker* promove uma aprendizagem mais significativa, criativa e duradoura, capacitando os alunos para enfrentarem os desafios do século XXI com confiança e habilidades práticas. Percebeu-se que a cultura *maker* trouxe à tona elementos valiosos para o processo educacional. A autenticidade, autonomia, pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas são competências essenciais para a formação de estudantes preparados para o mundo atual (Rosa, 2023, p. 110).

Gomes et al. (2017) destacam o desenvolvimento de atividades *maker* por meio de desafios que faziam parte de uma disciplina específica chamada Laboratório *Maker*. Os alunos eram divididos por níveis de dificuldade, onde a conclusão de alguns desafios eram pré-requisitos para outros.

Cada um dos desafios envolvia pelo menos uma área preestabelecida: costura, marcenaria, programação, eletrônica. Os estudantes dividiam-se em grupos e escolhiam qual desafio desejavam realizar no dia. Dirigiam-se à estação da área que atendia suas necessidades e começavam a executá-las, ou o grupo podia concluir o desafio em andamento e quando terminasse selecionava um novo. No local, encontravam-se os ‘facilitadores’ que não interferiam diretamente na realização das atividades. O foco era a atuação dos aprendizes, sendo que o papel do facilitador era anterior às atividades realizadas no laboratório quando este devia planejar e elaborar os desafios. A vantagem nesse processo é que os alunos têm a possibilidade de realizar uma atividade que seja de interesse pessoal, sem estipular uma linha obrigatória a ser seguida. Desta maneira, eles conseguem aprender conhecimentos diferentes uns dos outros e de formas diferentes e ao mesmo tempo. Os estudantes podiam optar em realizar os desafios individualmente ou em grupo, e alguns eram individuais obrigatoriamente (Gomes *et al.*, 2017).

Sobre esse assunto, Chng *et al.* (2020), em sua pesquisa, indicam que o trabalho individual dos alunos promove o desenvolvimento de habilidades técnicas, enquanto o trabalho em grupo os incentiva a permanecer mais tempo no *makerspace*. Isso reforça a ideia de que projetos bem-sucedidos em *makerspaces* requerem tanto esforço individual quanto colaborativo.

Em Gomes *et al.* (2017) um requisito obrigatório para o cumprimento do desafio é o registro. O aprendiz devia registrar suas atividades em um *blog* pessoal, sendo uma forma de avaliação individual, já que era uma disciplina curricular que precisava ter um padrão avaliativo por meio de notas.

Assim, a questão avaliativa teve que ser repensada para que não fosse contra aos princípios das ideias construcionistas em que “avaliar é acompanhar e valorizar todo o processo de construção do conhecimento vivenciado pelo estudante” (Gomes *et al.*, 2017, p.309). Nos blogs pessoais eram observados aspectos como: “qualidade dos detalhes registrados e conhecimento demonstrado sobre o assunto abordado na atividade realizada” (Gomes *et al.*, 2017, p.309).

A questão do interesse pessoal também é pontuada por Martin e Dixan (2019) que testaram o uso do seu espaço *maker* móvel (van) implementado em um contexto escolar (uma escola pública). O programa durou 9 semanas e os estudantes o cursaram para obter crédito eletivo. A avaliação qualitativa indicou que os alunos

desenvolveram competências em design digital, programação básica, construção de circuitos simples e uso de ferramentas como cortadores a laser e impressoras 3D.

Muitos relataram uma mudança em seu senso de capacidade para projetar e fazer coisas, e os estudantes, incluindo aqueles com pouca experiência prévia, foram capazes de usar as ferramentas expressivamente para fins significativos e criar projetos pessoalmente relevantes. “Quando percebemos que vários alunos estavam interessados em um determinado tema, como o uso de LEDs ou impressão 3D, oferecemos mini oficinas para proporcionar experiência e confiança no uso dessas ferramentas” (Martin e Dixan, 2019, p. 16).

Em resumo, as atividades na oficina móvel dentro da escola eram uma mistura de instrução direcionada e tempo de oficina aberta, centradas nos interesses e identidades dos alunos, com flexibilidade para apoiar seus processos de *design* e desenvolvimento de habilidades técnicas e sociais. “Também permitimos que os alunos escolhessem e modificassem seus objetivos ao longo do processo” (Martin e Dixan, 2019, p.16).

Nesse viés, Garcês e Oliveira (2023) mostram o *Maker Gamific*, apresentado como uma solução gamificada para aumentar o engajamento e a utilização de estudantes e professores nos Laboratórios *Maker*.

Garcês e Oliveira (2023) utilizam elementos de jogo, como escolha de personagem, pontuação em habilidades, metas, recompensas e níveis, para motivar e guiar a participação dos usuários no LM, tornando o uso do espaço mais frequente e engajador utilizando ferramentas gratuitas como site, formulários e planilhas.

A jornada do usuário desse sistema gamificado para LM inicia com a escolha de um ‘*maker*’ de inspiração’ (personagem). Após escolha do personagem e cadastro, o usuário recebe um cartão virtual e acesso a uma plataforma que detalha as ações disponíveis no laboratório, indicando as habilidades desenvolvidas por cada uma. À medida que o usuário participa e completa ações, seu perfil evolui, permitindo a aquisição de conquistas virtuais ou físicas. O processo incentiva a participação contínua e autônoma, sem a necessidade de vínculo a projetos específicos, e o sistema mensura o desenvolvimento das habilidades dos usuários.

Durante a jornada, um dos desafios é manter e aprimorar essas competências (criatividade, iniciativa e colaboração), além das habilidades em 5 diferentes áreas: Modelagem, Programação, Robótica, Ferramentas e Gambiologia (Garcês e Oliveira, 2023).

Pereira (2024) também apresenta o desenvolvimento de um material didático em formato de guia, especialmente desenvolvido para acompanhar o FabriCAR, projeto já explicado na seção anterior. Essas sequências têm como foco principal a resolução de problemas, o desenvolvimento de projetos e o trabalho colaborativo, visando aprofundar a Cultura *Maker* e a aprendizagem baseada em projetos colaborativos entre os estudantes.

As sequências didáticas, apresentadas no estudo de Pereira (2024), estão em conformidade com a BNCC e as disciplinas do público-alvo prioritário, os alunos do 6º e 7º anos do Ensino Fundamental. As sequências propostas contemplam aspectos como: objetivo, habilidades desenvolvidas, materiais necessários, ferramentas necessárias e fases da atividade (pesquisa e planejamento, organização e construção, construção e montagem, discussão e reflexão).

Os dados coletados para validação do produto indicam que as atividades em questão impactam positivamente a educação interdisciplinar, funcionando como base para novas iniciativas *maker* com foco interdisciplinar. Além disso, os participantes da pesquisa relataram que o produto é valioso por possibilitar atividades *maker* em diferentes ambientes, e sua adaptabilidade contribui para aulas mais interativas (Pereira, 2023).

Gonzaga (2022) relata e reflete sobre a construção de uma Proposta Curricular para Educação Básica, no período entre 2016 e 2019, em uma escola privada da zona oeste do município do Rio de Janeiro. O objetivo é desenvolver práticas pedagógicas baseadas em um currículo interdisciplinar, metodologia *maker*, pedagogia de projetos, sustentabilidade, metodologias ativas, web currículo, inovação, tecnologia, servindo de referência para outras experiências na educação básica e superior.

Os resultados obtidos mostram uma proposta curricular inovadora que transforma o ensino tradicional baseado em disciplinas em um aprendizado focado em áreas do conhecimento, abordando temas e problemas sociais locais e globais, alinhados aos ODS e temas da UNESCO (Gonzaga, 2022)

A metodologia da proposta curricular na pesquisa de Gonzaga (2022) centra-se em projetos investigativos e de intervenção, com a disciplina transversal LEP (Lógica, Empreendedorismo e Programação) atuando como elo integrador para o desenvolvimento de competências socioemocionais, lógico-matemáticas e empreendedoras. A Cultura *Maker* e as metodologias ativas são enfatizadas,

Observou-se, por exemplo, que alguns alunos preferiam tarefas tradicionais por se sentirem intimidados por novas formas de criação.

Para contornar isso, Salisbury e Nichols (2020) refletem que é essencial que educadores ajudem os alunos a se tornarem criadores confiantes, talvez começando com projetos individuais e mais estruturados, para depois avançar para criações mais abertas.

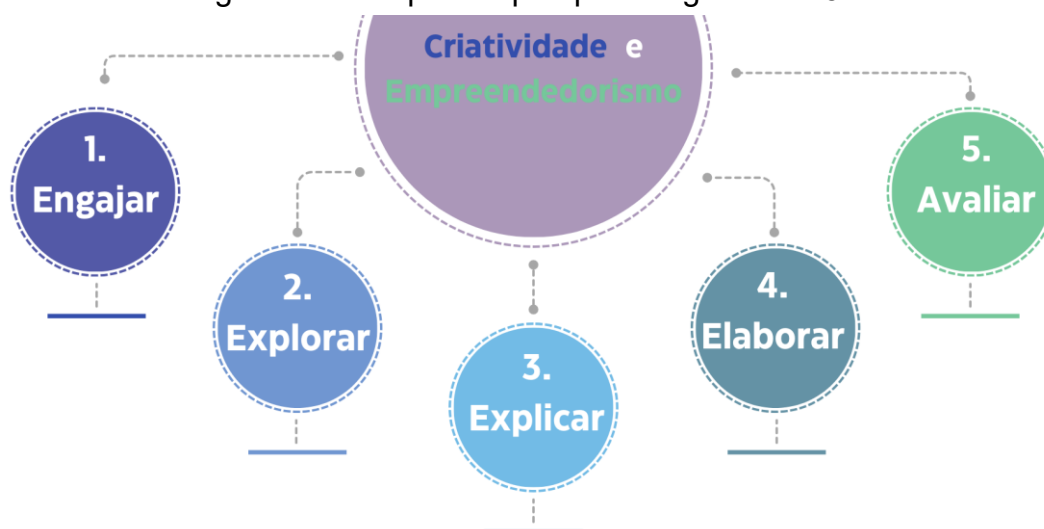
A preocupação com a sustentabilidade também é apresentada em Silva (2023), que realizou um estudo de caso exploratório onde investigou a motivação de alunos do 5º ano de escolas públicas para aprender ciências em sustentabilidade, utilizando atividades *maker* e a Teoria da Autodeterminação. Para isso, foi elaborado um Guia de Atividades *Maker* visando sensibilizar os estudantes para o desenvolvimento sustentável.

A motivação dos alunos foi avaliada por meio do questionário IMI (Inventário de Motivação Intrínseca), adaptado da Teoria da Autodeterminação (Deci e Ryan, 2000; Parra, 2018), que mapeia os graus de motivação. A pesquisa de Silva (2023) buscou responder se as atividades *maker* contribuem para a motivação dos alunos em aulas de ciências para a educação sustentável.

Os resultados apresentados, baseados em falas e registros dos participantes, indicaram um claro interesse e satisfação dos alunos, com evidências de aprendizagem significativa. A pesquisa concluiu que as atividades *maker* têm uma influência positiva e podem inspirar a aprendizagem sustentável.

Weng *et al.* (2022) também exploraram os problemas do mundo real para promover a criatividade e o empreendedorismo em alunos do 9º ano (70 alunos de um programa *maker* com duração de 5 meses) em Hong Kong. Os pesquisadores usaram o modelo de instrução 5E, conforme mostra a Figura 11, como estrutura para analisar o desenvolvimento dos alunos.

Figura 11 – Etapas da pesquisa segundo os 5Es



Fonte: Elaborado pela Autora a partir de Weng *et al.* (2022)

A pesquisa de Weng *et al.* (2022) indicou que tanto a criatividade quanto o empreendedorismo foram fomentados em todas as fases do ciclo de aprendizagem, conforme mostra os resultados alcançados:

1. Engajar: Contextualização com o mundo real (surto de SARS/pandemia) para identificar oportunidades de mercado e propor o desenvolvimento de máscaras impressas em 3D.

2. Explorar: Execução de experimentos científicos autônomos para testar a eficácia, funcionalidade e características dos materiais propostos.

3. Explicar: Aprofundamento na tecnologia de impressão 3D (ex: NanoHack) e fomento de habilidades socioemocionais, como perseverança e autoconsciência.

4. Elaborar: Utilização de ferramentas digitais e imersivas (VR, apps) para refinar a estética, garantir autenticidade e comunicar o valor do produto.

5. Avaliar: Adoção de avaliação formativa e feedback entre pares, analisando a utilidade prática da solução e a qualidade do trabalho colaborativo.

Ainda de encontro com a proposta de Santos (2024), Gonzaga (2022) e Weng *et al.* (2022), Sheridan e Halverson (2017) salientam que os espaços *maker* promovem uma aprendizagem ativa e a solução de problemas. Isso ocorre à medida que os alunos se envolvem de forma prática em projetos *maker*.

O ambiente desses espaços favorece a exploração criativa, capacitando os estudantes a serem inventores e criadores ao aplicar conhecimentos teóricos em situações do mundo real. Assim, destaca-se o papel do *makerspace* muito mais do

que uma sala com ferramentas, mas um ambiente que incentiva a experimentação, o erro como parte do aprendizado e a busca por soluções não convencionais.

De encontro com essa visão, o estudo de Jaatinen e Lindfors (2019) apresentam um *makerspace* formal em uma escola finlandesa, que é a evolução da tradicional aula de artesanato, unindo diferentes tecnologias e espaços para facilitar o coensino, a resolução criativa de problemas, o desenvolvimento da competência de inovação e o aprendizado por meio da prática.

A ideia de Jaatinen e Lindfors (2019) é deslocar o foco das tecnologias de materiais para processos de design baseados em problemas, utilizando diferentes tecnologias como meios para criar soluções. O estudo sugere que um ambiente de aprendizagem que suporta a inovação vai além do espaço físico, sendo uma construção social e mental que, equipada adequadamente, facilita a colaboração, a segurança, o suporte individualizado, a integração de conhecimentos e o desenvolvimento das competências necessárias para a resolução criativa de problemas e a inovação.

O *Framework for Maker-Centered Learning* (Figura 12) desenvolvido por pesquisadores do Project Zero (Agency by design, 2016) da universidade de Harvard é fundamental porque eleva a aprendizagem *maker* de uma simples atividade manual para uma abordagem pedagógica profunda. Ele mostra que o fazer é um meio para desenvolver a capacidade de observar criticamente, analisar problemas complexos, inovar e, em última instância, empoderar os alunos a serem agentes de mudança em seu ambiente.

Figura 12 - *Framework for Maker-Centered Learning*



Fonte: Agency by design. (2016, p.1)

Compreendendo melhor a Figura 12 – *Framework for Maker-Centered Learning*, o círculo interno (*Sensitivity to Design* - Sensibilidade ao Design): É a base do processo. Ele é composto por três fases interconectadas:

- *Looking Closely* - Olhar Atentamente, que envolve a observação minuciosa do mundo ao redor, identificando detalhes, problemas e oportunidades.
- *Exploring Complexity* - Explorar a Complexidade, que refere-se à investigação aprofundada dos sistemas, mecanismos e interconexões que compõem o que foi observado.
- *Finding Opportunity* - Encontrar Oportunidades que é a etapa de identificar lacunas, necessidades ou melhorias onde a criação pode gerar valor ou solucionar um problema.

As setas circulares indicam um ciclo contínuo, no qual a pessoa se move entre observar, compreender a complexidade e identificar oportunidades de forma constante.

No círculo externo: *Maker Empowerment* – Empoderamento do criador, representa o resultado da aprendizagem centrada no fazer a partir do processo de observar e entender o *design* e que as pessoas são capazes de criar.

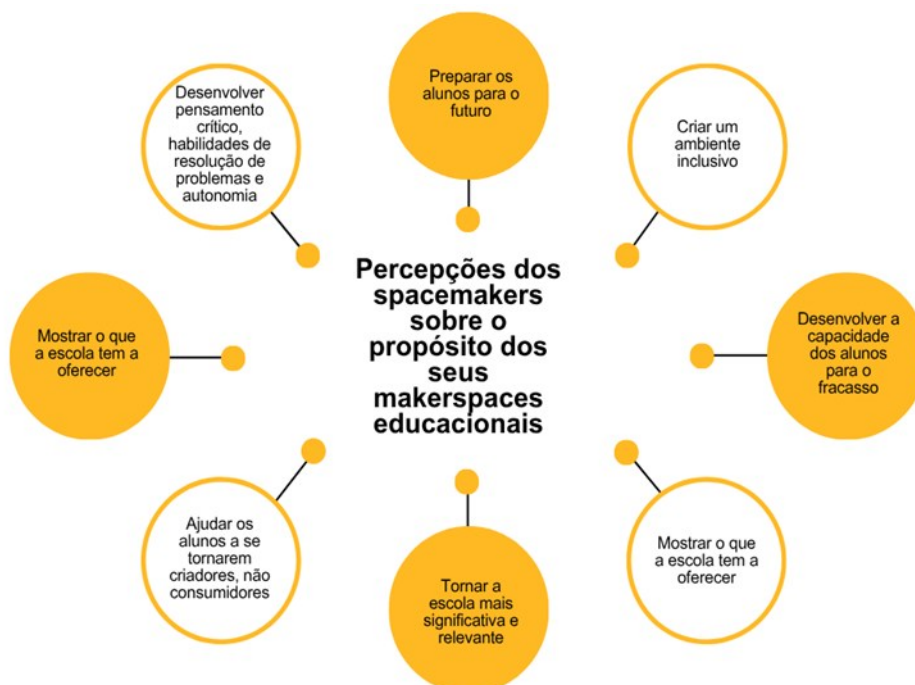
Clapp *et al.* (2017) focaram nas promessas, práticas e pedagogias da Educação *Maker* em seis escolas de Oakland, Califórnia, em vez de se limitar a ferramentas e tecnologias. Essa pesquisa revelou a importância do empoderamento do criador. Os alunos enfrentaram problemas autênticos que os ajudaram a compreender o propósito de cada componente em designs mais complexos (como a função de uma engrenagem).

O estudo conclui que a Educação *Maker* não se resume a ferramentas, mas sim a propor desafios significativos e capacitar alunos e professores a reimaginarem e criar ativamente o mundo. Essa transição do foco em ferramentas para o empoderamento torna mais complexa a integração do fazer no currículo escolar, pois exige uma redefinição profunda das metodologias pedagógicas, do papel do professor e dos próprios sistemas de avaliação.

Harron e Hughes (2018) investigaram as perspectivas dos chamados *spaceMakers* (educadores experientes e entusiasmados que lideraram o estabelecimento ou a manutenção de um *makerspace*), sobre o propósito desses espaços e como eles se conectam ao currículo escolar na educação básica.

Entrevistas com doze desses professores revelaram suas percepções sobre o espaço conforme Figura 13 - Percepções dos *spaceMakers* sobre o propósito dos seus *Makerspaces* educacionais.

Figura 13 - Percepções dos *spaceMakers* sobre o propósito dos seus *Makerspaces* educacionais



Fonte: Criado pela autora, a partir de Harron e Hughes (2018)

O estudo identificou que os *makerspaces* apoiavam o currículo através de aulas dedicadas, projetos curriculares e atividades extracurriculares, mas também destacou desafios futuros relacionados à integração curricular, sustentabilidade e práticas equitativas.

Na escola estadual da pesquisa de Machado (2024), além do laboratório ser usado no momento das aulas disciplinares, “são ofertados aos estudantes no contraturno escolar, pelas professoras orientadoras dos laboratórios da escola, uma vez na semana, aula de robótica e atividades diversificadas”. Segundo Machado (2024):

A elaboração e execução do projeto é realizada pelos professores dos laboratórios da escola: matemática, física, biologia, química, tecnologia e *maker*. Para a participação dos estudantes no projeto de contraturno escolar, a direção da escola realiza uma apresentação do conteúdo a ser estudado ao longo do ano, bem como o dia da semana que as atividades serão desenvolvidas (uma manhã e uma tarde). São disponibilizadas 20 vagas no turno matutino e outras 20 no turno vespertino. Devido à limitação de recursos financeiros da escola, para a aquisição de materiais e a realização de passeios, os estudantes interessados em participar do projeto fazem uma

contribuição no valor de R\$ 150, que pode ser parcelado em duas vezes (Machado, 2024, p.53).

Onisaki (2021) oferece orientações para o planejamento e implementação de atividades *maker* no ambiente educacional a partir da análise de 15 práticas pedagógicas. A pesquisadora buscou identificar indicadores e oferecer orientações para o planejamento e implementação de práticas na perspectiva do Movimento *Maker*, considerando as particularidades que emergem da realidade da Educação básica brasileira.

As imagens retiradas da sua pesquisa, conforme Figura 14 – Traços característicos, resumem ideias importantes de ações desenvolvidas dentro de contextos escolares referentes aos alunos, professores e as práticas.

Figura 1 - Traços característicos



Fonte: Onisaki (2021, p. 126, 130, 131)

Ao discutirem a avaliação em espaços *maker*, Buxton *et al.* (2022) descrevem o desenvolvimento de um instrumento voltado inicialmente para ambientes informais, cuja aplicabilidade se estende com relevância ao contexto escolar formal. Segundo os autores, as atividades *maker* em seu sentido mais amplo buscam desenvolver competências que transcendem o currículo tradicional. Para tanto, o estudo apresenta o *Makerspace Learning Assessment Framework*, modelo fundamentado nas Características de Aprendizagem Eficaz (*Characteristics of Effective Learning* - CoEL). Essa estrutura prioriza o como as crianças aprendem em detrimento do que aprendem, alinhando-se à filosofia de focar no processo, e não apenas no produto final (BLIKSTEIN *et al.*, 2020). Por fim, os pesquisadores (Buxton *et al.*, 2022)

argumentam que a ferramenta não apenas documenta competências complexas, como criatividade e colaboração, mas também serve como suporte ao desenvolvimento profissional docente e ao ensino interdisciplinar.

O *Framework* de Buxton *et al.* (2022) se concentra em características que se enquadram em quatro áreas principais, com foco nas observações mencionadas, conforme Figura 15.

Figura 15 - Modelo de avaliação de aprendizagem em *Makerspaces*

Modelo de avaliação de aprendizagem

BRINCAR E EXPLORAR	APRENDIZAGEM ATIVA	PENSAMENTO CRÍTICO	CRIATIVIDADE E DESIGN	APRENDIZAGEM SOCIAL
• A criança usa seus sentidos para explorar e compreender o mundo ao seu redor? • Ela transforma recursos? • Demonstra interesse contínuo pela tarefa? • Apresenta uma atitude proativa e confiante? • Está disposta a experimentar novas ideias ou prefere permanecer no que já conhece? • Não tem medo de cometer erros e explorar além da sua zona de conforto?	• A criança usa seus sentidos para explorar e compreender o mundo ao seu redor? • Ela transforma recursos? • Demonstra interesse contínuo pela tarefa? • Apresenta uma atitude proativa e confiante? • Está disposta a experimentar novas ideias ou prefere permanecer no que já conhece? • Não tem medo de cometer erros e explorar além da sua zona de conforto?	• A criança tem suas próprias ideias e iniciativa ao planejar designs? • Demonstra curiosidade, imaginação, espontaneidade e inovação? • Quais estratégias ela usa para resolver problemas ou desafios em seus projetos? • Ela desafia e amplia seu próprio aprendizado? • Experimenta algo novo ou apenas segue o que os outros fizeram? • Testa e repete suas ideias para verificar se funcionam?	• Explora as propriedades dos materiais e usa esse conhecimento para alcançar objetivos de design? • Usa materiais de forma criativa? • Está confiante ao aplicar uma abordagem de tentativa e erro? Ela demonstra ou fala sobre o que funciona e o que não funciona? • Usa sua experiência e conhecimento prévio para desenvolver soluções alternativas? • Ajusta seus objetivos com base em feedback e evidências? • Consegue sugerir melhorias para o artefato criado?	• Escuta as ideias dos outros? • Constrói sobre as ideias dos outros? • Apoia o aprendizado de outras crianças? • Colabora de forma eficaz com outras crianças? • Busca ideias, assistência e conhecimentos de outras pessoas? • Dá feedback sobre o trabalho dos outros (inclusive quando solicitado)?

Fonte: (Elaborado a partir de Buxton et al., 2022, p. 4,5.)

O *Learning Dimensions of Making and Tinkering* " (Dimensões de aprendizagem fazer e tinkering¹⁴) é uma estrutura de avaliação apresentada pelo site *Exploratorium* (2025) que permite que os educadores observem, apoiem e documentem a aprendizagem dos alunos, além de criar avaliações eficazes. Também os auxilia a refletir sobre como o ambiente, as atividades e a facilitação das experimentações impactaram os resultados alcançados, tanto positiva quanto

¹⁴ O termo *tinkering* não possui tradução direta para o português, mas pode ser entendido como um processo de exploração mão na massa de materiais e ideias, no qual o planejamento dos próximos passos vai se reconstruindo à medida que os entendimentos evoluem. (Exploratorium, 2025)

negativamente. Observa-se a Figura 16 - Dimensões de aprendizagem fazer e *tinkering*.

Figura 16 - Dimensões de aprendizagem fazer e tinkering



Fonte: Exploratorium (2025)

Esta estrutura de dimensões de aprendizagem é de vital importância, pois oferece aos educadores uma perspectiva abrangente para observar e avaliar a aprendizagem em ambientes *maker*, expandindo a avaliação para além do produto final e incluindo o processo e as habilidades socioemocionais e cognitivas.

Consequentemente, auxilia no planejamento pedagógico mais focado capaz de garantir que as atividades tenham um papel mais holístico. Além disso, valida que as experiências de fazer e *tinkering* não se tornem apenas recreativas, mas sejam aprendizagens valiosas.

2.3.3 Formação de professores para atuação em atividades *maker*

Vários autores enfatizam a necessidade de formação dos professores para a efetividade das atividades *maker*, garantindo que o potencial desses espaços seja plenamente realizado em benefício da aprendizagem dos alunos (Andrade e Félix,

2024; Blackley *et al.* , 2017; Silva, 2024; Stevenson *et al.* , 2019; Domínguez-González *et al.* , 2021; Moreira, 2023).

O estudo de Blackley *et al.* (2017) descreve um projeto-piloto onde futuras professoras foram engajadas em atividades *maker* para aprimorar a educação STEM. Os resultados são claros: essa experiência proporcionou-lhes mais experiência de ensino, oportunidade de aprender na prática, desenvolver novas habilidades e colaborar com colegas.

Crucialmente, essa vivência *maker* apresentada no estudo de Blackley *et al.* (2017) permitiu que as professoras adaptassem seus estilos de ensino para permitir a descoberta pelos alunos, em vez de apenas fornecer respostas, aumentando a confiança em ciência e ensino STEM.

Na mesma direção, Silva (2024) em sua pesquisa aplica um circuito de oficinas *Make It* com estudantes de Letras-Inglês, visando complementar a formação inicial de professores, promover o desenvolvimento de competências socioemocionais e validar a relevância das práticas "mão na massa" para o ensino do idioma, abordando também a temática da sustentabilidade. O estudo demonstrou o quanto ainda falta falar sobre Cultura *Maker* em cursos de formação de professores, pois todos os professores participantes desconheciam o seu conceito.

Stevenson *et al.* (2019) também examinam a importância do treinamento de professores para trabalhar com atividades *maker*. Aplicando um programa de formação profissional de professores do ensino fundamental para utilizar espaços de criação. A pesquisa analisou o impacto desse programa com 27 professores sem experiência prévia, utilizando questionários e entrevistas.

Os resultados indicaram que o treinamento aumentou significativamente a confiança e o entusiasmo dos professores para lecionar em *makerspaces*. O estudo também identificou a importância do apoio colegial, da escola e de parceiros da indústria para superar preocupações iniciais e promover mudanças pedagógicas com o uso de tecnologias.

De forma semelhante, Domínguez-González *et al.* (2021) buscaram saber como professores de Ciências e tecnologia do México, após serem submetidos a uma proposta de mediação tecnológica educativa apoiada na Cultura *Maker* para promover a melhora da prática docente, desenvolveram suas práticas. A proposta se desenvolveu em dois ciclos:

- Ciclo 1- Capacitação dos docentes; e,

- Ciclo 2- Ação docente, que envolveu a intervenção educativa dos professores em suas próprias salas de aula, com acompanhamento.

A pesquisa evidenciou que a proposta estimulou um câmbio na prática docente, levando os professores a modificarem seu planejamento, ação e estratégia de ensino. Isso resultou em maior engajamento e entusiasmo por parte dos alunos, aprendizagem mais ativa e prática, desenvolvimento de habilidades colaborativas e até mesmo mudanças positivas no comportamento dos estudantes.

Um aspecto interessante foi que os professores adaptaram e utilizaram os espaços já disponíveis em suas escolas, como laboratórios de Ciências, oficinas e salas de aula convencionais, para realizar as atividades propostas pela Cultura *Maker*, evidenciando que muitas vezes as atividades *maker* podem ser realizadas em espaços comuns. Pesquisas mostram que aqueles que são novos na prática do making precisam de um suporte substancial antes de implementar essas metodologias em suas salas de aula (Blikstein & Worsley, 2016).

Nesse sentido, Andrade e Félix (2024) reforçam que a formação *maker* para professores precisa unir teoria e prática por meio de modelos híbridos. Isso deixa claro que são necessários treinamentos específicos para que os docentes saibam como guiar os alunos e mediar o aprendizado dentro desses espaços de construção. Assim, como abordam De Sousa *et al.* (2025, p.9) é necessário “investir em percursos formativos que articulem teoria e prática, que possibilitem a experimentação e a reflexão crítica sobre os processos de ensino e aprendizagem mediados por dispositivos digitais e práticas colaborativas”.

Na mesma linha, Moreira (2023) constatou, após aplicação de um curso de formação para professores “Formação de Agentes da Cultura Digital *Maker*”, que o curso estimulou novas ideias e os fez sentir como protagonistas, desenvolvendo autonomia, participação e capacidade de resolver problemas. Eles destacaram a importância do contato com os equipamentos e ferramentas (caneta 3D, impressora 3D, Arduino) e perceberam a aplicabilidade da Cultura *Maker* em suas práticas pedagógicas.

Ambientes de aprendizagem voltados à formação de professores também podem auxiliar nesse processo de transformação (Godoi, 2023), que devem permear a comunidade escolar quando falamos de Cultura *Maker*.

O site¹⁵ do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) apresenta o Espaço de Formação e Experimentação em Tecnologias para Professores (Efex) como um conceito de ambiente de aprendizagem (Cieb, 2025). O Efex visa capacitar professores no uso pedagógico da tecnologia e em seu desenvolvimento profissional. Ele permite que educadores explorem e testem equipamentos, plataformas digitais e metodologias de ensino inovadoras, desenvolvendo as habilidades necessárias para inovar em sala de aula. O Efex possui materiais e documentos de apoio disponíveis para sua criação e implementação. O CIEB também desenvolveu diretrizes para a formação de professores no uso de tecnologia, abrangendo temas como ensino híbrido, Cultura *Maker*, gamificação e curadoria de cultura digital. São materiais abertos que podem ser utilizados por quem busca a inclusão das tecnologias por meio de diversas metodologias (Cieb, 2025).

Por fim, é importante o investimento em políticas públicas que incentivem a formação continuada do professor. Isso garante que as mudanças cheguem de fato ao dia a dia da escola, fazendo com que a inovação realmente aconteça e não fique só na teoria (De Sousa *et al.* 2025).

2.4 LABORATÓRIOS *MAKER* NO BRASIL: UMA VISÃO SOBRE DESAFIOS E OPORTUNIDADES

A implementação de Laboratórios *Maker* na realidade brasileira ainda é um processo novo que requer planejamento e reflexão. Desta forma, este item tem o intuito de apresentar, após investigação, as limitações estruturais, socioeconômicas e pedagógicas de escolas públicas brasileiras que impactam a implementação de Laboratórios *Maker*. Para isso, realizou-se um estudo bibliográfico seguido de buscas em bases de dados brasileiras.

O Movimento *Maker* no Brasil enfrenta diversos desafios. A educação brasileira ainda carrega consigo metodologias tradicionalistas com um ensino focado na transmissão de informações (Marin *et al.*, 2010). Um ensino que prioriza a experiência prática e a construção de conhecimento exige uma mudança significativa na forma como os professores ensinam e os alunos aprendem.

¹⁵ <https://cieb.net.br/efex/>

Santos (2024) reforça que para que uma proposta educacional *maker* alcance seu verdadeiro propósito, a escola deve, antes de tudo, compreender e integrar a Cultura *Maker*, explorando suas ideias inovadoras e enfrentando os desafios que ela impõe ao modelo tradicional de ensino.

Dentro dessa perspectiva, tudo pode ser considerado um recurso de aprendizado – desde os conteúdos abordados até os métodos de ensino e os papéis desempenhados no processo educativo. Cada um desses elementos precisa ser analisado de forma coletiva e ajustados às particularidades de cada instituição, respeitando suas necessidades e seu contexto.

Com base em sua pesquisa, Santos (2024) constatou que para se “pensar em um ambiente *Maker* educacional que, de fato, mobilize e estimule a comunidade escolar”, este deva perpassar por cinco dimensões consideradas essenciais: Concepção, Implementação, Utilização, Gestão e Divulgação.

O Quadro 4 – Dimensões de um ambiente *maker* educacional apresenta o resumo das dimensões que devem ser vistas como um todo, entrelaçando-se e complementando-se entre si.

Quadro 4 - Dimensões de um ambiente *maker* educacional

Dimensão	Características
Concepção	• Aprofundamento sobre Cultura <i>Maker</i>; • Pesquisa sobre espaços similares; • Ampliar o grupo de trabalho para além de professores e gestores; • Não perseguir o modelo ideal; • Verificar a real necessidade da escola; • Respeitar o limite entre se inspirar em um espaço e imitar um espaço; • Idealização do espaço e dos equipamentos necessários.
Implementação	• Foco na estrutura maior do projeto: Atores envolvidos, opções de instalação, reformas necessárias, investimento estimado, necessidade de captação de recursos e como arrecadar a quantia desejada;
Utilização	• Adequação do uso do espaço a cada projeto; • Regras para o bom funcionamento do local;

	• Importância da estética, mas não sobreposta à funcionalidade; • Regras de segurança;
Gestão	• Manutenção permanente; • Preparação do local antes e depois do uso; • Determinar o modelo de gerenciamento: Pessoas responsáveis por administrar questões cotidianas.
Divulgação	• O sucesso depende dos esforços de divulgação; • Exposições de trabalhos: Internas e externas; • Incentivar a presença dos estudantes em eventos externos, simpósios, feiras, competições; • Apresentar o espaço a comunidade em eventos internos da escola e se possível oferecer atividades simples e criativas para os visitantes.

Fonte: Adaptado de Santos (2024)

Todas essas dimensões demonstram ser importantes de serem pontuadas para que cada vez mais tenha-se ambientes bem planejados e funcionando com sucesso.

Sobre o processo de implantação de uma Educação *Maker*, Blickstein *et al.* (2020) reforçam:

A implantação da Educação *Maker* pode tomar dois caminhos distintos: um mais focado na produção, outro em ideias, conceitos e atitudes dos alunos. Nesse sentido, é fundamental pensar que tipo de educação está sendo esperada com essa implantação para que não se torne uma experiência frustrante, como a tentativa de colocar “um prego quadrado” em um “buraco redondo”, ou seja, uma abordagem pedagógica inovadora em um sistema educacional arcaico. (Blickstein *et al.*, 2020, p. 538)

A preocupação em refletir sobre a implantação de uma Educação *Maker* é clara nesse trecho. Muitas escolas receberam Laboratórios *Maker* destinados ao desenvolvimento dessas atividades, mas na prática o que acontece são atividades isoladas e pré-estabelecidas, sem a liberdade de criação que se espera num ensino *maker*.

2.4.1 Atividades *Maker* x currículo

Sem dúvida, um dos maiores desafios apresentados em diversos estudos brasileiros é em relação a dificuldade de vincular as atividades *maker* ao currículo escolar sem perder de vista a geração de aprendizado.

Segundo Blikstein *et al.* (2020), a inserção das ideias da Educação *Maker* no currículo é um dos passos mais críticos para se solidificar a desejada transformação de Papert, Dewey e Freire. Manter a Educação *Maker* fora do currículo transforma a Educação *Maker* em uma atividade “extra”, em que se perde o papel transformador da espinha dorsal da escola, que é o currículo. Essa dificuldade de atrelar o ensino *maker* ao currículo é apresentada não somente em estudos aqui no Brasil, mas fora também.

Lo (2024) salienta que a implementação da Educação *Maker* nos currículos em todos os níveis de ensino em Hong Kong é mínima, por exemplo. Salisbury e Nichols (2020) reiteram que integrar a Abordagem *Maker* com o ensino de disciplinas tradicionais é um desafio considerável. Essa união entre o aprendizado informal, que acontece ao fazer, e os objetivos educacionais formais requer paciência, planejamento cuidadoso e flexibilidade, tanto por parte dos professores quanto dos alunos.

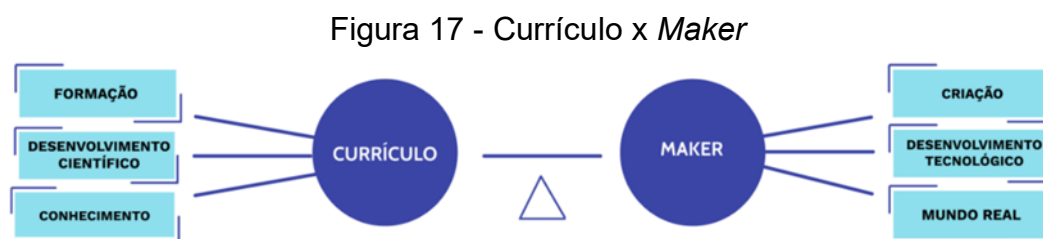
Harron e Hughes (2018) apresentam achados significativos em relação à integração do *maker* ao currículo. Os valores essenciais dos *makerspaces*, como comunidade e criação, muitas vezes colidem com a atual cultura de testes padronizados na educação formal. Isso fez com que a integração de práticas *maker*, no estudo em questão, só fosse bem-sucedida em disciplinas sem exames padronizados, em cursos com foco em *design* ou em atividades extracurriculares.

Os autores (Harron e Hughes, 2018) alertam que tratar o “fazer” como um mero suplemento ao currículo existente impede sua legitimação no ensino formal, criando uma divisão entre o aprendizado formal e o informal, gerando uma lacuna que precisa ser superada para que o fazer se torne uma prática educacional padrão, e não apenas um extra em um sistema educacional focado em testes.

Complementando, De Carvalho (2024, p.16) afirma que “a oferta de cursos ou o foco nos projetos de prototipagem não são elementos suficientes para disseminar a Cultura *Maker* nos espaços formais de Educação, porque se materializam como ações pontuais e não integradas ao currículo”.

Por isso Blikstein *et al.* (2020) sugerem um equilíbrio entre o currículo e as atividades *maker*, onde é necessário considerar a formação e a criatividade para

desenvolver aspectos científicos e tecnológicos, como mostra a Figura 17 – Currículo x *Maker*.



Fonte: (Blikstein et al., 2020, p. 530)

Para se criar uma atividade curricular *maker* o objetivo de aprendizagem, deve vir antes da escolha da tecnologia (Blikstein *et al.*, 2020). A partir do objetivo é que as ferramentas serão escolhidas. O problema é que, muitas vezes, na prática acontece o contrário: primeiro acontece a escolha do equipamento que quero utilizar e depois penso na atividade que poderá ser realizada com ele.

A Educação *Maker* nem sempre está alinhada a objetivos ligados ao currículo da escola, mas quando está, deve haver clareza de que o fazer não implica em aprender: são necessários elementos explícitos de desenho educacional para conectar Educação *Maker* e o currículo. Apesar de desafiador, integrar a Cultura *Maker* ao currículo escolar traz diversas vantagens. (Blikstein *et al.*, 2020, p. 528)

Assim, Blikstein (2017) descreve sete vantagens principais dessa integração:

1. Articulação entre teoria e prática - Experimentação antes da teoria.
2. Tempo otimizado - Mais foco na prática de qualidade, menos teoria extensa.
3. Compartilhamento de habilidades - Trabalho colaborativo valoriza a potencialidade de todos, um aprende com o outro.
4. Erro como reflexão - O erro serve para análise e melhoria, não para recomeçar do zero.
5. Protagonismo intelectual → Incentivo à criatividade e ao pensamento crítico
6. Acesso democrático - Todos os alunos têm oportunidade de participar.
7. Aproximação da ciência - Desenvolvimento de competências científicas essenciais.

Apesar dessas vantagens da aproximação do currículo à cultura *Maker*, para que todas as crianças possam usufruir dos benefícios da criação, é essencial superar desafios e ampliar oportunidades. A integração desse processo vai muito além da

prática isolada. É necessário fortalecer o engajamento em atividades que promovem uma aprendizagem mais profunda e alinhada aos objetivos curriculares. De acordo com Harron e Hughes (2018, p.264) “Para que o *making* seja bem-sucedido, os educadores devem buscar oportunidades dentro dos padrões existentes para incorporá-lo às atividades em sala de aula”.

De forma complementar, Schlegel *et al.* (2019) apresentam evidências empíricas e longitudinais de que o ‘*making*’ pode ser integrado de forma eficaz em um currículo de ciências escolar formal, com atividades alinhadas aos objetivos de aprendizagem estaduais, sem perder o espírito criativo e baseado em projetos do Movimento *Maker*. Essa integração pode promover o desenvolvimento positivo do autoconceito em STEM em crianças, particularmente aquelas de grupos sub-representados, com potencial para influenciar suas trajetórias educacionais e de carreira futuras.

No entanto, essa integração ainda representa um desafio contínuo nos espaços escolares brasileiros. Menezes (2020) destaca que a integração curricular às atividades *maker* é vista como um dos desafios apresentados pelos professores de sua pesquisa.

Por outro lado, Gonzaga (2022) destaca como as atividades *maker* podem enriquecer o currículo escolar, complementando seus objetivos tradicionais. A atividade *Maker* promove a criação, o desenvolvimento tecnológico e a aplicação prática do conhecimento, permitindo que os alunos criem soluções para problemas reais por meio de projetos tecnológicos. Isso integra conhecimentos de diferentes áreas, atribui significado social ao aprendizado, proporciona um aprendizado significativo e desenvolve habilidades, competências, atitudes e valores. Da mesma maneira, Ribeiro Neto *et al.* (2023) destaca que quando as atividades *maker* são articuladas ao currículo escolar, têm o poder de qualificar as práticas pedagógicas.

Por fim, Nogueira (2022), relata algumas situações desfavoráveis e favoráveis durante as oficinas oferecidas nas escolas participantes de seu estudo. O Quadro 5 – Situações desfavoráveis e favoráveis para aplicação das atividades *Maker*, que resume as ideias apresentadas a partir das anotações do diário de bordo.

Quadro 5 - Situações desfavoráveis e favoráveis para aplicação das atividades *Maker*.

Situações desfavoráveis	Situações favoráveis
▪ Oficina no contraturno sem conexão as atividades de sala de aula (evasão e descontinuidade dos alunos); ▪ Oficina dentro do horário curricular, mas sem a participação dos professores, ou seja, não integrada ao currículo (falhas no cronograma das aulas com faltas de professores); ▪ Espaço <i>Maker</i> sem um coordenador de laboratório; ▪ Carga-horária reduzida e descontinuada (cancelamento de aulas);	▪ Oferta da oficina dentro do horário curricular da disciplina de arte, com a participação da professora (oficina aplicada sem Laboratório <i>Maker</i>);

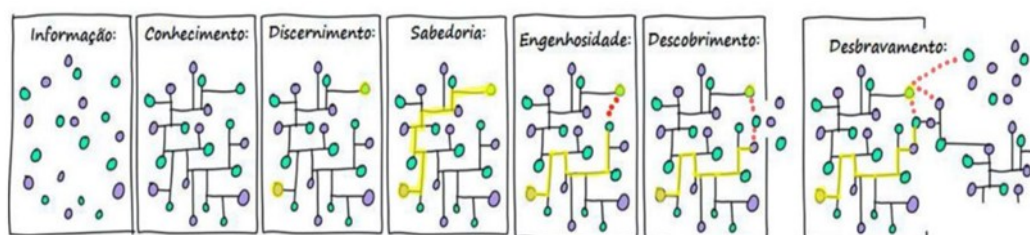
Fonte: Adaptado de Nogueira (2022).

Nogueira (2022) enfatiza que os exemplos analisados evidenciaram a importância da presença do professor regente, especialmente para proporcionar aos alunos a oportunidade de vivenciar diversas experiências de aprendizagem, conectando os conceitos teóricos abordados em sala com novos conhecimentos práticos.

No entanto, Moura (2020) reflete que é preciso antes de tudo formar professores que não só “quebrem a barreira do comodismo da profissão, mas avancem significativamente no desempenho dela, principalmente no sentido da Tecnologia.”

A Figura 18 ilustra a mudança que deve acontecer no processo de aprendizagem.

Figura 18 - Processo de aprendizagem



Fonte: Moura (2020, p. 188)

A Figura 18 ilustra uma progressão do aprendizado, desde a informação bruta até o desbravamento, que representa a criação de conhecimento original. Na concepção *maker* a informação é o ponto de partida, mas não o objetivo final. O conhecimento e o discernimento ajudam os alunos a manipularem a informação e conectarem-se às experiências prévias aplicando-as ao mundo real (Moura, 2020)

No entanto, segundo Nogueira (2022) o maior desafio para a implementação da Cultura *Maker* nas escolas públicas reside na viabilização dessas ideias frente à rigidez das políticas educacionais e ao contexto sociocultural dos alunos. Há uma complexidade de promover essa transformação dentro de um modelo educacional ainda tradicional e tecnicista, especialmente porque exigirá um esforço coletivo e constante dos professores e de toda a comunidade escolar, e não apenas dos estudantes.

Segundo Giarola *et al.* (2023) a Educação *Maker* se distingue das metodologias de ensino convencionais ao equipar o aluno com ferramentas para aprofundar e ressignificar os conhecimentos transmitidos em aulas expositivas. Isso significa que o estudante aprende a construir seu próprio aprendizado, divergindo da abordagem pedagógica tradicional.

2.4.2 Professores e os obstáculos enfrentados: formação e tempo

Muitos estudos também mostram a necessidade da especialização e capacitação dos professores para o desenvolvimento de atividades *Maker* em um ambiente escolar. Essa formação torna-se necessária, não somente por conta dos equipamentos disponíveis nos laboratórios, mas principalmente por conta do papel do professor frente a realização de atividades *maker*.

O professor não é mais um mero transmissor e sim um facilitador para que as interações e descobertas durante as atividades aconteçam. “Os professores precisam de tempo para planejamento colaborativo, a fim de criar materiais, planos de aula e recursos de apoio” (Salisbury e Nichols, 2020, p. 53). “A falta de compreensão de seu papel na Educação *Maker* é, nas melhores hipóteses, potencial desperdiçado e, na pior, um obstáculo para o sucesso da implementação da aprendizagem baseada no fazer e na fabricação” (Hjorth, 2019, p. 29). Ainda, De Souza *et al.*, (2025) concluem em sua revisão de literatura que muitos professores ainda se sentem despreparados

para utilizar as tecnologias digitais de forma pedagógica e criativa, comprometendo a qualidade das experiências de aprendizagem.

No estudo de Machado (2024), a pesquisadora buscou saber se os professores da escola envolvida na pesquisa tinham dificuldade em realizar o planejamento das atividades *maker*. Dos professores pesquisados 25% responderam que enfrentavam desafios em planejar aulas que incorporem o *maker*, e dentre os principais desafios destacavam-se o pouco tempo para planejamento das aulas, que muitas vezes é gasto com questões burocráticas escolares e acabam tornando o processo mais dificultoso. A adaptação dos objetos do conhecimento, a metodologia *Maker* e a complexidade de associar os conceitos às possibilidades oferecidas são desafios recorrentes. Da mesma forma, conforme evidenciado por Morschheiser (2025), a familiaridade nominal com a Cultura *Maker* não se traduz, necessariamente, em prática docente: metade dos professores pesquisados nunca aplicou a abordagem ou possui pouco conhecimento sobre ela.

Em consonância com as conclusões de Machado (2024), Godoi (2023) analisa o curso '*Maker Edu*', oferecido pelo RExLab¹⁶, voltado à capacitação docente em Cultura *Maker* e robótica. A pesquisa propõe um *Framework* de formação destinado a auxiliar a integração dessa abordagem às práticas pedagógicas. Contudo, os resultados apontam fragilidades nos planejamentos elaborados pelos docentes: 46% das propostas apresentaram escassez de elementos fundamentais da Cultura *Maker* e 22% demonstraram a utilização de recursos fora de contexto. Tal cenário ratifica as análises de Cabral e Raimundo (2023) sobre a urgência de ampliar formações que privilegiem a experimentação e a prototipagem, assegurando que o professor não apenas conheça a ferramenta, mas sinta-se apto a integrá-la ao currículo de forma consistente.

Ainda, de acordo com Machado (2024) em se tratando de aprender sobre a metodologia *maker* é importante que de fato as atividades de formação sejam concretas, com manipulação dos objetos e experimentação ativa do participante, pois pretende-se desenvolver na prática essas atividades com os alunos posteriormente.

Moran (2017) enfatiza que a formação inicial e continuada de professores torna-se cada vez mais relevante, abrangendo metodologias ativas, processos de orientação e mentoria, além do uso de tecnologias presenciais e online. Blikstein,

¹⁶ Laboratório de Experimentação Remota da UFSC

Valente e Moura (2020, p. 353) enfatizam: “a implantação da educação *maker* deve ser embasada em quatro pilares: a criação do espaço *maker*; a formação de professores; os projetos a serem desenvolvidos; e o protagonismo dos alunos”. No entanto, De Souza *et al.* (2025), destaca a carência da formação docente como um obstáculo importante na literatura analisada.

Blikstein (2013) destaca que os professores têm um papel essencial na criação e na facilitação desses ambientes de aprendizagem, sendo sua formação fundamental para que possam orientar os estudantes de forma eficaz. Reforçando, Gonçalves (2025, p.47) complementa afirmando que a formação continuada dos profissionais da educação envolve tanto a gestão escolar quanto os próprios professores.

Os gestores devem estar preparados para apoiar e impulsionar a implementação dos espaços *maker*, garantindo recursos, suporte pedagógico e incentivo aos docentes e que é essencial que os professores recebam capacitação específica para utilizar as tecnologias e ferramentas disponíveis nesses espaços, bem como para desenvolver atividades que promovam criatividade, resolução de problemas e colaboração entre os estudantes. “Quando você dá às pessoas a oportunidade de aprender fazendo, você deve ter professores que saibam como ensinar fazendo. E a maior parte dos nossos professores não foram treinados assim” (Papert, 1993, p. 6).

De encontro ao pensamento de Papert, Stevenson (2019) demonstrou em seu estudo que um programa de formação profissional, estruturado em torno de estruturas pedagógicas estabelecidas e experiências de aprendizagem ativas, melhorou significativamente a confiança dos professores para ensinar em *makerspaces*. Segundo Joksimovic e Starčević (2025) se os professores não tiverem as competências adequadas para conduzir a aprendizagem *maker*, pode haver desafios na gestão desse processo, sendo essencial, portanto, que os professores desenvolvam sensibilidade para aproveitar oportunidades de ensino imprevistas, habilidades para estimular a colaboração em grupo, coragem para explorar abordagens inovadoras e não estruturadas, além da integridade para analisar criticamente o processo e identificar pontos de melhoria.

A questão do tempo é outro fator desafiador no desenvolvimento de atividades *maker*. Tanto o tempo dispensado para o planejamento de atividades *maker* quanto o tempo necessário para os alunos desenvolverem as atividades no laboratório

(Fernandez *et al.*, 2020). A falta de tempo para planejar suas aulas, testar os experimentos com antecedência e conversar com o professor do laboratório para tirar dúvidas é importante de ser observado. Da mesma maneira, a pesquisa de Morshheiser (2025) trouxe à tona a falta de tempo como um desafio crítico nos relatos docentes. A densa carga horária e a ausência de períodos específicos para o planejamento e a testagem de atividades *maker* dificultam a transposição da teoria para a prática.

Stevenson *et al.* (2019) exploraram a participação de 27 professores do ensino fundamental em um programa de aprendizagem profissional e estes expressaram preocupação quanto ao tempo. Preocupação com a disponibilidade de tempo para aprendizagem profissional, planejamento e ensino em *makerspaces* e com o tempo que levaria para os alunos concluírem o projeto, foram angústias apresentadas pelos profissionais.

A gestão do tempo emerge como um dos obstáculos mais críticos para a implementação da Cultura *Maker*, conforme evidenciado por Ferreira (2020). Em sua pesquisa, os relatos docentes — exemplificados pela "Professora H" — destacam a incompatibilidade entre o modelo de aulas fragmentadas e a complexidade das práticas de invenção. Com turmas numerosas (45 alunos), o período padrão de 50 ou 100 minutos mostra-se insuficiente para a profundidade exigida pela experimentação; para que houvesse eficácia pedagógica, seria necessária uma imersão contínua (manhã ou tarde inteira). Ferreira (2020) ressalta que essa descontinuidade gera um "hiato de aprendizagem", onde o estudante perde o fio condutor do projeto entre um encontro e outro. Essa angústia docente reflete um impasse estrutural: a pressão pelo cumprimento de conteúdos extensos via metodologias tradicionais *versus* a adoção de estratégias práticas que demandam maior investimento cronológico (de 3 a 6 aulas).

Segundo Pinheiro e Valente (2024) o gerenciamento do tempo em sala de aula também aparece como um desafio significativo. Em seu estudo, os docentes relataram dificuldade em equilibrar as atividades *makers* com a pressão para vencer todo o conteúdo programado. Esse impasse revela o choque entre as novas práticas de inovação e as cobranças do currículo padrão.

Ainda, Nogueira (2022) relata em suas observações sobre a implantação de projetos *Maker* (oficinas), dentro de escolas públicas de Recife, a dificuldade encontrada em relação à concretização das atividades no laboratório, os professores

responsáveis pelo horário, muitas vezes, não acompanhavam as oficinas, o que resultava em dificuldades desde o deslocamento, até a organização dos estudantes no laboratório, devido à agitação. Como consequência, dos 50 minutos disponíveis, restava pouco tempo para a realização das atividades *maker*.

Menezes (2020) apresenta dois contextos distintos em sua pesquisa: o de uma escola pública e uma particular. Em ambas, havia uma disciplina específica para ser trabalhado atividades *maker* que deveriam ser alinhadas interdisciplinarmente com os professores das outras disciplinas. Porém o tempo dispensado para a produção também é considerado curto (45min).

2.4.3 Manutenção e investimentos em recursos materiais e humanos

A pesquisa de Machado (2024) traz importantes considerações sobre a implementação desses espaços. Sua pesquisa contribuiu para trazer evidências sobre as dificuldades e contradições que impactaram o processo de implementação, como questões estruturais da escola e carência de recursos tecnológicos, como acesso à internet, a falta de infraestrutura nas escolas para acomodá-los, bem como a escassez de reposição de materiais. Paula *et al.* (2021), também apresentam um estudo de RSL (Revisão Sistemática da Literatura), onde entre os principais resultados, apresenta-se a dificuldade para a aquisição de ferramentas de alto custo e a falta de espaço apropriado para a execução das atividades *maker*.

A autora (Machado, 2024) salienta que no início do projeto-piloto a escola não tinha nem internet e nem um espaço físico para ser utilizado como laboratório, portanto foram desenvolvidos trabalhos e projetos fundamentados no *Maker*, com a criação de protótipos com sucatas, papelão, canudos plásticos e garrafas PET (Poli + elitenio + Tereftalato), transformando esses materiais em recursos pedagógicos. Apenas em 2022, a escola recebeu o Laboratório *Maker* equipado pelo governo estadual.

Menezes (2020) também enfatiza que um dos desafios apresentados pelos professores de sua pesquisa está relacionado aos recursos financeiros, na compra das ferramentas, de materiais e das máquinas, assim como na manutenção destas.

A implementação de espaços *maker* na rede municipal de Sorocaba-SP, entre 2021 e 2023, é analisada por Gonçalves (2025) como uma iniciativa alinhada às premissas da formação integral. Ao investigar 29 unidades escolares, o autor observa que o projeto — desenvolvido pela Secretaria de Educação local — possui o potencial

de transformar os processos de ensino e aprendizagem ao estimular competências como criatividade, proatividade e curiosidade investigativa. Embora o município tenha assegurado aportes iniciais para materiais, suporte técnico e formação continuada para gestores e docentes, Gonçalves (2025) adverte para a fragilidade da manutenção desses investimentos. Para o autor, a garantia de recursos humanos e materiais constantes é o que separa uma política pública consolidada de um projeto temporário sob risco de subutilização e esvaziamento funcional.

Dentro dessa questão, Machado (2024), coloca que em algumas escolas não está ocorrendo a reposição de materiais utilizados nos laboratórios, como placas de MDF usadas na cortadora a laser, filamento para as impressoras 3D, dentre outros materiais. A compra de insumos, produtos importantes para a materialização dos inventos dos alunos, é apontada como um dos principais desafios relacionados aos recursos financeiros em Aleixo (2021).

É muito fácil e cômodo montar um laboratório, mas eu não digo como manter, ou seja, eu não deixo claro de onde vem os insumos. O gestor da escola diz não ter dinheiro nem para comprar uma caneta. Portanto, dentro do laboratório até a caneta foi comprada com o meu dinheiro. Eu tenho atualmente, mais de dois mil reais em notas de compras que fiz e não me pagaram. Não recebi qualquer tipo de reembolso, portanto, a questão financeira foi e é o maior desafio (COORD). (Aleixo, 2021, p.150)

A questão da reposição dos suprimentos, é fator importante de ser observado, como vimos nesta fala de um(a) coordenador(a) de escola. Não basta apenas a aquisição dos equipamentos, mas a sua manutenção no que se refere a compra de suprimentos para a sua utilização é indispensável.

Uma possibilidade para a captação de recursos para a compra de insumos é a divulgação dos projetos *maker*, de modo que possam ultrapassar os muros da escola e atrair o apoio de empresas privadas ou instituições públicas para manutenção e aquisição de materiais.

Além disso, o uso de materiais de baixo custo, como recicláveis ou reaproveitáveis, pode minimizar os problemas com custos elevados, garantir a participação de todos os alunos e promover soluções criativas alinhadas às diretrizes da Agenda 2030 da ONU e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, um dos princípios norteadores da educação *maker* (Aleixo, 2021).

Para sustentar os *makerspaces*, as escolas devem considerar a criação de políticas e fontes de financiamento contínuas, além de trabalhar para distribuir o

conhecimento e a liderança entre vários professores e funcionários, em vez de depender de um único indivíduo (Harron e Hughes, 2018).

Giarola *et al.* (2023) sugerem a realização de parcerias para amenizar o empecilho financeiro que muitas vezes ocorre na implantação dos espaços *maker*. As escolas técnicas federais, devido a seus orçamentos mais robustos e à oferta de cursos de nível superior em tecnologia, demonstram maior potencial para o sucesso de projetos *maker*. Uma forma de facilitar a implantação desses espaços em redes de ensino municipais e estaduais seria através do suporte dessas próprias instituições federais, oferecendo desde a instalação de equipamentos até o treinamento para o uso das máquinas.

A presença de um docente específico para gerir o Laboratório *Maker* (LM) é apontada como um fator determinante para a eficácia e continuidade das atividades pedagógicas nesse espaço (Gomes *et al.*, 2017). Apesar dessa importância, a realidade escolar ainda enfrenta entraves para consolidar tal função. Sobre essa problemática, Blikstein e Valente (2019, p. 45) ressaltam que a condução de programas *Maker* demanda uma carga de trabalho que excede as possibilidades do professor de sala de aula regular:

Em diversas implementações em todo o mundo, temos observado que a tarefa envolvida em conduzir um programa *maker* simplesmente não é compatível com a quantidade de tempo disponível para professores regulares. Um espaço *maker* precisa de limpeza e organização constante, uma gestão bem organizada dos produtos consumíveis, criação atenciosa de planos de aula, atenção especial para os alunos no contraturno escolar e manutenção técnica (Blickstein e Valente, 2019, p. 45).

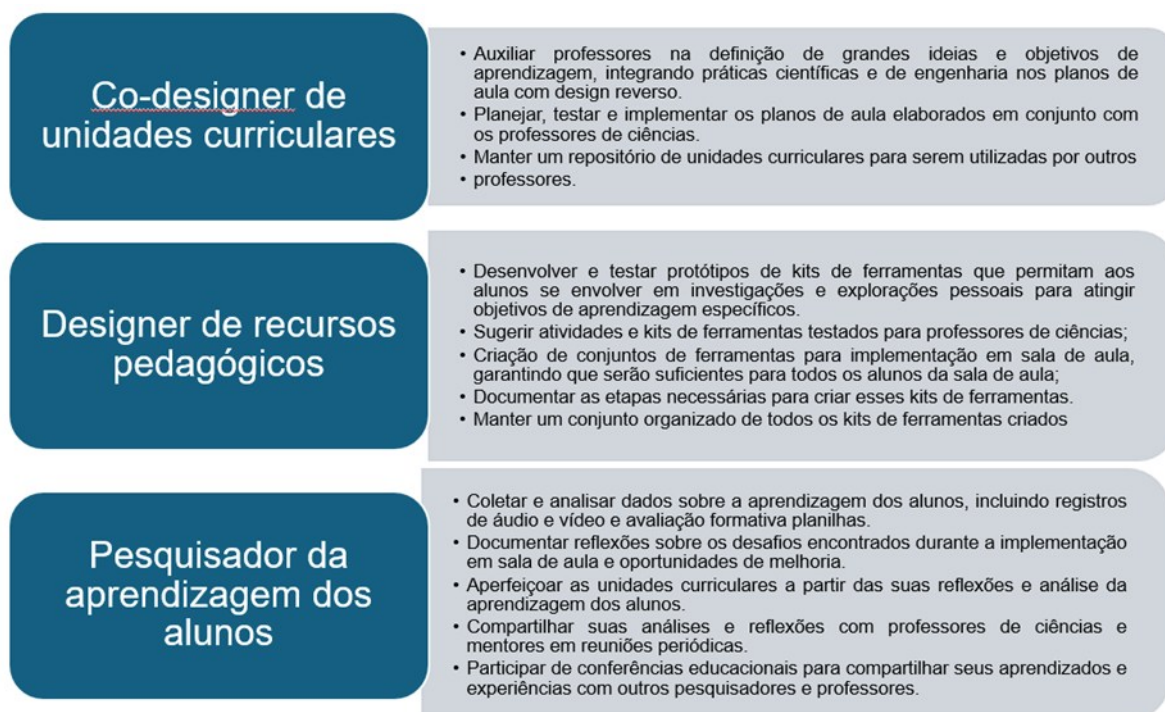
Assim, é importante a contratação de um professor específico (professor *maker*) para o local, para que este possa trabalhar em conjunto com os professores regulares. Sabemos que isso gera custo adicional, o que acaba se tornando um problema, principalmente para escolas públicas.

Segundo Blikstein e Valente (2019) a capacitação docente deve ser diferenciada para os dois grupos: professores de disciplinas regulares são preparados para integrar tecnologias e repensar suas práticas pedagógicas em projetos, focando na metodologia e gestão de sala de aula. Já os professores *makers* recebem formação tecnológica aprofundada. O objetivo é que ambos os perfis colaborem na criação e execução de atividades.

O professor orientador do laboratório desempenha um papel importantíssimo no bom funcionamento das práticas pedagógicas no Laboratório *Maker*. Segundo

Fernandez *et al.* (2020) ele é importante em vários sentidos. A Figura 19 – Funções dos professores de laboratório, apresenta as funções que eles podem desempenhar dentro do processo de implementação de atividades *maker* dentro das escolas, no caso do estudo em específico, envolveu os professores de Ciências e orientadores de laboratório.

Figura 19 - Funções dos professores de laboratório.



Fonte: Adaptado de Fernandez *et al.* (2020, p. 8)

No estado de Santa Catarina, Brasil (Santa Catarina, 2023), os laboratórios dispõem de um professor responsável pelo local, lotado em 40h e deve possuir Diploma e Histórico Escolar de Conclusão de Curso de Licenciatura Plena em Pedagogia/componente de qualquer uma das Áreas do Conhecimento previstas na BNCC e mínimo de 120h de curso na área de informática e/ou tecnologias educacionais em instituições reconhecidas pelo MEC/CEE/MT ou Licenciatura em Informática ou Bacharelado em TICs com complementação pedagógica (Santa Catarina, 2023).

2.4.4 Mudanças pedagógicas

A realização de atividades *maker* exige mudanças pedagógicas importantes, por isso muitas delas acabam se tornando um desafio para a efetividade das boas práticas.

Um dos principais desafios para os educadores ao integrar o fazer na escola é como avaliar o aprendizado, já que projetos abertos não se encaixam em testes padronizados. Essa dificuldade, no entanto, incentiva os professores a explorarem métodos de avaliação alternativos que podem oferecer uma compreensão mais aprofundada do desenvolvimento dos alunos do que as avaliações tradicionais (Salisbury e Nichols, 2020). Avaliar de forma diferenciada, num sistema de ensino ainda rígido que exige avaliações formais, como provas, as quais são mais focadas na mera transmissão de informações, ainda é um problema e com poucos estudos sobre (Trindade; Trajano, 2025).

Gomes *et al.* (2017) concordam que a avaliação é um desafio ainda mais em um currículo onde a avaliação por meio de notas é obrigatória. Para evitar que a avaliação se tornasse uma imposição e fosse contra os princípios construtivistas de valorizar o processo, optou-se por uma avaliação qualitativa. Nela, os próprios registros dos alunos sobre suas atividades serviam como ferramenta para observar a qualidade dos detalhes e o conhecimento demonstrado no projeto. “Tornar obrigatório os registros dos estudantes, além de auxiliar os facilitadores a entenderem como estão realizando as atividades, faz com que os aprendizes tenham consciência do que está sendo realizado e do caminho de conhecimento que estão construindo” (Gomes *et al.*, 2017, p. 311).

Observa-se que a obrigatoriedade dos registros (seja por meio de diários de bordo, portfólios, vídeos e etc) se tornou um facilitador do processo para os alunos, onde eles puderam a partir das observações do processo, construir seu próprio conhecimento e conclusões, refletindo sobre o que estão fazendo, por que estão fazendo e o que estão aprendendo. Isso os ajuda a terem consciência do seu próprio processo de construção do conhecimento. Para os professores, os registros permitem que ele compreenda as escolhas, os raciocínios, os desafios enfrentados e as soluções encontradas pelos estudantes. Isso é crucial para uma avaliação formativa, que visa acompanhar e orientar o aprendizado em vez de apenas julgar o resultado final.

A pesquisa de Keune e Peppler (2017) vai de encontro às vantagens elencadas acima, sugerindo que o uso de portfólios, acompanhados de

documentação, podem ser eficazes para avaliar atividades colaborativas em *makerspaces*.

De modo semelhante, Oliver (2016) sugere que atividades *maker* devem avaliar, tanto habilidades técnicas (*hard skills*), quanto habilidades socioemocionais (*soft skills*). Ele detalha que portfólios online dos alunos, reflexões escritas ou vídeos de observação podem servir como dados para avaliação, úteis tanto para pesquisadores quanto para professores.

Da mesma forma Chang (2018) destaca a importância de avaliar as *soft skills* essenciais para o fazer, incluindo a capacidade de resolução de problemas, colaboração, criatividade, intencionalidade, autoexpressão, investigação, *hacking* e reutilização. Ela concluiu que as avaliações deveriam ser tão abertas, participativas, autênticas, flexíveis e lúdicas quanto a própria Educação *Maker*, no entanto a autora notou que alguns educadores simplesmente não avaliam as atividades *maker* dos alunos, enquanto outros atribuem notas a aspectos do conteúdo e habilidades técnicas, e ainda outros avaliam apenas os produtos finais.

Chan (2020) também reforça que a avaliação por meio de portfólios e documentação detalhada como uma forma eficaz de registrar e evidenciar o processo de aprendizagem e as habilidades desenvolvidas pelos alunos em *makerspaces*. Conclui que a avaliação no ambiente *maker* deva ser baseada no processo de evolução do estudante e não centrada apenas no resultado. Habilidades interpessoais com autonomia, resolução de problemas e criatividade são resultados essenciais da Educação *Maker*.

Project Zero (2025) enfatiza que a avaliação, o monitoramento e a documentação são componentes indispensáveis em qualquer processo de ensino-aprendizagem. A forma como a aprendizagem é registrada e avaliada impacta diretamente o que é ensinado. Em vez de focar apenas no produto, a avaliação deveria priorizar a documentação combinada dos processos de aprendizagem e dos produtos, a fim de orientar as decisões pedagógicas.

c. “Investir em avaliações formativas e baseadas em processos robustos é nossa apólice de seguro contra o rápido desenvolvimento de tecnologias *maker*” (Blikstein e Valente, 2019, p.50). Os autores reforçam, ainda, que avaliar somente o produto é perigoso já que com a evolução constante da tecnologia, produzir objetos com pouco esforço pode se tornar cada vez mais fácil, o que pode banalizar a real intencionalidade dos espaços *maker* que é a de criar/inventar.

Outra mudança relevante, refere-se ao professor, que precisa se posicionar como um aprendiz ao lado de seus estudantes no processo da atividade e avaliação. Sua função primordial é contribuir com a tomada de decisões, sem, contudo, decidir pelos alunos. Desse modo, o professor atua como um catalisador ou facilitador, promovendo ativamente as interações no processo de aprendizagem (Brockveld *et al.*, 2017).

Essa dificuldade dos professores em se adaptarem ao seu novo papel de mediadores da aprendizagem dos alunos, ressalta a importância de oferecer formação específica que ajude os educadores a desenvolverem essa perspectiva mediadora, garantindo que os alunos compreendam a seriedade e o propósito de sua aprendizagem em projetos *maker*, e não vejam as aulas apenas como momentos de lazer (Menezes, 2020).

Segundo Freire (1996) o professor passa de um mero transmissor de conhecimento para um mediador ou facilitador, que também está em constante aprendizado com seus alunos. Sua nova função é estimular a reflexão, a formulação de hipóteses, o pensamento crítico e o diálogo, capacitando os estudantes a transformarem a si mesmos e o mundo ao seu redor.

Menezes (2020) reforça que a integração dos professores no espaço *maker* enfrenta desafios, especialmente na construção de parcerias para trabalhos coletivos. A falta de apoio da gestão e a ausência de uma cultura consolidada sobre o uso desse ambiente dificultam a criação de projetos interdisciplinares. Muitos docentes ainda não veem o espaço como parte da escola, o que reforça a necessidade de uma mudança cultural.

O autor, Menezes (2020), ressalta que a interdisciplinaridade dos projetos ainda é limitada no espaço *maker*, manifestando-se mais no planejamento do que na aplicação prática. A dificuldade que os professores *makers* têm para fazer parcerias com os professores das disciplinas para o desenvolvimento de projetos é destacada, principalmente quando o Laboratório *Maker* é novo na escola. A necessidade de políticas públicas que foquem em momentos de planejamento conjunto dos professores das disciplinas e o professor *maker* é destacado.

2.5 FRAMEWORKS PARA IMPLANTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS

A implementação de iniciativas de tecnologia educacionais, como os Laboratórios *Maker* necessita de um planejamento. No entanto, este muitas vezes é relacionado à integração de tecnologias na educação concentrado apenas no nível operacional e não no estratégico (Valverde; Garrido; Sosa, 2010).

Para que esta implementação seja bem-sucedida, Howard e Thompson (2016) destacam que é necessário considerar fatores curriculares, pedagógicos, tecnológicos, individuais e organizacionais. Assim, modelos institucionais são importantes para que haja frequência e consistência nas práticas educacionais. Logo, no campo da tecnologia educacional, diversos *Frameworks* são utilizados para guiar a integração da tecnologia nas práticas de ensino e aprendizagem.

Bapna *et al.* (2021, p. 22) após realizar uma revisão de literatura, obteve dezessete *Frameworks* aplicados no contexto educacional. Foram selecionadas estruturas que se posicionavam em diferentes níveis (macro, meso, micro e multiníveis) e tinham como critério de inclusão estar alinhados com pelo menos uma das três funcionalidades:

- Utilizar a tecnologia educacional como parte de intervenções multissetoriais para melhorar os resultados educacionais;
- Utilizar a tecnologia educacional para melhorar a coordenação das partes interessadas na educação;
- Utilizar a tecnologia educacional para aprimorar a funcionalidade dos sistemas educacionais (Jones, 1983).

A partir da identificação dos modelos Bapna *et al.* (2021) classifica as estruturas de acordo com seu nível de atuação no setor de tecnologia educacional utilizando o modelo de Bronfenbrenner (1994) que descreve como o desenvolvimento humano é influenciado por diferentes níveis de sistemas ambientais interconectados.

Esses sistemas incluem:

- O microssistema (ambiente imediato, como família e escola);
- O mesossistema (interconexões entre microssistemas);
- O exossistema (ambientes nos quais o indivíduo não está diretamente envolvido, mas que o afetam);
- O macrossistema (cultura e valores); e,
- O cronossistema (dimensão temporal).

Com base nessa classificação, Bapna *et al.* (2021) organizam as estruturas em três categorias principais, de acordo com o nível de operação dentro do setor de tecnologia educacional: estruturas de nível macro, micro e multinível.

2.5.1 Frameworks de tecnologia educacional de nível macro

Estruturas de nível macro são “abordagens, políticas e estratégias abrangentes que orientam e governam a implementação e o uso da tecnologia na educação em ampla escala, como em nível nacional, estadual ou institucional” (Silva, *et al.*, 2025, p. 6). Elas se concentram em questões sistêmicas como infraestrutura, políticas, formação de professores, currículos, financiamento e pesquisa, que visam promover mudanças abrangentes no uso da tecnologia na educação.

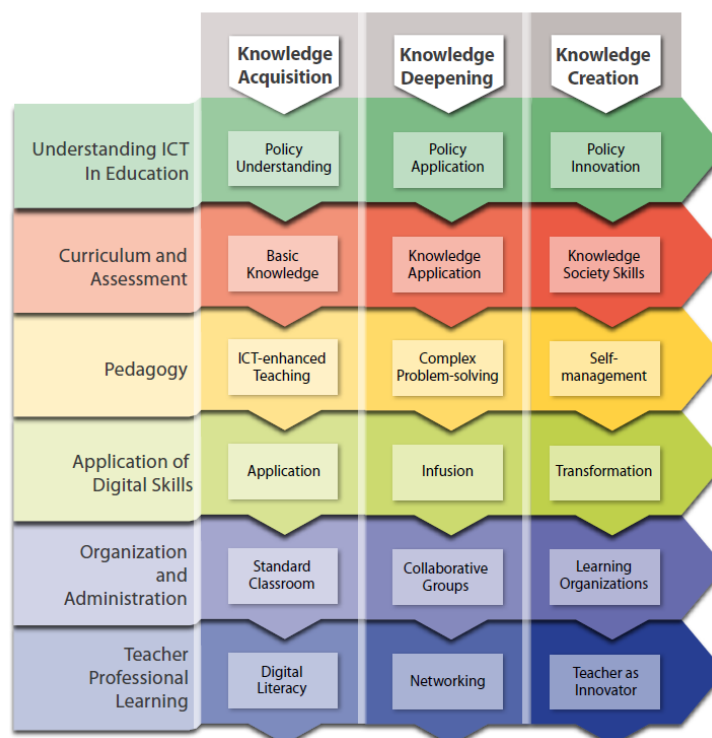
Nas sessões subseqüentes serão apresentados exemplos de *Frameworks* que integram a estrutura de nível macro: O *Framework* da UNESCO (Unesco, 2018) e o *Framework* de PISA (OCDE, 2022).

2.5.1.1 Framework da UNESCO

Este *Framework* oferece um conjunto de metas para políticas educacionais que visam melhorar a capacitação e o desenvolvimento profissional dos professores no uso de tecnologia. Sua influência se estende ao desenvolvimento de políticas nacionais de tecnologia educacional em vários lugares do mundo, e ele também serve como um recurso útil para professores e formadores de professores (Unesco, 2018)

A Figura 20 é uma representação visual do *Framework* de Competências para Professores da UNESCO, que visa integrar a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) na educação.

Figura 20 - UNESCO Framework



Fonte: UNESCO (2018, p. 10)

O *Framework* (UNESCO, 2018) funciona com base em três abordagens de ensino. Estas representam o desenvolvimento da capacidade humana em relação à tecnologia que são:

- Letramento Tecnológico (Technology Literacy): Foca no uso básico de ferramentas tecnológicas. O objetivo é que alunos e professores saibam usar a tecnologia de forma eficiente.
- Aprofundamento do Conhecimento (Knowledge Deepening): Vai além do básico, usando a tecnologia para aprofundar a compreensão de conceitos. Envolve a aplicação de conhecimentos complexos e a resolução de problemas.
- Criação do Conhecimento (Knowledge Creation): É o nível mais avançado, onde a tecnologia é usada para inovar e criar novos conhecimentos. O foco está no pensamento crítico, na colaboração e na transformação.

O *Framework* (UNESCO, 2018) também apresenta seis aspectos do trabalho do professor:

- Compreensão das TIC na Educação: Como o professor entende e aplica a tecnologia na sua prática diária.
- Currículo e Avaliação: O uso de tecnologia para planejar o currículo e avaliar o aprendizado dos alunos.
- Pedagogia: A integração da tecnologia nas estratégias de ensino.
- TIC: As ferramentas tecnológicas que o professor utiliza.
- Organização e Administração: O papel da tecnologia na gestão da sala de aula e da escola.
- Formação Profissional Docente: Como os professores são preparados para usar a tecnologia de forma eficaz.

Ao cruzar cada uma das três abordagens de ensino com os seis aspectos do trabalho do professor, são criados 18 módulos. Cada módulo representa uma competência específica que os professores precisam desenvolver para integrar as TICs de forma eficaz e significativa em sua prática profissional (UNESCO, 2018).

2.5.1.2 Framework de PISA (Programme for International Student Assessment)

É uma referência importante para entender as habilidades digitais consideradas essenciais para os jovens na era da informação. Seu objetivo é avaliar o conhecimento de alunos de 15 anos nas áreas de leitura, ciências e matemática, a fim de verificar em que medida os alunos conseguem aplicar esse conhecimento em situações da vida real (Milli Eğitim Bakanlığı, 2013 *apud* Acun Çelik, 2024).

De acordo com o documento da OCDE (2022), o Esse modelo permite entender como as TIC são utilizadas por alunos e professores, tanto dentro quanto fora da escola. Ele auxilia na análise de como a disponibilidade dessas tecnologias e a forma como são aplicadas no ensino influenciam o desempenho dos alunos em áreas como matemática, leitura e ciências, além de impactar outras habilidades e o bem-estar geral dos estudantes. O Framework também

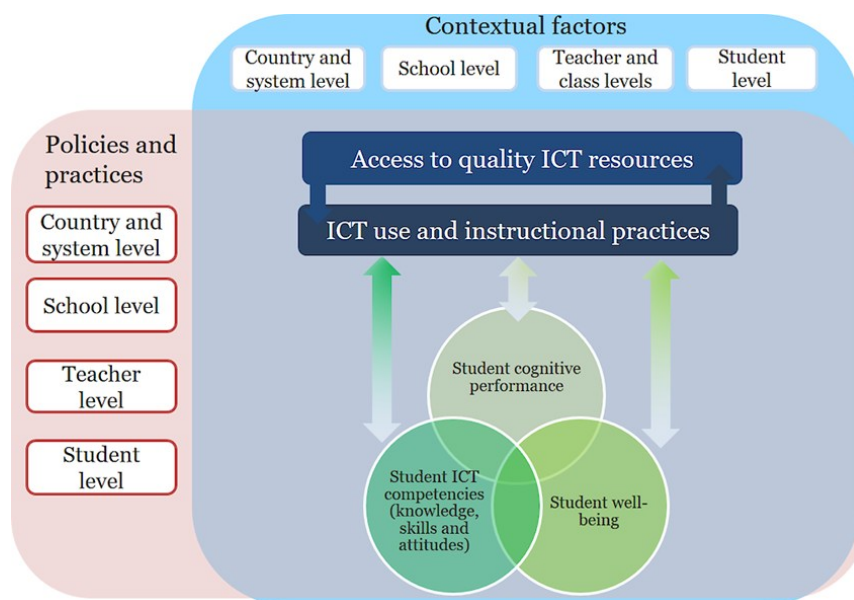
O modelo concentra-se especialmente em como o acesso e o uso das TIC impactam diretamente os resultados educacionais, incluindo o desempenho cognitivo, o bem-estar e o desenvolvimento das habilidades digitais dos alunos.

Além disso, o estudo busca entender como a relação entre a tecnologia e os resultados escolares é influenciada por fatores como as políticas e as práticas

adotadas pelas escolas, sendo de importante ajuda para os formuladores de políticas para que possam explorar a influência dos fatores sistêmicos no uso das TIC por alunos e escolas e as nações e instituições de ensino a compreender sua posição em relação a outras (OCDE, 2022).

A Figura 21 apresenta uma visão geral da base do *Framework*.

Figura 21- *Framework* de Pisa



Fonte: OCDE (2022)

2.5.2 Frameworks de tecnologia educacional de nível meso

As estruturas de tecnologias educacionais de nível meso referem-se “a modelos e abordagens intermediários que facilitam a implementação e o uso de tecnologia educacional em contextos específicos, como instituições educacionais (escolas, universidades) ou redes educacionais.” (Silva, *et al.*, 2025, p. 7). Funcionam como um elo entre as políticas e diretrizes do nível macro e as práticas do nível micro, sendo importantes para a sustentabilidade e eficácia da integração das tecnologias educacionais nos ambientes de aprendizagem. (Silva, Bilessimo; *et al.* 2025).

Vejamos alguns exemplos de estruturas meso nas subseções seguintes.

2.5.2.1 Framework TIC para a Educação (TIC4E)

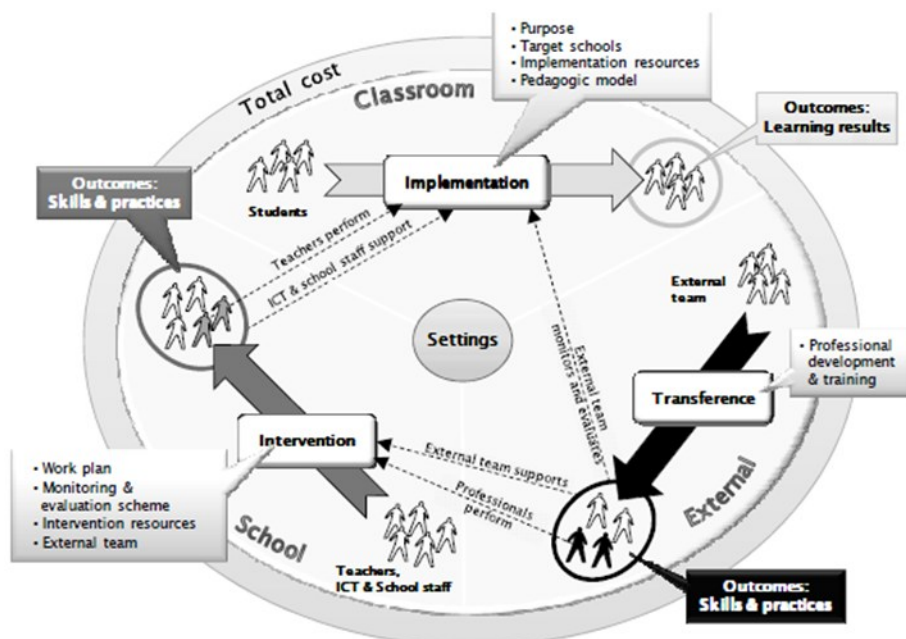
Trata-se de uma estrutura baseada em evidências destinada a determinar a capacidade de um modelo produzir melhorias antes mesmo da avaliação de seus resultados finais.

O *Framework* é dividido em três processos principais, representados por setas de bloco de acordo com Rodríguez *et al.* (2012):

- **Intervenção** (Intervention): Este processo ocorre no âmbito da escola (School) e envolve a colaboração mútua entre a equipe externa e o pessoal da escola (equipe de TIC e funcionários) para a implementação do programa. Os resultados desse processo são as habilidades e práticas (Skills & practices) adquiridas pela equipe escolar.
- **Implementação** (Implementation): Este é o processo central que ocorre na sala de aula (Classroom). É conduzido pelos professores, que utilizam o apoio da equipe de TIC e do pessoal da escola para realizar a implementação. O principal resultado deste processo são os resultados de aprendizagem (Learning results) dos alunos.
- **Transferência** (Transference): Este processo acontece no âmbito externo (External) e é conduzido pela equipe externa. Ele se foca no desenvolvimento profissional e no treinamento. Os resultados dessa fase são as habilidades e práticas (Skills & practices) da própria equipe externa.

Os papéis centrais no programa TIC4E são definidos pela relação entre seus três processos. O processo de implementação é de responsabilidade dos professores. Já o processo de intervenção é caracterizado pela colaboração entre a equipe externa e o pessoal da escola (incluindo a equipe de TIC). Por fim, a equipe externa assume a função de supervisionar e avaliar a maneira como a implementação está sendo conduzida (Rodríguez *et al.*, 2012).

A Figura 22 demonstra graficamente esses processos e suas inter-relações, evidenciando o fluxo de colaboração e aprendizagem entre os diferentes níveis envolvidos na execução do programa.

Figura 22 - *Framework* TIC para a Educação (TIC4E)

Fonte: Rodríguez *et al.* (2012, p. 7)

2.5.2.2 Framework OIP

O *Framework* OIP é concebido como uma abordagem para que líderes educacionais apoiem professores na integração da tecnologia na educação básica. O modelo é orientado por princípios de liderança servidora (*Servant leadership*) e um pensamento sistêmico, que considera a metacognição e a empatia para envolver todas as partes interessadas de forma positiva e colaborativa (*Systems thinking & integrative thinking*).

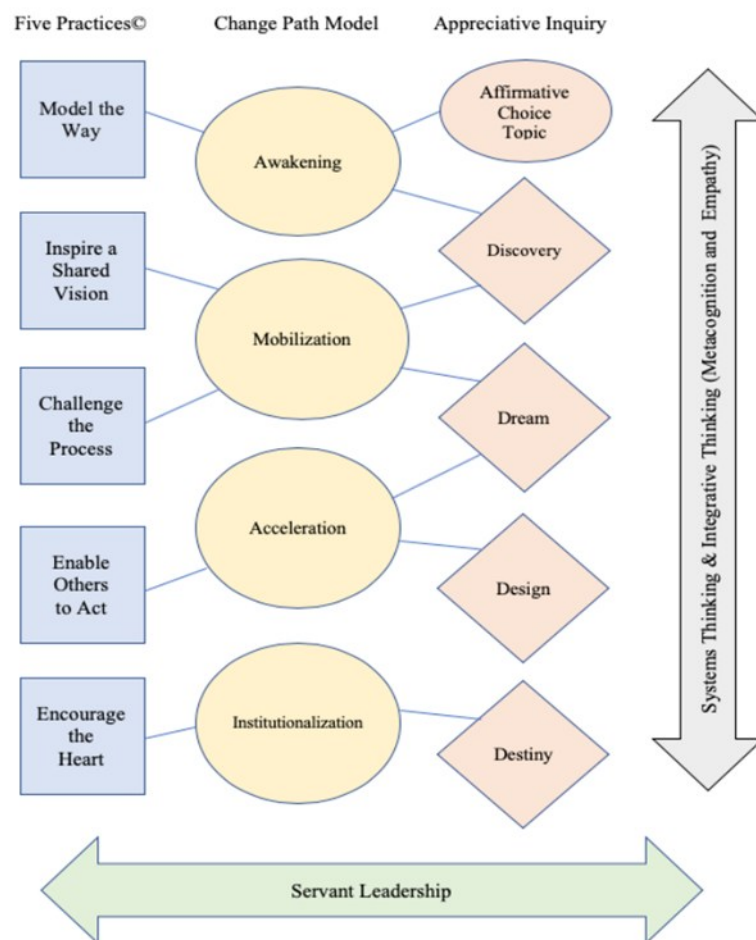
Em vez de tratar a organização como um problema a ser resolvido, a proposta adota a Abordagem Apreciativa (*Appreciative Inquiry*), que se concentra nos pontos fortes e nas oportunidades da instituição, promovendo uma mudança mais sustentável e alinhada aos valores e à cultura escolar (Chisholm, 2020).

O *Framework* combina três modelos de gestão da mudança para liderar a transformação na escola Cedar de forma sistêmica e empática. Ele integra o *Change Path Model* de Cawsey *et al.* (2016) e o *Appreciative Inquiry* (AI) de Cooperrider and Whitney (2005) com as *Five Practices of Exemplary Leadership* de Kouzes and Posner (2007).

O funcionamento do *Framework*, conforme Chisholm (2020), se organiza em quatro etapas principais:

- **Awakening (Despertar):** É a fase inicial onde se diagnostica o problema e se define a visão para a mudança. Ela se alinha ao tema afirmativo da AI (Affirmative Choice Topic) e ao princípio de Model the Way de Kouzes e Posner, focando na compreensão do contexto em vez de criar um senso de urgência.
- **Mobilization (Mobilização):** Os líderes identificam e organizam recursos (humanos e técnicos). Esta fase incorpora os princípios da AI de *Discovery* (descobrir o que funciona bem) e *Dream* (imaginar o futuro ideal), e a prática de *Inspire a Shared Vision*.
- **Acceleration (Aceleração):** A mudança é acelerada por meio da implementação do plano. A fase se alinha ao *Design da AI*, onde soluções são criadas para alcançar o futuro ideal. Também se conecta às práticas de *Challenge the Process* e *Enable Others to Act* de Kouzes e Posner.
- **Institutionalization (Institucionalização):** A mudança se torna parte permanente da organização, sendo monitorada e ajustada. Esta fase corresponde ao *Destiny da AI*, onde a capacidade da organização de sustentar a mudança é fortalecida. O princípio de *Encourage the Heart* de Kouzes e Posner é aplicado aqui para reconhecer e recompensar os esforços.

A Figura 23 ilustra o funcionamento desse *Framework*, demonstrando como as quatro etapas se articulam de maneira contínua e integrada, orientando o processo de mudança escolar com foco humano, empático e sistêmico.

Figura 23 - *Framework OIP*

Fonte: Chisholm (2020, p. 50)

2.5.3 Frameworks de tecnologia educacional de nível micro

Frameworks de tecnologia educacional de nível micro referem-se “a modelos e abordagens específicas para a implementação e o uso de tecnologia educacional no ambiente de sala de aula, envolvendo diretamente professores e alunos.” (Silva, Bilessimo; *et al.*, 2025, p. 7). Essas tecnologias são aplicadas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem de maneira direta e prática, focando nas necessidades imediatas dos educadores e estudantes. Dentro desta estrutura destacam-se os modelos TPACK e T3.

2.5.3.1 Framework TPACK

É um *Framework* voltado ao professor, com o propósito de integrar de forma efetiva a tecnologia, a pedagogia e o conteúdo em sua prática de ensino.

O modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), proposto por Mishra e Koehler (2006), busca responder à seguinte questão: quais são os conhecimentos necessários para que um professor aplique e utilize adequadamente a tecnologia na educação, de modo que ocorra aprendizagem significativa?

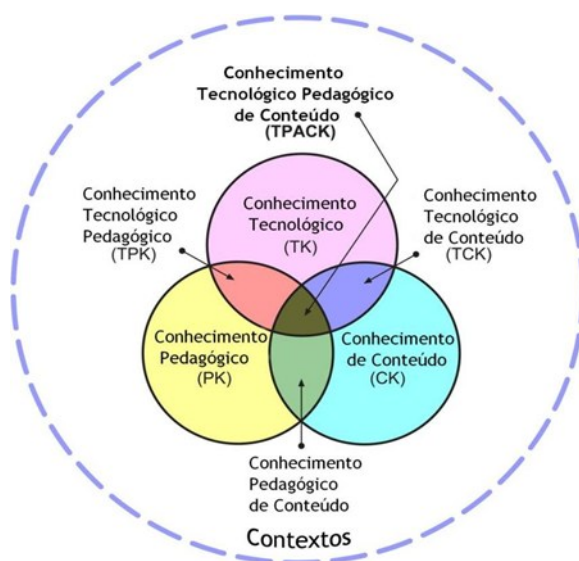
Para que o uso da tecnologia na educação seja realmente eficaz, os autores defendem que ela deve ser combinada intencionalmente com as práticas pedagógicas e com o conteúdo da disciplina. Dessa forma, a tecnologia não é um fim em si mesma, mas um meio articulado ao ensino e ao conhecimento específico da área.

O modelo estabelece uma estrutura que auxilia os professores a realizarem essa integração, demonstrando que a tecnologia deve complementar e se conectar ao conteúdo e à forma de ensinar, promovendo um equilíbrio dinâmico entre os três elementos centrais.

O objetivo é que tecnologia, pedagogia e conteúdo trabalhem de forma integrada, fortalecendo-se mutuamente e potencializando o processo de ensino-aprendizagem.

A Figura 24 apresenta o *Framework* TPACK, ilustrando a interseção entre os três domínios de conhecimento que sustentam a prática docente inovadora.

Figura 24 - Modelo TPACK



Fonte: Rocha e Salvi (2019, p. 249)

2.5.3.2 Framework T3

O *Framework* T3 é um modelo altamente confiável desenvolvido para aprimorar as práticas instrucionais modernas por meio do uso de ferramentas contemporâneas de ensino e aprendizagem.

Seu propósito é maximizar o uso e o impacto da tecnologia educacional, organizando as práticas em uma hierarquia de três domínios, que representam níveis crescentes de integração e profundidade pedagógica, conforme aborda Magana (2025):

- **T1 – Translacional (Automação e Consumo):** Envolve a automação de rotinas de ensino e aprendizagem por meio da tecnologia, permitindo que os alunos consumam tecnologias digitais de forma mais eficiente. Neste nível, a tecnologia serve principalmente para otimizar e agilizar processos educativos já existentes.
- **T2 – Transformacional (Produção e Contribuição):** Os estudantes utilizam a tecnologia para produzir representações de seu entendimento e contribuir para a aprendizagem de outros, promovendo um papel ativo e colaborativo no processo educativo. A tecnologia é usada aqui para criar, comunicar e compartilhar conhecimento.
- **T3 – Transcendente (Design de Investigação e Empreendedorismo Social):** Neste nível mais avançado, os alunos identificam, investigam, formulam hipóteses, projetam e implementam soluções para problemas do mundo real que os afetam ou preocupam. A tecnologia torna-se uma ferramenta para transformação social, inovação e protagonismo estudantil.

De acordo com Magana (2025), o *Framework* T3 fornece uma base teórica e prática para repensar como as tecnologias educacionais podem elevar o aprendizado para níveis de impacto cognitivo e social mais profundos.

A Figura 25 apresenta o *Framework* T3, ilustrando visualmente a hierarquia dos três domínios e suas relações na evolução do uso pedagógico da tecnologia.

Figura 25 - *Framework T3*

Fonte: Magana (2025)

2.5.4 *Frameworks* de tecnologia educacional de tecnologia educacional multinível

Os *Frameworks* multiníveis de tecnologia educacional são “estruturas abrangentes que integram e alinham práticas e políticas de tecnologia educacional em diferentes níveis (macro, meso e micro) para criar um ecossistema de integração tecnológica coerente e eficaz na educação” (Silva; Bilessimo; *et al.*, 2025, p. 8).

Portanto, esses *Frameworks* reconhecem que a implementação bem-sucedida da tecnologia depende da coordenação e do alinhamento de esforços em diferentes níveis, envolvendo diversas partes interessadas. A seguir, exemplifica-se alguns *Frameworks*.

2.5.4.1 *Framework da Sociedade Internacional para Tecnologia na Educação (ISTE)*

O *Framework* ISTE auxilia professores e líderes educacionais a garantirem que a aprendizagem seja uma atividade centrada no aluno. É direcionado a líderes, professores e alunos, visando aprimorar a implementação da tecnologia e os resultados da aprendizagem. O *Framework* se concentra no papel do educador como um agente de mudança, e não apenas como um instrutor. Ele é composto por sete padrões principais que descrevem as competências que um educador precisa ter na era digital (Trust, 2018). A Figura 26 apresenta o ISTE.

Figura 26 - *Framework* da Sociedade Internacional para Tecnologia na Educação (ISTE)



Fonte: Trust (2018, p.3)

O *Framework* ISTE para Educadores define sete papéis fundamentais que orientam a prática docente na era digital. Cada papel reflete um conjunto de competências e atitudes que permitem ao professor integrar a tecnologia de forma significativa em sua atuação pedagógica.

Os sete papéis do educador segundo o *Framework* ISTE (Trust, 2018) são:

- **Learner (Aprendiz):** O educador busca continuamente aprimorar sua prática profissional, aprendendo com outros professores, explorando novas abordagens pedagógicas e incorporando possibilidades oferecidas pela tecnologia para enriquecer o ensino e a aprendizagem.
- **Leader (Líder):** O educador exerce liderança ao apoiar a autonomia dos alunos e promover melhorias na qualidade do ensino. Esse papel inclui defender o acesso equitativo à tecnologia, incentivar a inovação e modelar o uso ético e eficaz de recursos digitais.
- **Citizen (Cidadão):** O educador inspira os alunos a se tornarem participantes responsáveis e éticos no mundo digital, promovendo a cidadania digital, o respeito às diferenças e a fluência midiática. Ele também estimula a consciência crítica sobre o impacto das tecnologias na sociedade.
- **Collaborator (Colaborador):** O educador colabora com colegas e alunos para aprimorar a prática pedagógica, compartilhar recursos e solucionar

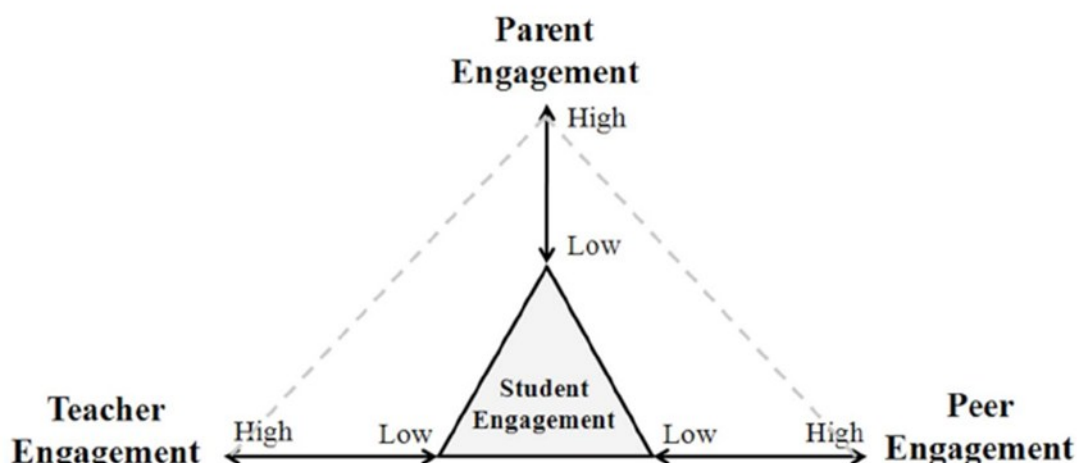
problemas coletivamente, criando comunidades de aprendizagem interconectadas.

- **Designer (Designer):** O educador projeta atividades e ambientes de aprendizagem autênticos, centrados no aluno e adaptados à variabilidade e às necessidades individuais dos estudantes. Ele integra tecnologia e criatividade para desenvolver experiências significativas.
- **Facilitator (Facilitador):** O educador atua como mediador do processo de aprendizagem, utilizando a tecnologia para ajudar os alunos a atingirem seus objetivos, promovendo autonomia, engajamento e protagonismo. Ele cria oportunidades para que os estudantes assumam o controle de seu aprendizado.
- **Analyst (Analista):** O educador utiliza dados e evidências de aprendizagem para direcionar a instrução e apoiar os alunos em seus objetivos individuais. Faz uso de ferramentas tecnológicas para criar, aplicar e interpretar diferentes tipos de avaliação, aprimorando continuamente o processo educativo.

2.5.4.2 Framework da Comunidade de Engajamento Adolescente (ACE - Adolescent Community of Engagement)

O ACE é um modelo desenvolvido para entender e guiar a pesquisa e o design em ambientes de aprendizagem online especificamente para adolescentes. Ele reconhece que *Frameworks* de aprendizagem online originários de contextos de ensino superior podem não abordar completamente as características e necessidades únicas dos aprendizes adolescentes e seus ambientes. (Borup *et al.*, 2014). A figura 27 demonstra o modelo

Figura 27 - ACE Framework



Fonte: Borup *et al.* (2014, p. 7)

O formato de triângulo ilustra a teoria central do modelo, em cujo interior encontra-se o conceito de “engajamento do aluno” (*Student Engagement*). Esse engajamento não é algo que o estudante gera de forma isolada, mas sim o resultado da interação e da força de três comunidades que o cercam — representadas pelos vértices do triângulo.

Essas três dimensões de engajamento são divididas em três partes, segundo Borup *et al.*, 2014):

- **Engajamento do professor (*Teacher Engagement*):** Refere-se à capacidade do educador de motivar, orientar e apoiar o aluno. Envolve o planejamento pedagógico, a instrução e a interação social que o professor promove no ambiente de aprendizagem, especialmente em contextos virtuais.
- **Engajamento dos pares (*Peer Engagement*):** Diz respeito à interação e colaboração entre os próprios alunos, consideradas fatores cruciais para o sucesso da aprendizagem. O apoio e o envolvimento entre colegas fortalecem o senso de pertencimento e ampliam as oportunidades de aprendizagem colaborativa.
- **Engajamento dos pais (*Parents Engagement*):** Diferentemente de *Frameworks* voltados ao ensino superior, o modelo ACE destaca a importância do papel da família. Ele teoriza que a participação ativa e o

suporte dos pais são elementos fundamentais para o engajamento do adolescente no aprendizado online.

O engajamento do aluno é, portanto, diretamente proporcional à solidez e ao fortalecimento dessas três comunidades de apoio. Quanto mais fortes forem os pilares representados pelo professor, pelos pares e pelos pais, maior será a área de engajamento interno do estudante, resultando em uma experiência de aprendizagem mais eficaz, colaborativa e significativa (Borup *et al.*, 2014).

3 FRAMEWORK MULTINÍVEL PARA INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO DO LABORATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO REMOTA (REXLAB/UFSC)

Nesse capítulo serão apresentados o contexto no qual o *Framework* multinível para integração de tecnologia na educação foi criado, o REXLab, bem como apresenta detalhadamente como se apresenta esse *Framework*.

O presente capítulo dedica-se a examinar a atuação e as propostas teóricas do Laboratório de Experimentação Remota (REXLab) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), reconhecido por sua vanguarda na pesquisa sobre tecnologias educacionais e experimentação remota. O objetivo central é compreender como as iniciativas desenvolvidas pelo laboratório sistematizam a integração tecnológica na Educação Básica.

Para tanto, a discussão organiza-se em dois momentos distintos e complementares. Inicialmente, na seção 3.1 O REXLab e o Projeto InTecEdu, contextualiza-se o locus da pesquisa, apresentando o histórico do laboratório e detalhando o Projeto InTecEdu como uma iniciativa estratégica voltada ao fomento da Cultura *Maker*, da ciência aberta e da fluência digital nas escolas. Na sequência, a seção 3.2 *Framework* Multinível para Integração de Tecnologia na Educação aprofunda-se na arquitetura conceitual proposta pelos pesquisadores do laboratório (SILVA *et al.*), dissecando as dimensões e os níveis de aplicação deste modelo que visa garantir uma adoção tecnológica sustentável, escalável e pedagogicamente eficaz, que nessa pesquisa servirá como suporte para a proposta do estudo em questão.

3.1 O REXLAB E O PROJETO INTECEDU

O Laboratório de Experimentação Remota (REXLab) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) desenvolve projetos que integram a tecnologia e as atividades didáticas por meio de aplicativos que simulam experimentos científicos e podem ser acessados via computador, celular ou tablet (Um lugar ao sol, 2021).

O REXLab foi estabelecido em 1997, sob a direção do Professor Dr. João Bosco da Mota Alves e colaboradores em Florianópolis. Inicialmente, com o propósito de fornecer Laboratórios Remotos, visando democratizar o acesso à educação

científica e impulsionar a inclusão digital. Progressivamente, o grupo de investigação evoluiu, integrando em seus projetos o uso de tecnologias educacionais, o treinamento de docentes e a produção de Recursos Educativos Abertos (REA) (Da Silva *et al.*, 2024).

Em 2021, o laboratório foi implantado também na UFSC/Araranguá sob a direção do Professor Dr. Juarez Bento da Silva. Sua principal missão é promover a difusão da ciência e tecnologia, estabelecendo uma ponte com a sociedade por meio do desenvolvimento e uso de tecnologias acessíveis. Portanto, a utilização de materiais de baixo custo, com software livre e tecnologias abertas são os propósitos do laboratório que tem como objetivo promover a inclusão digital e trabalhar muito forte nas escolas públicas (Um lugar ao sol, 2021).

No âmbito educacional, as atividades do RExLab concentram-se em dois eixos: capacitar professores para que possam integrar tecnologias digitais em suas metodologias de ensino e oferecer recursos educacionais abertos (REAs), especialmente por meio de laboratórios remotos (Silva; Bilessimo; Alves, 2018).

Assim, ao longo de sua história o RExLab se estabeleceu como um polo de inovação social, baseando sua atuação na defesa do acesso livre e universal à tecnologia e à informação.

Na história do RExLab foram desenvolvidos muitos projetos que marcaram e ainda marcam sua trajetória. Dentre os principais, podemos resumir os apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Principais programas e projetos RExLab

Ano	Nome do Projeto/Recurso	Objetivo Principal
2002	Micro Servidor Web (MSW)	Desenvolver um dispositivo open hardware autônomo e de baixo custo (US\$ 26) para conectar dispositivos elétricos a uma rede Ethernet. Foi usado para equipar os laboratórios remotos do RExLab.
2005	Projeto RExNet Yippee	Internacionalizar o RExLab e promover a cooperação entre 12 IES (Europa e América Latina) em torno do desenvolvimento e disseminação de laboratórios remotos.
2005	Mecanismo Online para Referências (MORE)	Oferecer uma ferramenta online e gratuita para a geração e gerenciamento de referências bibliográficas de acordo com as normas da ABNT.
2007–2010	REDE PiÁ	Promover a Inclusão Digital em Santa Catarina, revitalizando máquinas caça-níqueis

		apreendidas para transformá-las em recursos computacionais didático-pedagógicos para escolas e comunidades carentes.
2008	Programa InTecEdu	Conjunto contínuo de projetos focado na Integração de Tecnologia na Educação, com eixos de capacitação de docentes e de integração de tecnologias digitais nas atividades didáticas.
2014– 2018	GT-MRE	Desenvolver uma plataforma aberta (open hardware, software livre, REA) para construção, gerenciamento e disponibilização de laboratórios remotos para atividades experimentais (principalmente STEAM).
2015– 2018	VISIR+	Desenvolver e avaliar módulos educacionais para a área de circuitos elétricos, combinando experimentos práticos, virtuais e remotos (apoiados pelo laboratório VISIR).
2020– 2022	Implantação de plataforma digital modular...	Ampliar o acesso a práticas laboratoriais na Educação Básica, criando a plataforma RELLE, integrando-a a um AVEA, repositório digital e comunidade de práticas.
2022– 2023	Programa LabRemoto	Capacitar professores da Educação Básica para integrar tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas, com foco nas abordagens <i>Maker</i> e <i>Design Thinking</i> .
2025 (início)	Portal de experimentos remotos para a educação do Brasil	Criar um portal nacional de experimentos científicos remotos, colaborativo e interinstitucional, para democratizar o acesso de estudantes e professores da Educação Básica a práticas laboratoriais.

Fonte: Silva *et al.* (2024)

O Programa de Integração de Tecnologia na Educação (InTecEdu) é uma iniciativa contínua desenvolvida desde 2008 com o objetivo de integrar tecnologia na Educação Básica e no Ensino Superior. Sua estratégia, construída em parceria com escolas, levou à sua consolidação como referência nacional e internacional em inovação pedagógica. O sucesso do Programa está alicerçado no forte impacto na formação docente, no desenvolvimento de plataformas digitais e na difusão da Cultura *Maker* e de metodologias ativas, tendo suas ações de capacitação alcançado muitos professores em todo o Brasil com cursos e oficinas focados em eletrônica, robótica e programação (Universidade Federal de Santa Catarina, 2025). O Quadro 7 detalha os principais projetos que estruturaram a trajetória e a experiência do Programa InTecEdu.

Quadro 7 – Projetos InTecEdu

Período	Projeto	Foco principal
2008–2009	Utilização da experimentação remota como suporte a ambientes de ensino aprendizagem na rede pública de ensino	Disponibilizar laboratórios remotos para disciplinas de Física no Ensino Médio.
2010–2011	Plataforma de apoio à aprendizagem de pessoas portadoras de necessidades educativas especiais	Inclusão digital de pessoas com deficiência, promovendo o desenvolvimento de uma plataforma computacional para uso preferencial de pessoas com deficiência
2012–2014	Utilização de Experimentação Remota em Dispositivos Móveis para a Educação	Suporte ao ensino-aprendizagem utilizando experimentação remota em dispositivos móveis.
2012–2014	Ambiente virtual colaborativo para ensino-aprendizagem no Ensino Superior	Desenvolvimento de AVEA para suporte e gestão de materiais e laboratórios remotos no Ensino Superior.
2014–2015	Utilização de Experimentação Remota em Dispositivos Móveis para a Educação Básica na rede pública de ensino	Integração curricular de tecnologias na Educação Básica, com uso de conteúdos e experimentos remotos via dispositivos móveis.
2014–2017	Proposta de estratégia metodológica para a integração tecnologia no ensino de disciplinas STEAM na Educação Básica da rede pública	Proposta de estratégia para integração tecnológica no ensino STEAM (via modelo TPACK e capacitação docente).
2014–2018	Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel - GT-MRE	Desenvolvimento e implantação da plataforma aberta RELLE para gestão e disponibilização de laboratórios remotos.
2016–2018	Promovendo a inclusão digital em escolas de Educação Básica da rede pública a partir da integração de tecnologias inovadoras de baixo custo no ensino de Ciências Naturais e Exatas	Desenvolver e aplicar estratégia para integração de tecnologias inovadoras de baixo custo no ensino de Ciências e Exatas.
2019–2021	Proposta de <i>Framework</i> para integração tecnologias digitais na Educação Básica, inspirado na cultura <i>Maker</i>	Incentivar a vocação STEM de adolescentes e capacitar professores através de um <i>Framework</i> inspirado na cultura <i>Maker</i> .

Fonte: Silva *et al.* (2024)

Em suma, a trajetória do RExLab demonstra o sucesso de uma iniciativa que alia pesquisa e inovação social. Todo esse acúmulo de experiência e tecnologia serviu

como alicerce para a consolidação do Programa InTecEdu. Por meio de uma série articulada de projetos, o InTecEdu transcendeu o papel de mero integrador de tecnologia, estabelecendo-se como uma referência nacional e internacional na formação docente e na democratização do acesso a práticas experimentais.

3.2 *FRAMEWORK* MULTINÍVEL PARA INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO

O modelo apresentado por Silva *et al.* (2025) foi sintetizado a partir de dezessete anos de experiência do grupo de pesquisa RExLab na condução do Projeto de Integração de Tecnologias na Educação (InTecEdu).

O *Framework* é composto por seis dimensões principais, conforme ilustrado na Figura 28: Pedagógica, Tecnológica, Recursos Educacionais Abertos (REA), Institucional, Avaliação e Sustentabilidade. Cada uma dessas dimensões é descrita a seguir, tomando como referência o trabalho de Silva *et al.* (2025):

- **Dimensão Pedagógica:** Envolve a produção e disponibilização de conteúdo educacional que permita aos alunos vivenciarem na prática as áreas STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática). Inclui também a criação, seleção e compartilhamento de melhores práticas em educação STEAM, desenvolvidas por professores, projetos e instituições de ensino no Brasil e no exterior.
- **Dimensão Tecnológica:** Abrange o planejamento para o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e o fomento a recursos tecnológicos, assegurando que as ferramentas disponíveis sejam adequadas e integradas ao processo educativo.
- **Dimensão de Recursos Educacionais Abertos (REA):** Está relacionada à seleção de recursos e boas práticas em educação STEAM, incentivando o uso e a disseminação de materiais abertos e colaborativos que apoiem a inovação pedagógica.
- **Dimensão Institucional:** Refere-se à governança da estrutura e dos serviços de infraestrutura nas instituições de ensino, garantindo que haja suporte organizacional e técnico para a integração das tecnologias educacionais.

- **Dimensão de Avaliação:** Inclui diferentes formatos e escopos de avaliação, tanto em relação ao ambiente educacional quanto aos recursos tecnológicos oferecidos, buscando medir o impacto e a eficácia das práticas implementadas.
- **Dimensão da Sustentabilidade:** Busca garantir a continuidade e a manutenção dos impactos gerados pelo projeto ao longo do tempo, promovendo a durabilidade e a evolução das ações educativas apoiadas pelo *Framework*.

Figura 28 - *Framework* RExLab



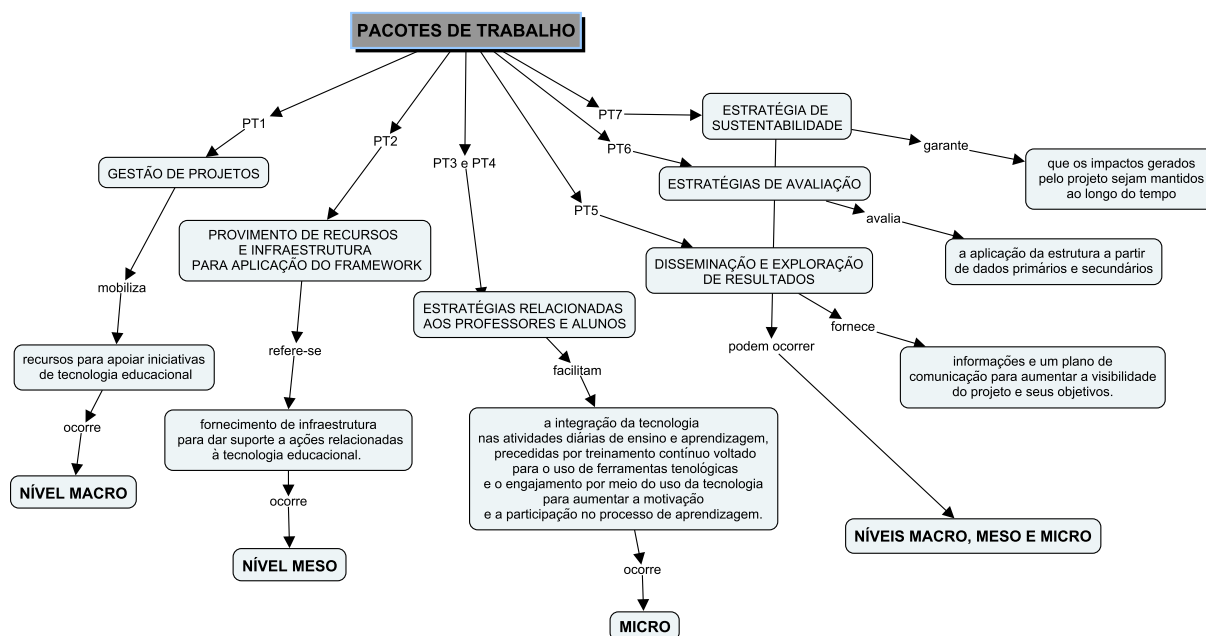
Fonte: Silva *et al.* (2025, p. 9)

A implementação do *Framework* envolve sete *Work Packages* (Pacotes de Trabalho), que detalham as estratégias e atividades necessárias à sua execução.

Devido à sua natureza abrangente e articulada, o modelo é classificado como um *Framework* multinível, pois apresenta características observáveis em diferentes níveis de atuação — macro, meso e micro — expressas tanto nos pacotes de trabalho (WP) quanto nas estratégias definidas para cada um deles.

A Figura 29 apresenta a organização dos sete pacotes de trabalho, distribuídos conforme seus níveis educacionais e estruturados de acordo com as estratégias, ações e atividades essenciais para a aplicação bem-sucedida do *Framework*.

Figura 29 - Pacotes de trabalho



Fonte: Elaborado pela autora baseado em (Silva *et al.*, 2025)

Portanto, o *Framework* proposto por Silva *et al.* (2025) distingue-se por abranger múltiplos níveis educacionais, ampliando significativamente as possibilidades de uso e aplicação em diferentes contextos de ensino e aprendizagem.

Essa característica o torna um modelo mais flexível e integrador, capaz de dialogar tanto com as dimensões pedagógicas e tecnológicas, quanto com os aspectos institucionais e de sustentabilidade, favorecendo sua adoção em diversos ambientes educacionais.

Em contraste, alguns *Frameworks* apresentam limitações justamente por não contemplarem todos os níveis do ecossistema educacional. Como observam Bapna *et al.* (2021, p. 23), “Alguns concentram-se mais em visões macro das instituições e dos atores do ecossistema de tecnologia educacional, enquanto outros se restringem a uma perspectiva micro, analisando o uso da tecnologia educacional por professores e alunos.”

Dessa forma, o *Framework* de Silva *et al.* (2025) contribui para superar essa fragmentação, promovendo uma visão sistêmica e multinível da integração tecnológica na educação.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A jornada de uma investigação científica é guiada por sua metodologia, delineando a rota desde a questão inicial até as conclusões alcançadas. A escolha do método adequado é influenciada por múltiplos elementos, como o tema em foco, os participantes relevantes, o contexto a ser explorado e, crucialmente, as metas que se pretende atingir. Com a metodologia definida, as ferramentas e as etapas da pesquisa são então estabelecidas.

Neste capítulo, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento desta dissertação, cujo objetivo central é desenvolver um *Framework* adaptativo e multinível derivado do modelo do RExLab/UFSC, que oriente a implementação pedagógica, técnica e sustentável de Laboratórios *Maker* em escolas públicas brasileiras.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A classificação de uma pesquisa envolve múltiplos critérios, entre eles a abordagem, a natureza, os objetivos e os procedimentos utilizados. Com base nesses critérios, a pesquisa foi classificada conforme a Figura 30.

Figura 30 - Classificação da pesquisa



Fonte: Da autora (2025).

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, pois busca compreender fenômenos complexos relacionados à implementação de Laboratórios *Maker* — fenômenos que não se explicam por mensurações numéricas, mas por interpretações, contextos e significados.

Segundo Creswell (2007), a abordagem qualitativa privilegia a compreensão dos processos e contextos em que o fenômeno ocorre, sendo o pesquisador um agente ativo na interpretação dos dados. Assim, o estudo enfatiza mais o processo do que o produto, priorizando a análise de relações entre teoria, prática e realidade educacional.

A natureza da pesquisa é aplicada, uma vez que visa à criação de um produto de uso prático, um *Framework* orientador, capaz de subsidiar a implementação de Laboratórios *Maker* nas redes públicas de ensino.

De acordo com Castilho *et al.* (2011), as pesquisas aplicadas buscam desenvolver e testar soluções que respondam a problemas reais, resultando em tecnologias, processos e modelos de utilidade imediata.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória, por buscar ampliar a compreensão do fenômeno estudado, identificar lacunas e formular uma proposta inovadora.

Na primeira fase, o estudo visa compreender o estado da arte sobre Laboratórios *Maker* e *Frameworks* existentes; nas etapas seguintes, busca sistematizar e adaptar um modelo de implementação a partir do *Framework* multinível do RExLab.

De acordo com Oliveira (2011), estudos exploratórios são especialmente úteis para diagnosticar situações, examinar alternativas e gerar novos entendimentos sobre temas em consolidação.

Foram utilizados dois procedimentos metodológicos principais: a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental.

A pesquisa bibliográfica fundamenta-se na análise de livros, artigos científicos e dissertações que tratam de Educação *Maker*, inovação educacional e integração tecnológica. Conforme Lakatos e Marconi (2003), esse tipo de pesquisa permite examinar um tema sob novos enfoques, resultando em interpretações originais.

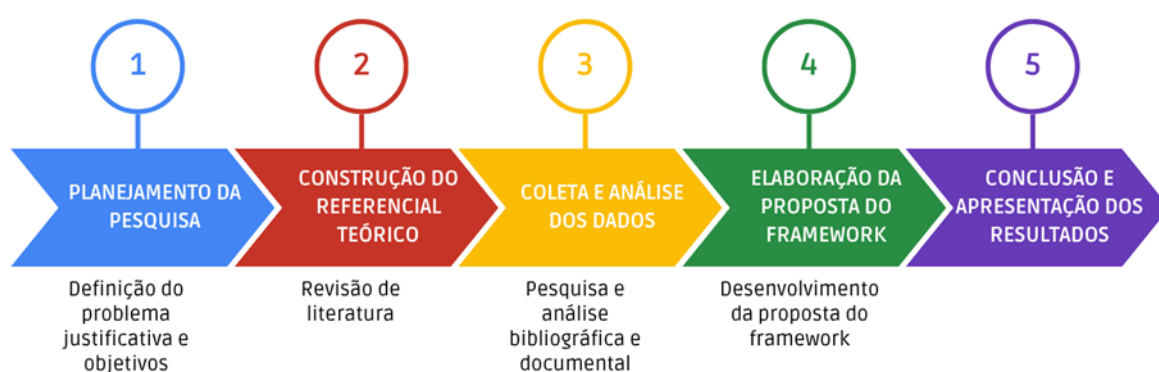
Já a pesquisa documental concentrou-se em fontes secundárias, relatórios oficiais, planos de governo, *Frameworks* internacionais (UNESCO, ISTE, ACE, TIC4E, PISA, T3) e políticas educacionais brasileiras (BNCC 2018; Anexo de Computação

2022), para subsidiar a construção e validação teórica do modelo proposto (Freire, 2013).

4.2 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi organizada em três etapas principais, conforme ilustrado na Figura 31, estruturadas de modo a garantir coerência metodológica e rigor analítico em todas as fases.

Figura 31 - Etapas da pesquisa



Fonte: Da Autora (2025)

4.2.1 Etapa 1 – Revisão de Literatura e Documental

A primeira etapa teve como finalidade reunir e sistematizar os fundamentos teóricos e práticos relacionados à implementação de Laboratórios *Maker* e *Frameworks* de integração tecnológica aplicados à educação.

Foram analisadas publicações científicas, relatórios institucionais e documentos oficiais que abordam os seguintes eixos:

- Educação *Maker* e aprendizagem criativa;
- Políticas de inovação e cultura digital (BNCC, 2018; Brasil, 2022);
- *Frameworks* de integração tecnológica (UNESCO, ISTE, ACE, PISA, T3, TIC4E, RExLab).

Critérios de seleção:

- Pertinência temática em relação ao objeto de estudo;
- Atualidade das publicações (2018–2025);
- Relevância para o contexto da educação pública brasileira;

- Ênfase em práticas de formação docente, infraestrutura e sustentabilidade.

Produto da Etapa 1:

Mapa conceitual das principais abordagens, dimensões e referências teóricas sobre Educação *Maker* e *Frameworks* educacionais.

4.2.2 Etapa 2 – Análise Comparativa e Adaptação Teórica

Na segunda etapa, procedeu-se à análise comparativa entre o *Framework* Multinível do RExLab/UFSC e as demandas pedagógicas, técnicas e organizacionais específicas dos Laboratórios *Maker*.

O objetivo foi identificar convergências e lacunas que orientassem a adaptação do modelo original às realidades das escolas públicas brasileiras.

Procedimentos realizados:

- Análise das dimensões originais do RExLab (Pedagógica, Tecnológica, REA, Institucional, Avaliativa e Sustentabilidade);
- Cruzamento com as necessidades identificadas na literatura sobre Laboratórios *Maker*;
- Redefinição conceitual dos níveis de atuação (macro, meso, micro e interníveis);
- Revisão e adaptação dos sete *Work Packages* (WP1–WP7), mantendo a estrutura multinível, porém incorporando variáveis ligadas à cultura *Maker*, formação docente, protagonismo discente e sustentabilidade.

Produto da Etapa 2:

Quadro de correspondência entre o *Framework* original e o modelo adaptado (*Framework* Multinível Adaptado para Laboratórios *Maker* – FMA-LM), evidenciando as transformações teórico-práticas em cada dimensão.

4.2.3 Etapa 3 – Construção do *Framework* Adaptado

Com base nas análises anteriores, foi elaborada a versão final do *Framework* Multinível Adaptado (FMA-LM), estruturada em quatro níveis e sete *Work Packages* (WP1 a WP7).

Essa etapa consolidou o produto técnico da pesquisa, unindo diretrizes de planejamento, formação, uso e sustentabilidade dos Laboratórios *Maker*.

Ações realizadas:

- Integração das dimensões pedagógica, tecnológica, institucional, avaliativa e de sustentabilidade;
- Organização dos sete *Work Packages* de acordo com os níveis macro, meso, micro e interníveis;
- Definição de objetivos, ações e resultados esperados para cada pacote de trabalho;
- Elaboração de um modelo sistêmico, aplicável a diferentes redes públicas de ensino.

Produto da Etapa 3:

Framework final adaptado, acompanhado de diretrizes operacionais que orientam gestores e professores na implementação e manutenção dos Laboratórios *Maker*.

4.3 VALIDAÇÃO TEÓRICA E CONSIDERAÇÕES FINAIS DA METODOLOGIA

O *Framework* Multinível Adaptado foi submetido à validação teórica e analítica junto a pesquisadores e especialistas vinculados ao RExLab e ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC/UFSC).

Essa etapa buscou avaliar a coerência interna, aplicabilidade prática e adequação conceitual do modelo proposto às políticas públicas e às realidades das escolas brasileiras.

A pesquisa não envolveu coleta de dados com participantes humanos, dispensando a necessidade de submissão ao Comitê de Ética.

Sua limitação reside na ausência de experimentação empírica em escolas-piloto, o que abre perspectivas para futuras pesquisas de validação prática e estudos de caso que testem a eficácia do *Framework* em diferentes redes de ensino.

4.4 ALINHAMENTO ENTRE OBJETIVOS ESPECÍFICOS E METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa foi estruturada de forma a garantir coerência entre os objetivos específicos e as etapas desenvolvidas, assegurando uma correspondência direta entre o percurso metodológico e os resultados esperados.

O Quadro 8 - Síntese do Alinhamento Metodológico apresenta a correspondência entre as etapas da pesquisa e os objetivos específicos, evidenciando a coerência entre o percurso metodológico adotado e os resultados esperados no desenvolvimento do *Framework* proposto.

Quadro 8 - Síntese do Alinhamento Metodológico

Etapas Metodológicas	Objetivos Específicos Correspondentes	Descrição do Alinhamento
Etapa 1 – Revisão de Literatura e Documental	OE1. Mapear o estado da arte sobre Educação <i>Maker</i> , Laboratórios <i>Maker</i> e <i>Frameworks</i> de implementação no contexto da Educação Básica pública brasileira.	Esta etapa visa reunir os fundamentos teóricos e práticos que sustentam a proposta, permitindo identificar conceitos, modelos e abordagens relevantes para a construção do <i>Framework</i> adaptado.
Etapa 2 – Análise Comparativa e Adaptação Teórica.	Analisar as dimensões e componentes do <i>Framework</i> multinível do RExLab à luz das demandas pedagógicas, técnicas, administrativas e de sustentabilidade identificadas na literatura e em experiências <i>maker</i> , com o intuito de identificar convergências, lacunas e possibilidades de adaptação.	Esta etapa promove a integração entre a teoria e a prática, permitindo reinterpretar o modelo RExLab sob a ótica das especificidades dos Laboratórios <i>Maker</i> .
Etapa 3 - Construção do <i>Framework</i> adaptado	Reestruturar os <i>Work Packages</i> (WP1–WP7) do <i>Framework</i> original, adaptando-os aos propósitos pedagógicos, técnicos, gerenciais e de sustentabilidade para a implementação de Laboratórios <i>Maker</i> em escolas públicas brasileiras.	O objetivo corresponde à fase de reestruturação do modelo, na qual cada pacote de trabalho é revisto e adaptado de acordo com as demandas identificadas na análise comparativa. Esta etapa consolida os resultados teóricos e analíticos em um produto aplicado — o

		<i>Framework</i> final —, que sintetiza as diretrizes e estruturas desenvolvidas nas etapas anteriores.
--	--	---

Fonte: Da Autora (2025)

O alinhamento entre os objetivos específicos e as etapas metodológicas reforça a coerência interna do estudo e assegura que cada fase da investigação contribua diretamente para o desenvolvimento e a validação teórica do *Framework* Multinível Adaptado para Laboratórios *Maker*, fortalecendo sua aplicabilidade prática e relevância no contexto da educação pública brasileira.

5 RESULTADOS

Para a construção da proposta apresentada neste capítulo, partiu-se do mapeamento do estado da arte realizado no Capítulo 2 (que atende ao OE.1). As demandas pedagógicas e técnicas identificadas no referencial serviram de base para a análise crítica do modelo RExLab (OE.2) e para a consequente modelagem do novo *Framework* (OE.3) detalhado a seguir.

5.1 PROPOSTA DO *FRAMEWORK* MULTINÍVEL DO REXLAB À IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS *MAKER* EM CONTEXTOS EDUCACIONAIS PÚBLICOS BRASILEIROS

A implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas brasileiras exige não apenas infraestrutura e recursos materiais, mas também uma visão sistêmica que integre aspectos pedagógicos, tecnológicos, institucionais e de sustentabilidade. Para responder a essa necessidade, este capítulo apresenta a aplicação adaptada do *Framework* Multinível para Integração de Tecnologia na Educação, desenvolvido pelo Laboratório de Experimentação Remota (RExLab/UFSC), conforme descrito em Silva *et al.* (2021).

Esse *Framework* foi originalmente concebido para apoiar a incorporação de tecnologias educacionais em instituições de ensino, articulando ações nos níveis macro (sistêmico e de gestão), meso (institucional e organizacional) e micro (práticas pedagógicas e formativas).

Nesta pesquisa, o modelo foi recontextualizado para orientar a implementação de LM, contemplando suas especificidades pedagógicas, estruturais e operacionais no âmbito da educação pública brasileira.

O *Framework*, nesta adaptação, mantém as seis dimensões fundamentais e os sete pacotes de trabalho (*Work Packages* - WP) originais, mas com ênfase aplicada aos processos de planejamento, formação, uso e sustentabilidade dos LM.

5.2 DIMENSÕES DO *FRAMEWORK* MULTINÍVEL ADAPTADO PARA OS LABORATÓRIOS *MAKERS*

A análise dos requisitos para a implantação de LM evidenciou que o sucesso de tais iniciativas não reside em ações isoladas, mas na articulação de múltiplos fatores. Com base nessa premissa, a proposta está estruturada tendo como base as dimensões apresentadas por Silva et al. (2021), conforme Figura 32, que organiza o processo de implementação em seis dimensões estratégicas e interconectadas.

Figura 32 – Dimensões do *Framework*



Fonte: Adaptado de Silva et al. (2021)

A representação circular do diagrama não é aleatória. Ela simboliza a interdependência e a natureza cíclica da gestão desses espaços. O modelo propõe que as dimensões dialoguem constantemente para garantir a funcionalidade e a relevância social do laboratório.

O *Framework* é composto pelas seguintes dimensões estruturantes:

- Dimensão Pedagógica: Constitui o núcleo do propósito escolar, focando na formação docente, no currículo e nas metodologias ativas que dão sentido ao uso das máquinas.
- Dimensão Tecnológica: Trata da infraestrutura material, equipamentos e suporte técnico necessários para viabilizar a experimentação física;

- Dimensão Institucional: Estabelece as bases de governança, gestão e suporte político-administrativo que legitimam o laboratório dentro da rede de ensino;

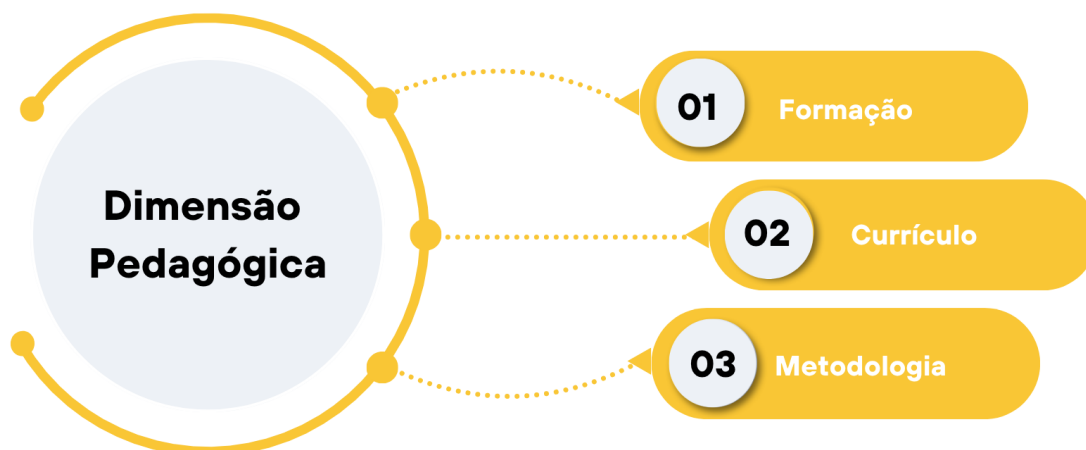
5.2.1 Dimensão Pedagógica

A Dimensão Pedagógica orienta o uso dos Laboratórios *Maker* como ambientes de aprendizagem ativa, baseados no aprender fazendo, na interdisciplinaridade e no protagonismo discente.

Aplicando o modelo RExLab, esta dimensão tem como objetivo articular os princípios pedagógicos do Movimento *Maker* às políticas curriculares da BNCC e do Anexo de Computação (Brasil, 2022), promovendo experiências integradas entre professores, alunos e comunidade.

Para operacionalizar a Dimensão Pedagógica no contexto das escolas públicas, o *Framework* estrutura-se em três eixos fundamentais, conforme ilustrado na Figura 33. A articulação entre estes eixos visa garantir que a Cultura *Maker* permeie todos os estamentos da escola, desde a gestão até a comunidade externa.

Figura 33 – Eixos principais Dimensão Pedagógica



Fonte: Elaborado pela Autora (2025)

A seguir, detalha-se a atuação em cada eixo:

Formação (Gestores e Professores). O ponto de partida é a oferta de formações continuadas frequentes, direcionadas não apenas aos professores, mas também a gestores e orientadores do laboratório. Essas capacitações transcendem o domínio instrumental de novas tecnologias; elas priorizam a aplicação de

metodologias ativas. Para garantir a sustentabilidade e a disseminação dessas práticas na rede, propõe-se o desenvolvimento de um currículo de formação de "multiplicadores *maker*". Sugere-se identificar professores com pré-disposição e engajamento comprovado para receberem capacitação aprofundada, tornando-se aptos a contagiar e treinar outros docentes, tanto em suas escolas quanto em workshops interinstitucionais. Neste eixo, destaca-se a figura crucial do profissional responsável pelo laboratório. Este deve ser um professor, preferencialmente concursado — para evitar a descontinuidade típica de contratos temporários — e com perfil *maker*. Sua estabilidade assegura a coerência das ações a longo prazo e a manutenção do conhecimento técnico-pedagógico na escola.

Currículo (Integração Curricular). O eixo curricular foca no mapeamento de conexões explícitas entre as atividades *maker* e os componentes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O objetivo é evitar que o laboratório seja uma atividade isolada, culminando no desenvolvimento de projetos de caráter interdisciplinar que articulem diversas áreas do conhecimento. Nesse processo, o professor responsável pelo laboratório atua como um colaborador estratégico dos professores regentes. Ele auxilia no planejamento e na implementação de planos de aula, oferecendo contribuições que enriquecem o currículo regular e garantem que a experimentação esteja a serviço da aprendizagem formal.

Metodologia (Alunos e Comunidade). A metodologia de uso do espaço deve ser híbrida e flexível. Além da integração curricular, a utilização do laboratório pode ser ampliada por meio de oficinas ou projetos no contraturno escolar, voltados ao desenvolvimento de habilidades mais específicas e aprofundadas dos estudantes. O professor responsável assume aqui o papel de designer de recursos pedagógicos (desenvolvendo e testando kits) e de observador atento da aprendizagem, fornecendo *insights* sobre a eficácia das práticas. Por fim, a metodologia deve contemplar a extensão comunitária. O engajamento com o meio externo é vital e deve ser promovido por meio de feiras de projetos, oficinas abertas à comunidade e o estabelecimento de parcerias locais, transformando a escola em um polo de inovação social.

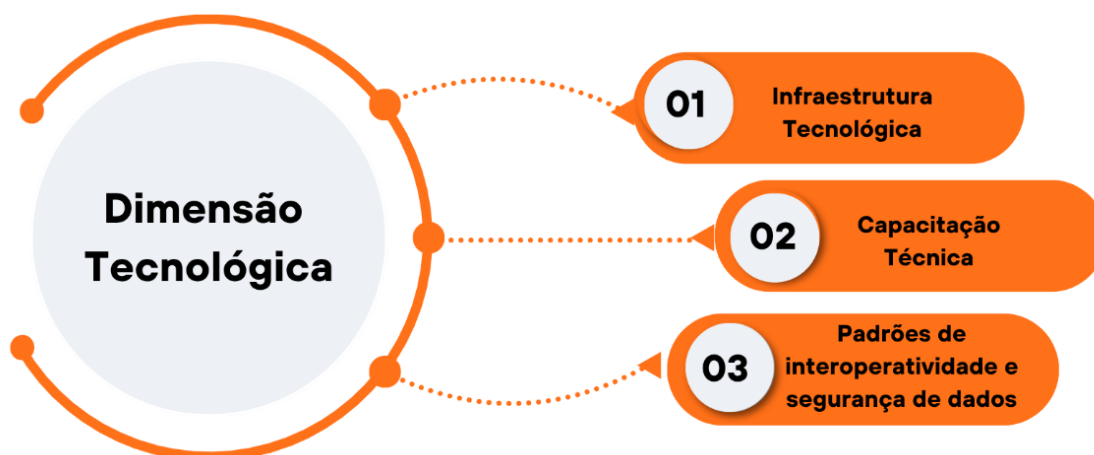
5.2.2 Dimensão Tecnológica

Inspirada na segunda dimensão do *Framework* RExLab, a Dimensão Tecnológica contempla o planejamento e a gestão da infraestrutura necessária ao funcionamento dos laboratórios.

Envolve não apenas equipamentos e softwares, mas também a interoperabilidade entre tecnologias físicas e digitais, incluindo plataformas de aprendizagem, kits de robótica e ferramentas de fabricação digital.

A Dimensão Tecnológica sustenta a materialidade do LM. Conforme ilustrado na Figura 34, esta dimensão não deve ser compreendida como um fim em si mesma, mas como o meio facilitador que viabiliza o processo de ensino-aprendizagem. Para tanto, ela se organiza em três eixos estruturantes: Infraestrutura Tecnológica, Capacitação Técnica e Padrões de Interoperabilidade e Segurança.

Figura 34 – Eixos Dimensão Tecnológica



Fonte: Elaborado pela autora (2025)

A seguir, descreve-se a organização de cada eixo para a implantação dos laboratórios:

Infraestrutura Tecnológica (Física e Equipamentos). Este eixo abrange o espaço físico e o acervo material. A infraestrutura deve ser concebida com um layout funcional que promova a colaboração, dispondo de bancadas amplas, áreas de brainstorming e infraestrutura elétrica e de conectividade (Wi-Fi) robustas. É crucial o zonamento do espaço, isolando equipamentos que geram ruído ou pó para garantir a segurança. A aquisição de equipamentos deve seguir uma lógica escalonada por complexidade e custo:

- Kit Básico (Baixo Custo): Ferramentas manuais, sucata, papelaria e eletrônica introdutória (Arduino/Microbit).
- Kit Intermediário: Fabricação digital acessível (impressoras 3D, corte a vinil) e robótica avançada.
- Kit Avançado: Equipamentos de precisão (corte a laser, fresadoras CNC), conforme a maturidade do laboratório.

Capacitação Técnica. A tecnologia só se torna ferramenta pedagógica mediante o domínio técnico. Este eixo foca na formação dos orientadores de laboratório, que devem receber instrução especializada e contínua para planejar e orientar as atividades com segurança. Além da formação presencial, a capacitação é reforçada pela elaboração de tutoriais técnicos acessíveis em plataformas online (manuais ilustrados e vídeos), assegurando que o conhecimento sobre o uso correto dos equipamentos esteja democratizado e disponível para consulta permanente por parte de professores e alunos.

Padrões de Interoperabilidade e Segurança. Este eixo estabelece as normas de funcionamento e integração. No que tange à interoperabilidade, prioriza-se a adoção de software livre e de código aberto (como o *Tinkercad*), juntamente com plataformas online que facilitem o compartilhamento de projetos e trabalhos, garantindo a usabilidade e a troca de conhecimentos. No âmbito da segurança e gestão, estabelecem-se protocolos rígidos: uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), sinalização visível de segurança para cada máquina e um plano rigoroso de manutenção preventiva e corretiva. A gestão eficiente completa-se com um sistema de inventário atualizado e controle de empréstimos, assegurando a longevidade e a disponibilidade dos recursos tecnológicos.

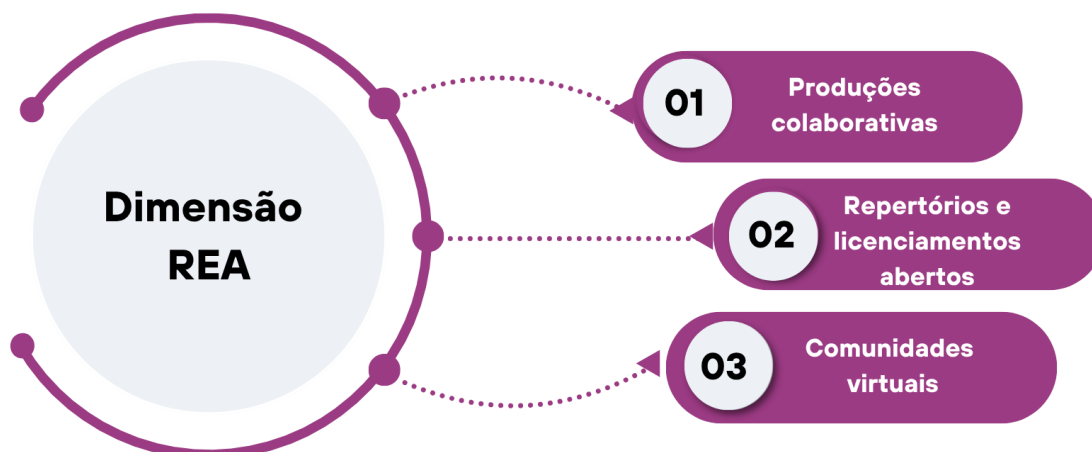
Essa dimensão enfatiza que a tecnologia deve ser compreendida como meio facilitador do processo de ensino-aprendizagem, e não como fim em si mesma.

5.2.3 Dimensão de Recursos Educacionais Abertos (REA)

A Dimensão de Recursos Educacionais Abertos (REA), derivada diretamente do *Framework* RExLab, promove a criação, compartilhamento e reutilização de conteúdos e projetos relacionados aos Laboratórios *Maker*.

Conforme demonstra a Figura 35, esta dimensão organiza-se em três eixos que garantem que o investimento público em uma escola possa beneficiar toda a rede de ensino.

Figura 35 – Eixos Dimensão REA



Fonte: Elaborado pela Autora (2025)

A seguir, detalha-se a estrutura de cada eixo:

Produções Colaborativas. Este eixo rompe com o isolamento das escolas. É indispensável estabelecer uma rede de colaboração interinstitucional entre os Laboratórios *Maker*, onde cada unidade é concebida simultaneamente como desenvolvedora de conteúdo e usuária de recursos. A premissa é estimular a produção colaborativa de materiais didáticos e tutoriais *maker*, permitindo que professores e alunos de diferentes escolas cocriem soluções. Dessa forma, fortalece-se o caráter colaborativo da política pública, otimizando esforços e evitando a duplicidade de trabalho na elaboração de materiais pedagógicos.

Repertórios e Licenciamentos Abertos. Para organizar a produção coletiva, propõe-se a implementação de uma plataforma digital que funcione como um repositório centralizado. O objetivo é agregar um portfólio de experiências didáticas *maker* e módulos com tutoriais técnicos sobre a operação dos equipamentos, garantindo que o conhecimento seja permanente e consultável, reduzindo a dependência de treinamentos presenciais constantes. Crucialmente, todo este material deve adotar licenciamentos abertos (como *Creative Commons*). Isso garante a sustentabilidade jurídica e a replicabilidade das práticas, permitindo que planos de aula e projetos sejam livremente adaptados a novos contextos pedagógicos sem barreiras de direitos autorais. Recomenda-se, ainda, o uso de repositórios já

consolidados, como o Banco Internacional de Objetos Educacionais, para o compartilhamento de boas práticas.

Comunidades Virtuais. A tecnologia deve servir à conexão humana. O terceiro eixo foca na criação de comunidades virtuais de aprendizagem entre as escolas públicas. Estes espaços digitais servem para a troca dinâmica de experiências, dúvidas e soluções cotidianas entre gestores, professores e orientadores. Ao fomentar essas comunidades, o modelo assegura uma rede de suporte entre pares, vital para manter o engajamento e a atualização constante dos envolvidos. Em suma, o uso estratégico de REA e comunidades virtuais reduz custos, amplia o acesso ao conhecimento e consolida a *Cultura Maker* como uma prática de rede, e não apenas local.

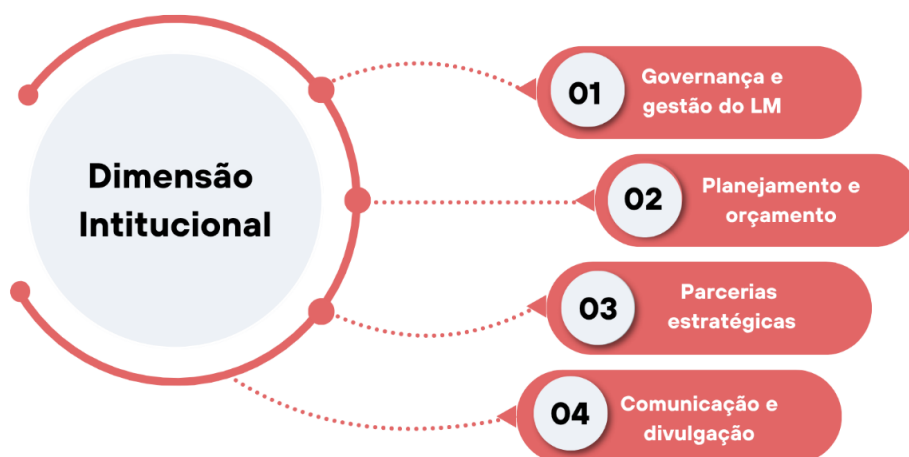
5.2.5 Dimensão Institucional

A Dimensão Institucional trata dos aspectos organizacionais, administrativos e de governança necessários para a consolidação dos LM nas redes públicas.

Essa dimensão operacionaliza as diretrizes do *Framework* RExLab no nível meso, articulando as ações do poder público, das escolas e dos parceiros tecnológicos.

A Dimensão Institucional estabelece o alicerce político-administrativo que viabiliza o funcionamento perene dos LM. Para que a iniciativa não dependa apenas de esforços individuais, a dimensão organiza-se em quatro eixos de sustentação, conforme ilustrado na Figura 36.

Figura 36 – Eixos Dimensão Institucional



Fonte: Elaborado pela Autora (2025)

A seguir, detalha-se a atuação estratégica em cada eixo:

Governança e Gestão do LM. A institucionalização do laboratório exige a definição clara de papéis e responsabilidades. É imperativo estabelecer um regimento interno que normatize horários, regras de acesso, segurança e deveres dos usuários. Além do aspecto normativo, cabe à gestão escolar promover a adesão da cultura *Maker* ao Projeto Político-Pedagógico (PPP). O sucesso do LM depende diretamente do suporte ativo da Direção e da Secretaria de Educação, que devem articular políticas de incentivo que contemplem a filosofia *maker* durante todo o ano letivo, legitimando o espaço como parte integrante da identidade da escola.

Planejamento e Orçamento. A sustentabilidade financeira é vital. A aquisição de insumos, a manutenção de equipamentos e a formação de pessoal não podem ser tratadas como gastos eventuais, mas devem estar previstas no orçamento anual. Tanto a escola quanto a Secretaria de Educação precisam estar alinhadas sobre a necessidade de verbas recorrentes para a reposição de materiais de consumo e para a manutenção preventiva, evitando a ociosidade de máquinas por falta de reparo. Este eixo reforça que o investimento inicial na infraestrutura é apenas o primeiro passo; o custeio operacional é o que mantém o laboratório vivo.

Parcerias Estratégicas. Para a otimização de recursos e a qualificação técnica, o laboratório deve buscar conexão com o ecossistema local. A articulação com universidades, Institutos Federais, empresas locais e ONGs é uma estratégia fundamental. Esses atores podem oferecer apoio técnico especializado, mentoria para projetos de alunos e até mesmo doação de insumos, criando uma rede de suporte que fortalece o funcionamento do LM e conecta a escola à realidade produtiva e acadêmica da região.

Comunicação e Divulgação. Por fim, a visibilidade das ações é um fator de legitimação do investimento público. É necessário criar um plano de comunicação para divulgar as atividades e as possibilidades de uso do laboratório tanto para a comunidade escolar quanto para o público externo. Este plano deve focar na valorização das produções e dos aprendizados dos alunos. Ao dar publicidade aos resultados alcançados, a escola reforça o valor pedagógico do laboratório e engaja a comunidade, garantindo que pais, alunos e parceiros reconheçam o impacto transformador do espaço.

Ao institucionalizar as práticas *maker*, a escola se torna um polo de inovação e disseminação de cultura digital no território.

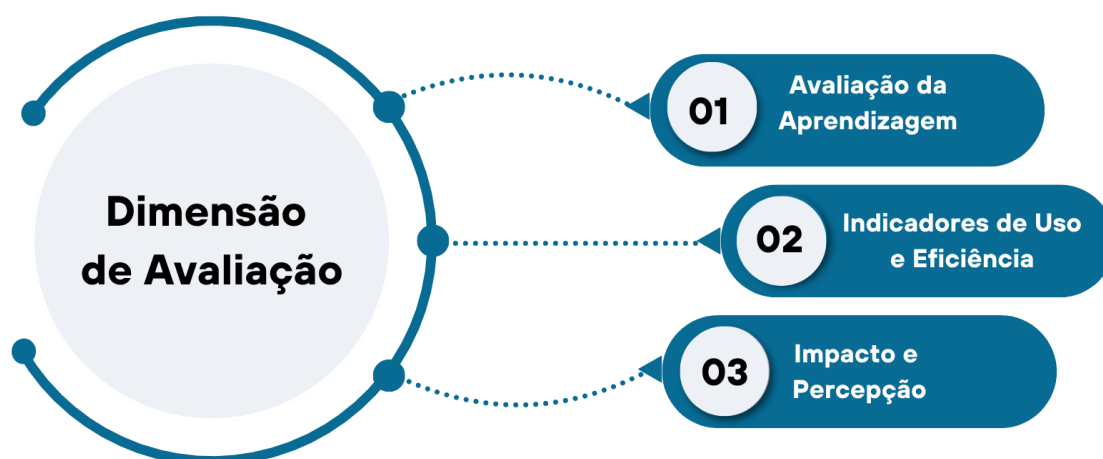
5.2.6 Dimensão de Avaliação

A Dimensão de Avaliação contempla o acompanhamento contínuo da implementação e dos impactos dos Laboratórios *Maker*.

Em consonância com o *Framework* RExLab, essa dimensão deve combinar indicadores qualitativos e quantitativos para mensurar a efetividade das ações nos diferentes níveis (macro, meso e micro).

A Dimensão de Avaliação é o mecanismo que garante o ciclo de retroalimentação e a melhoria contínua do programa de implementação dos Laboratórios *Maker*. Para superar a visão tradicional de métricas isoladas, propõe-se um modelo avaliativo sistêmico dividido em três eixos, conforme ilustrado na Figura 37.

Figura 37 – Eixos da Dimensão de avaliação



Fonte: Elaborado pela Autora (2025)

A seguir, detalha-se a abrangência de cada eixo:

Avaliação da Aprendizagem. A avaliação do estudante no contexto *maker* deve ser diferenciada. Sugere-se a criação de rubricas de avaliação que considerem não apenas o produto final (o objeto construído), mas valorizem o processo de aprendizagem. É fundamental utilizar instrumentos que acompanhem a evolução das soft skills e hard skills. Aspectos como criatividade, iniciativa, colaboração, pensamento computacional e engenharia devem ser mensurados de forma longitudinal, garantindo que o foco pedagógico permaneça no desenvolvimento de competências e na resolução de problemas, e não apenas na execução técnica.

Indicadores de Uso e Eficiência. Este eixo foca na efetividade operacional do espaço e dos recursos. A gestão deve realizar a coleta sistemática de dados quantitativos, monitorando indicadores como número de usuários, horas de uso do laboratório e quantidade de projetos desenvolvidos. Além do volume de uso, avalia-se a qualidade da infraestrutura através do *feedback* sobre a funcionalidade do ambiente, o estado dos equipamentos e a eficácia dos tutoriais técnicos disponibilizados. Esses dados compõem relatórios de desempenho institucional que fundamentam a usabilidade e justificam a continuidade dos investimentos.

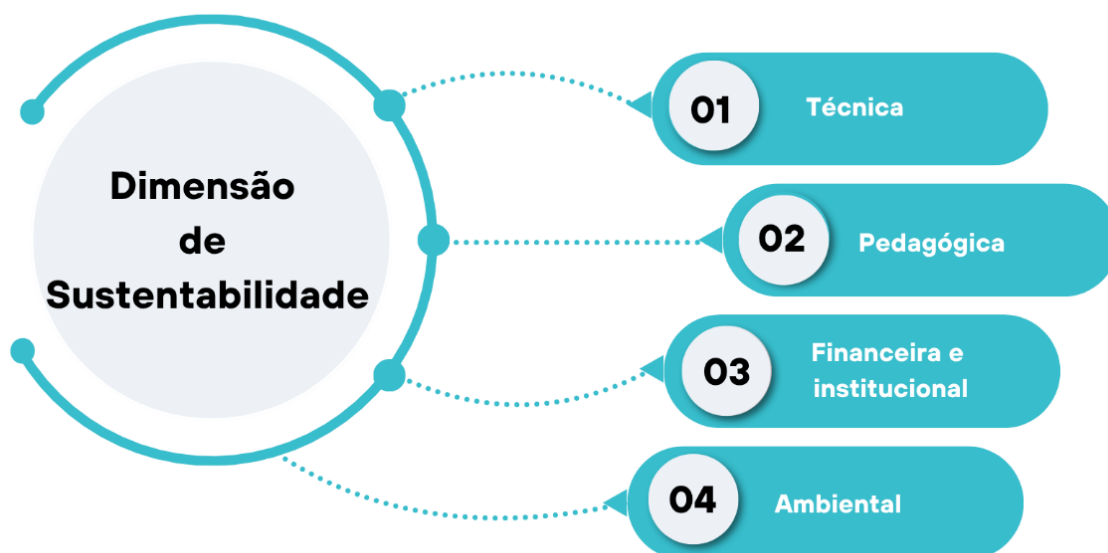
Impacto e Percepção. Para compreender a influência do laboratório na cultura escolar, é necessário ouvir os *stakeholders*. Este eixo prevê a aplicação periódica de pesquisas de satisfação e percepção com alunos, professores e gestores. O objetivo é analisar o impacto do laboratório no engajamento estudantil, na transformação da prática docente e no clima escolar como um todo. Ao captar essas percepções qualitativas, a gestão pode repensar ações e corrigir rotas, assegurando que o laboratório permaneça um ambiente inovador e acolhedor para toda a comunidade escolar.

Essa dimensão garante o ciclo de retroalimentação e melhoria contínua do programa de implementação.

5.2.7 Dimensão de Sustentabilidade

A Dimensão de Sustentabilidade, presente em ambos os modelos (original e aplicado), visa garantir a perenidade dos resultados obtidos com os Laboratórios *Maker*. Ela é o alicerce que garante a longevidade dos LM, impedindo que se tornem iniciativas passageiras ou sucateadas. Conforme ilustrado na Figura 38, esta dimensão transcende a questão puramente monetária, apoiando-se em um tripé estratégico: Sustentabilidade Técnica, Sustentabilidade Pedagógica, Sustentabilidade Financeira/Institucional e Sustentabilidade Ambiental.

Figura 38 – Eixos da Dimensão de sustentabilidade



Fonte: Elaborado pela Autora (2025)

A seguir, detalha-se a atuação em cada eixo para assegurar a perenidade dos LM:

Sustentabilidade Técnica. A continuidade operacional do laboratório depende da capacidade de manter os recursos funcionando. A sustentabilidade técnica é alcançada através de práticas de manutenção preventiva e contínua dos equipamentos. Desde a fase de aquisição, a escolha deve priorizar modelos robustos, de fácil manutenção e com garantia de acesso a peças de reposição no mercado nacional. Essa estratégia evita que os equipamentos fiquem ultrapassados rapidamente e reduz os custos operacionais a longo prazo, evitando que o laboratório acumule equipamentos inoperantes.

Sustentabilidade Pedagógica. Este eixo visa enraizar a cultura *Maker* no sistema educacional. A sustentabilidade pedagógica ocorre quando a experimentação e a inovação são integradas ao currículo regular, deixando de ser atividades meramente extracurriculares. A meta é desenvolver e consolidar uma cultura escolar permanente que valorize continuamente a experimentação, o pensamento criativo, a inovação e o aprendizado ativo. Para isso, a formação continuada dos docentes é vital, garantindo a renovação das práticas e assegurando que o capital intelectual permaneça na escola independentemente de trocas de gestão, consolidando uma cultura de aprendizado ativo permanente.

Sustentabilidade Financeira e Institucional. A viabilidade do laboratório exige que o planejamento orçamentário caminhe junto ao suporte político-administrativo. A sustentabilidade financeira requer a diversificação de fontes de recursos, buscando financiamento via orçamento escolar regular, editais de fomento e parcerias com o setor privado. Contudo, isso só é possível com Sustentabilidade Institucional: é necessário o engajamento das Secretarias de Educação e da Gestão Escolar para criar planos plurianuais que blindem o laboratório de discontinuidades políticas. A gestão institucional deve garantir que a manutenção do LM seja uma rubrica permanente no planejamento estratégico da rede, e não um gasto eventual.

Sustentabilidade Ambiental. A responsabilidade ecológica é um compromisso ético do laboratório. Este eixo alinha a operação aos princípios da economia circular¹⁷, incentivando o uso de materiais reciclados, reaproveitados e de baixo impacto ambiental nos projetos. O laboratório deve instituir a prática do *upcycling*, incentivando o uso de sucata eletrônica e resíduos industriais limpos como matéria-prima pedagógica. Isso reduz custos de aquisição e ensina aos alunos o valor dos recursos. Além disso, é imperativo estabelecer um protocolo de gestão de resíduos, garantindo o descarte ambientalmente correto de componentes eletrônicos (lixo eletrônico) e sobras de polímeros (como filamentos de impressão 3D), alinhando a prática *maker* aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Pedagogicamente, este eixo fomenta o desenvolvimento de projetos que busquem soluções práticas para problemas socioambientais da comunidade, formando cidadãos conscientes.

Na aplicação prática, recomenda-se a criação de planos plurianuais de sustentabilidade, integrando secretarias municipais e estaduais de educação, universidades e iniciativas privadas.

5.3 WORK PACKAGES (WP) APLICADOS AO CONTEXTO MAKER

A operacionalização do *Framework* é estruturada em sete *Work Packages* (WP), conforme o modelo do RExLab (Silva *et al.*, 2021), reinterpretados para o contexto dos Laboratórios *Maker* conforme resume o Quadro 9.

¹⁷ A economia circular é baseada em três princípios orientados pelo design: Eliminar resíduos e poluição, circular produtos e materiais e regenerar a natureza. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/temas/economia-circular-introducao/visao-geral>

Quadro 9 – Resumo dos Work Packages para os LM

WP	Descrição e Aplicação no Contexto <i>Maker</i>
WP1 – Gestão do Projeto (Nível Macro)	Planejamento estratégico da implantação dos LM em redes públicas, definição de metas e indicadores, coordenação geral e governança interinstitucional.
WP2 – Provimento de Recursos e Infraestrutura (Nível Meso)	Mapeamento das necessidades estruturais, aquisição e instalação de equipamentos, adequação de espaços físicos e conectividade.
WP3 – Estratégias Relacionadas aos Professores (Nível Micro)	Formação docente em metodologias <i>Maker</i> e tecnologias digitais, criação de comunidades de prática e incentivo à inovação pedagógica.
WP4 – Estratégias Relacionadas aos Alunos (Nível Micro)	Promoção do protagonismo discente por meio de desafios, projetos e feiras <i>Maker</i> ; estímulo à aprendizagem colaborativa.
WP5 – Disseminação e Exploração de Resultados (Interníveis)	Divulgação de experiências exitosas, eventos científicos e repositórios abertos de boas práticas.
WP6 – Estratégias de Avaliação (Interníveis)	Monitoramento de desempenho, aplicação de questionários diagnósticos, relatórios e indicadores de impacto.
WP7 – Estratégias de Sustentabilidade (Interníveis)	Planejamento de manutenção, parcerias público-privadas, políticas de continuidade e expansão dos LM.

Fonte: Elaborado pela Autora a partir de Silva *et al.* (2025)

A combinação dessas etapas permite que a implementação seja conduzida de forma sistêmica e integrada, garantindo coerência entre dimensões e práticas operacionais.

5.3.1 WP1 – Gestão do Projeto

O WP1 – Gestão do Projeto constitui o eixo central do *Framework* aplicado, pois define os processos de planejamento, coordenação e monitoramento estratégico de toda a implementação dos LM nas redes públicas de ensino. Essa etapa garante que a execução ocorra de forma articulada entre as instâncias governamentais, institucionais e pedagógicas, assegurando a coerência entre os objetivos do projeto e as políticas públicas de educação tecnológica.

A gestão eficiente permite que os recursos financeiros, humanos e tecnológicos sejam mobilizados de forma coordenada, evitando sobreposições e assegurando o alinhamento das ações com os Objetivos de Desenvolvimento

Sustentável (ODS 4 e 9) e as competências da BNCC e do Anexo de Computação (Brasil, 2022).

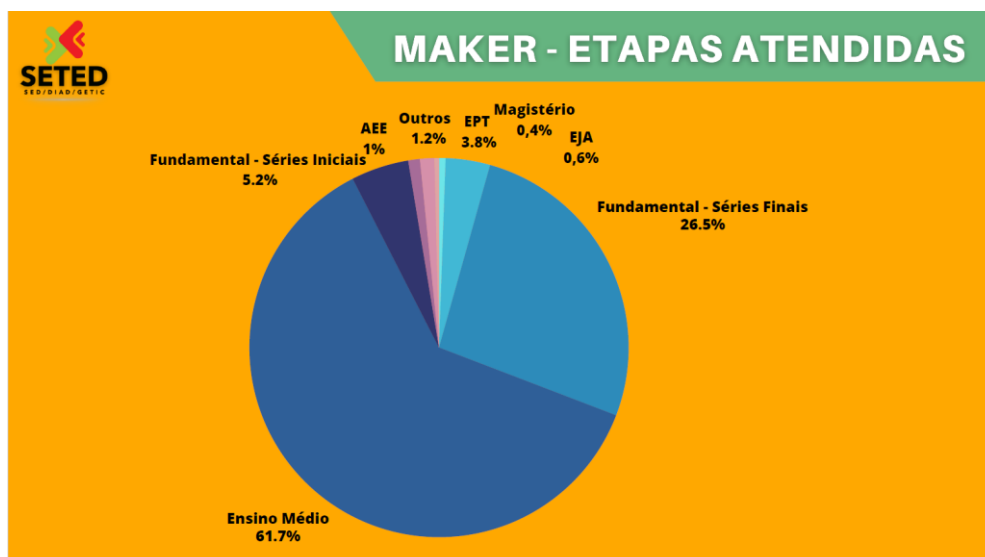
5.3.1.1 Planejamento Estratégico

O primeiro passo consiste na elaboração de um Plano Diretor de Implantação dos LM, desenvolvido em parceria entre secretarias de educação, universidades, centros tecnológicos e equipes pedagógicas. Esse documento orienta todas as ações do programa e deve conter:

- **Diagnóstico situacional da rede pública**, com levantamento da infraestrutura existente (salas, rede elétrica e conectividade), número de alunos e perfil docente;
- **Definição de metas globais e específicas**, como número de laboratórios implantados, taxa de utilização semanal, número de projetos interdisciplinares realizados e professores certificados;
- **Cronograma de execução em fases progressivas**, piloto, expansão e consolidação, com marcos de acompanhamento semestrais;
- **Indicadores de desempenho** (KPIs - *Key Performance Indicators*) como:
 - taxa de uso semanal/mensal dos espaços;
 - Tipos de atendimento;
 - recursos utilizados;
 - número de alunos e etapas atendidas;
 - número médio de projetos por turma;
 - percentual de professores formados com certificação *Maker*;
 - índice de satisfação dos alunos e docentes;

O estado de Santa Catarina que implantou mais de 200 laboratórios desde 2022, iniciou em 2023 a produzir relatórios mensais e anuais visando contemplar alguns indicadores de desempenho dos LM. As Figuras 39 e 40 mostram alguns gráficos gerados pelo relatório.

Figura 39 – Etapas atendidas



Fonte: SETED (2024, p.54)

Figura 40 – Recursos Utilizados



Fonte: SETED (2024, p.55)

A partir dessas informações é possível realizar a gestão do projeto de forma mais eficaz e sustentável.

A Figura 41 resume a implementação prática do Planejamento Estratégico.

Figura 41 – Implementação Prática WP1 – Planejamento Estratégico



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

Durante a fase piloto, recomenda-se a implantação inicial em 3 a 5 escolas de perfis distintos (urbana, rural e integral), acompanhadas por equipes universitárias. Essa fase gera insumos para ajustes antes da expansão em larga escala. Ferramentas de planejamento participativo, como canvas de implementação ou matriz SWOT, podem auxiliar na priorização de ações e na visualização dos riscos e oportunidades do projeto.

O plano deve estar permanentemente alinhado às diretrizes curriculares da BNCC, ao Anexo de Computação (Brasil, 2022) e às políticas de inovação tecnológica da rede, assegurando coerência entre a infraestrutura tecnológica e o desenvolvimento de competências digitais, criativas e socioemocionais.

5.3.1.2 Coordenação Geral e Governança Interinstitucional

O WP1 prevê a criação de um Comitê Gestor Interinstitucional, instância colegiada de governança responsável pela integração e pela tomada de decisão conjunta entre os diversos atores do programa. Esse comitê deve incluir:

- **Gestores públicos (nível macro):** representantes das secretarias de educação estadual e municipal, responsáveis pela formulação de políticas e pela alocação orçamentária;

- **Universidades e centros de pesquisa (nível meso):** encarregados do apoio técnico, formação continuada e avaliação de impacto;
- **Equipes escolares (nível micro):** diretores, coordenadores pedagógicos e professores referência, que garantem a execução local e o registro das evidências de aprendizagem.

A governança deve ser estruturada em três níveis operacionais, com funções bem definidas conforme ilustra a Figura 42:

Figura 42: Estrutura de Governança



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

Para a Implementação prática é importante:

- Reuniões bimestrais do Comitê Gestor com atas públicas e plano de ação atualizado;
- Criação de um Painel de Monitoramento (*dashboard*) digital, utilizando ferramentas como *Google Data Studio* ou *Power BI*, integrando dados sobre:
 - número de laboratórios instalados;
 - professores capacitados e em formação;
 - frequência de uso dos espaços;
 - projetos em andamento e finalizados;
 - indicadores de aprendizagem e inovação.

Esse sistema de gestão em tempo real promove transparência, prestação de contas e melhoria contínua, possibilitando intervenções corretivas imediatas. Além disso, recomenda-se a nomeação de “Pontos Focais *Maker*” em cada escola, responsáveis pela interlocução entre as instâncias local e central do projeto.

5.3.1.3 *Comunicação e Engajamento Institucional*

Para fortalecer o sentimento de pertencimento e ampliar o alcance do programa, é essencial um plano de comunicação institucional, com:

- Boletins informativos periódicos sobre avanços e boas práticas;
- Portal digital do programa com repositório de documentos, fotos, relatórios e vídeos;
- Campanhas de divulgação junto à comunidade escolar, enfatizando os impactos do Laboratório *Maker* na aprendizagem.

A comunicação transparente entre escolas, gestores e parceiros é decisiva para consolidar uma rede colaborativa de inovação educacional.

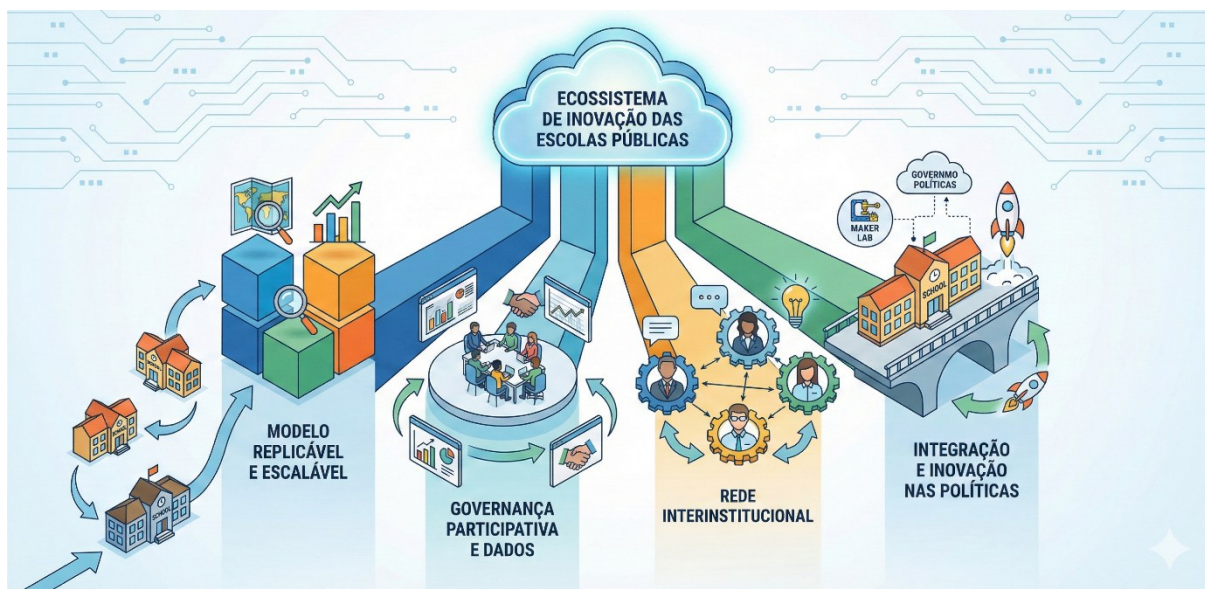
5.3.1.4 *Resultados Esperados*

Ao final do WP1, espera-se:

- A consolidação de um modelo de gestão replicável em diferentes redes públicas e escalável nacionalmente;
- A institucionalização de práticas de governança participativa, com decisões baseadas em dados e evidências;
- A formação de uma rede interinstitucional entre gestores, docentes e pesquisadores, favorecendo a troca de experiências e a inovação pedagógica contínua;
- A integração dos Laboratórios *Maker* às políticas públicas de educação digital, fortalecendo o ecossistema de inovação das escolas públicas.

Em síntese, o WP1 representa o alicerce sistêmico da implantação dos Laboratórios *Maker*, transformando intenções políticas em ações estruturadas, sustentáveis e mensuráveis, de acordo com o *Framework* Multinível do RExLab e as demandas contemporâneas da educação pública brasileira, resumidas na Figura 43 .

Figura 43: Resultados esperados WP1



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

5.3.2 WP2: Provimento de Recursos e Infraestrutura (Nível Meso)

O WP2 – Provimento de Recursos e Infraestrutura ocupa papel estratégico no nível meso do *Framework*, pois trata da estruturação material e tecnológica que viabiliza o funcionamento dos LM nas escolas públicas. Essa etapa conecta o planejamento macro (definido no WP1) às ações concretas de implementação nas unidades escolares, garantindo que os espaços sejam adequados, acessíveis, interoperáveis e sustentáveis.

A dimensão meso é, portanto, o elo entre a política e a prática, entre o projeto sistêmico e a transformação física e digital das escolas, articulando esforços de secretarias, universidades, engenheiros e professores na criação de ambientes que inspirem aprendizagem criativa e inovação pedagógica.

5.3.2.1 Mapeamento das Necessidades Estruturais

O processo inicia-se com um diagnóstico técnico-pedagógico colaborativo das condições existentes em cada unidade escolar. Esse levantamento abrange quatro dimensões principais:

- Infraestrutura física: disponibilidade e adequação das salas, condições elétricas, ventilação, iluminação e segurança;

O espaço deve ser muito bem pensado, de modo a verificar:

- Conectividade e rede: verificação da velocidade da internet, cobertura Wi-Fi, estabilidade da conexão e acesso dos dispositivos à rede;
- Recursos humanos: mapeamento de profissionais com competências técnicas e pedagógicas para operar, mediar e manter o espaço;
- Acessibilidade e inclusão: conformidade com as normas da ABNT (NBR 9050) e da LBI (Lei Brasileira de Inclusão¹⁸), considerando mobiliário acessível, sinalização tátil e tecnológica assistiva.

O mapeamento é necessário para garantir a consolidação de uma política duradoura. A formação de um grupo de estudos para planejamento envolvendo membros da secretaria de educação e universidades parceiras, e gestores e professores das escolas as quais o LM será implantado, é importante para visualizar as necessidades estruturais que serão necessárias. Segundo Gonçalves *et al.* (2025) o mapeamento é importante para que cada escola possa ter liberdade para adaptar o escopo conforme sua necessidade, podendo haver espaços ligeiramente diferentes em cada uma das escolas dependendo do interesse específico a cada realidade escolar.

Para a Implementação prática o diagnóstico deve ser realizado de forma participativa, envolvendo gestores, professores, técnicos de TI e engenheiros da prefeitura ou do estado. Ferramentas como checklists digitais (Google Forms ou *KoboToolbox*) e visitas técnicas supervisionadas por universidades parceiras podem acelerar a coleta de dados e padronizar o mapeamento.

A Figura 44 resume a implementação prática do Mapeamento das necessidades Estruturais.

¹⁸ A Lei nº 13.146/2015, também conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência ou Lei Brasileira de Inclusão (LBI), é a legislação que visa garantir e promover o exercício dos direitos fundamentais por pessoas com deficiência, promovendo sua inclusão social e cidadania em igualdade de condições.

Figura 44: Implementação Prática do Mapeamento das necessidades estruturais



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

O resultado é um Relatório Diagnóstico de Viabilidade *Maker* (RDVM), que servirá de base para a aquisição de equipamentos, adequação do espaço e planejamento da formação docente, permitindo que as decisões sejam baseadas em evidências e em realidades locais.

5.3.2.2 Aquisição e Instalação de Equipamentos

Com base no diagnóstico, são definidas as especificações técnicas e pedagógicas dos equipamentos necessários, contemplando as seguintes categorias:

- Ferramentas de fabricação digital: impressoras 3D, cortadoras a laser, fresadoras CNC, kits de robótica e sensores;
- Equipamentos de apoio: computadores, notebooks, tablets, projetores, monitores interativos e placas microcontroladoras;
- Softwares e plataformas: sistemas operacionais livres (Linux), ambientes de programação (Arduino IDE, Scratch, Tinkercad) e simuladores 3D;
- Materiais de consumo: filamentos, componentes eletrônicos, ferramentas manuais, madeira, papelão, colas e kits de prototipagem rápida.

O processo de aquisição de recursos para o contexto da robótica educacional / laboratórios deve ser pautado por critérios de sustentabilidade, eficiência e interoperabilidade. Ademais, a seleção de materiais deve priorizar produtos que apresentem longa vida útil, facilidade de manutenção e compatibilidade com tecnologias abertas (*open source*), evitando a dependência de fornecedores exclusivos

Todo o procedimento aquisitivo deve estar em estrita conformidade com os preceitos da Lei nº 14.133/2021 (Lei de Licitações e Contratos Administrativos), assegurando a transparência processual e a isonomia.

Outrossim, para otimizar os recursos e fomentar a cultura da sustentabilidade na robótica educacional, a estratégia de obtenção de materiais deve transcender a aquisição tradicional. Recomenda-se fomentar ativamente o reuso de componentes eletrônicos e a captação de materiais advindos de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE), comumente referidos como sucata eletrônica. Itens como motores, resistores, botões, LEDs e fios, recuperados desses resíduos, possuem vasto potencial para aplicação em atividades didáticas, promovendo não apenas a redução de custos, mas também a conscientização sobre economia circular.

Para a implementação prática orienta-se:

- Utilização de catálogos padronizados de equipamentos *maker* elaborados em parceria com universidades e centros tecnológicos;
- Inclusão de cláusulas contratuais que assegurem suporte técnico e capacitação inicial pelos fornecedores;
- Supervisão da instalação por equipes mistas (engenheiros da rede, professores de tecnologia e parceiros acadêmicos), garantindo integração à rede elétrica e digital da escola;
- Registro fotográfico e documental de cada etapa, compondo o Dossiê Técnico de Implantação (DTI) da escola.

Nessa linha de raciocínio, enfatiza-se que para a aquisição e instalação desses equipamentos é importante a parceria e suporte das instituições federais que muitas vezes possuem orçamentos mais robustos para projetos ligados a tecnologia (Giarola *et al.*, 2023). Essa abordagem assegura padronização, rastreabilidade e escalabilidade, permitindo replicar o modelo em outras redes públicas.

5.3.2.3 Adequação dos Espaços Físicos

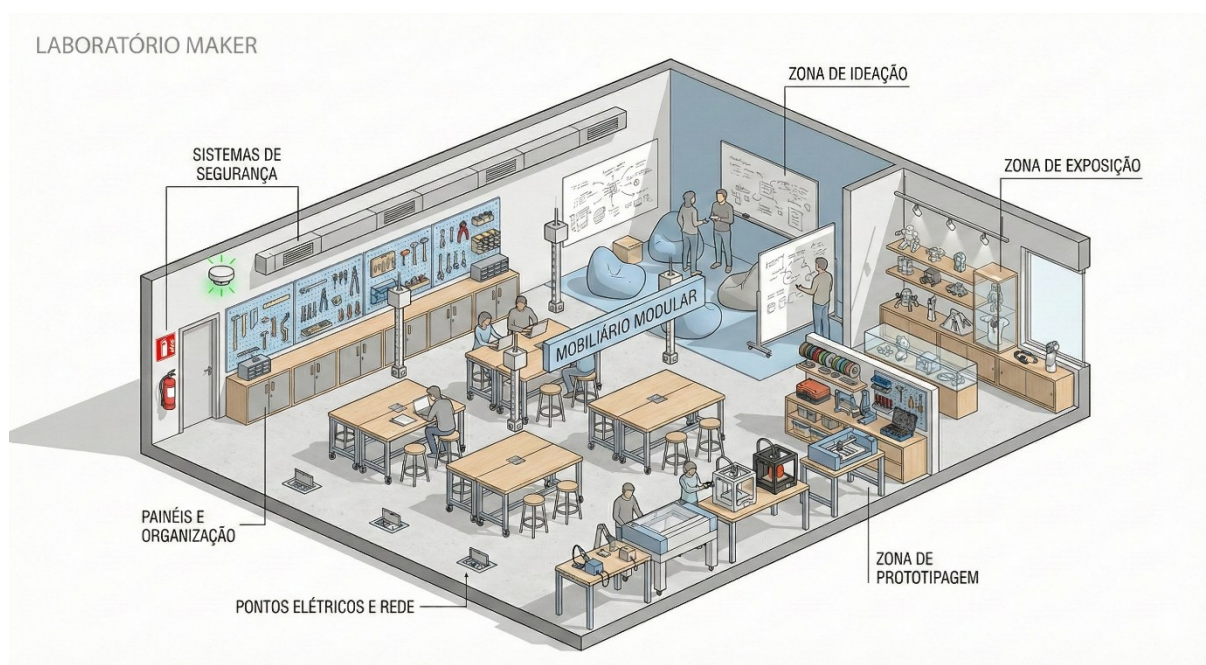
Os Laboratórios *Maker* devem ser concebidos como ambientes flexíveis, acessíveis e inspiradores, capazes de acolher múltiplas dinâmicas pedagógicas — desde oficinas rápidas até projetos interdisciplinares de longa duração.

As adequações envolvem:

- Redimensionamento e mobiliário modular (bancadas, mesas móveis, painéis perfurados e armários seguros);
- Instalação de pontos elétricos e rede distribuídos de forma ergonômica;
- Sistemas de segurança: extintores, ventilação adequada, detectores de fumaça e sinalização de emergência;
- Layouts que promovam colaboração e coautoria, com zonas diferenciadas para ideação, prototipagem e exposição dos projetos.

A Figura 45 demonstra na prática as adequações sugeridas.

Figura 45: Adequações sugeridas para os LM



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

A adequação do local é crucial para garantir a segurança e a facilidade na execução das atividades. O design do mobiliário, conforme defendido por Herro *et al.* (2021), deve ser flexível, priorizando a colaboração e permitindo espaço livre no chão para testes e prototipagem, com o uso de mobília móvel quando necessário. Além

disso, a infraestrutura básica, como a disponibilidade de pontos elétricos e de rede, constitui um requisito mínimo essencial para o funcionamento do espaço (Santa Catarina, 2022). Complementarmente, a gestão eficaz exige que materiais e ferramentas sejam organizados de forma intuitiva, visível e acessível. Essa clareza na organização otimiza o fluxo de uso e devolução, promovendo ativamente a colaboração fluida entre os usuários (Herro *et al.*, 2021).

Para que haja uma implementação prática o projeto arquitetônico pode ser desenvolvido com apoio de cursos de Engenharia Civil, Design ou Arquitetura das universidades parceiras, em formato de projeto de extensão acadêmica, reduzindo custos e ampliando a formação prática dos estudantes universitários.

A criação de manuais visuais de layout *maker* ajuda escolas de diferentes portes a adaptarem seus espaços conforme suas realidades físicas, mantendo a identidade visual e funcional da rede.

5.3.2.4 Conectividade e Integração Digital

Nenhum Laboratório *Maker* é funcional sem uma base sólida de conectividade digital. Assim, o WP2 inclui ações de infraestrutura tecnológica para garantir interoperabilidade, armazenamento seguro e acesso universal:

- Ampliação da banda larga e melhoria da estabilidade da rede;
- Instalação de pontos Wi-Fi de alta performance e cabeamento estruturado;
- Configuração de servidores locais ou em nuvem híbrida para hospedagem de projetos e repositórios de Recursos Educacionais Abertos (REA);
- Integração com plataformas colaborativas, como Moodle, *Tinkercad*, *Thingiverse*, *GitHub Educacional* e *Google Workspace for Education*;
- Implementação de sistemas de *backup* automático e políticas de cibersegurança.

A Implementação prática requer a necessidade de se firmar acordos de cooperação técnica com provedores regionais de internet e universidades públicas para ampliar a conectividade e reduzir custos. As escolas podem receber kits de rede padronizados e capacitação para manutenção básica.

Além disso, recomenda-se a criação de um Portal *Maker* da Rede, permitindo que professores e alunos compartilhem projetos, tutoriais e relatórios, fortalecendo a aprendizagem em rede.

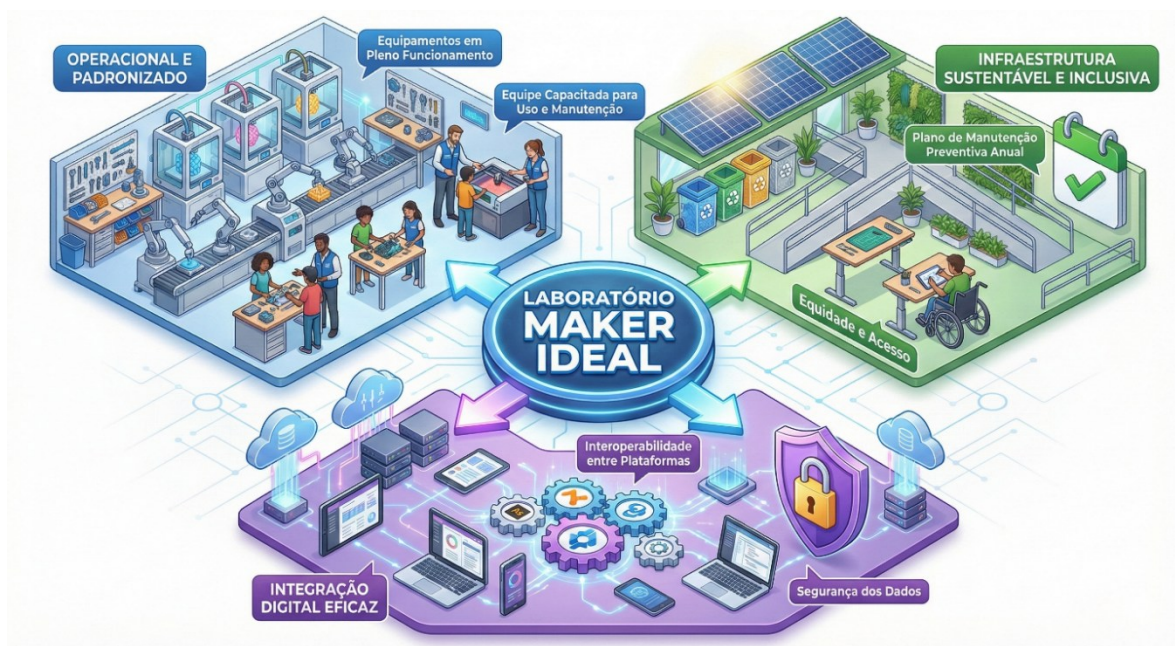
5.3.2.5 Resultados Esperados

Ao final do WP2, espera-se alcançar:

- Laboratórios *Maker* operacionais e padronizados, com equipamentos em pleno funcionamento e equipe capacitada para uso e manutenção;
- Infraestrutura sustentável e inclusiva, respaldada por um plano de manutenção preventiva anual;
- Integração digital eficaz, garantindo interoperabilidade entre plataformas e segurança dos dados;
- Ambientes acolhedores e colaborativos, capazes de inspirar criatividade, equidade e protagonismo estudantil.

A Figura 46 apresenta a síntese dos resultados esperados.

Figura 46: Resultados esperados do WP2



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

O WP2 traduz a visão estratégica do projeto em infraestrutura concreta e funcional, articulando planejamento técnico, pedagógico e logístico. Sua execução garante que cada Laboratório *Maker* funcione como um ecossistema de inovação

educacional, alinhado ao *Framework* Multinível do RExLab, à BNCC e às metas de inclusão digital e transformação pedagógica da educação pública brasileira.

5.3.3 WP3: Estratégias Relacionadas aos Professores (Nível Micro)

O WP3 – Estratégias Relacionadas aos Professores situa-se no nível micro do *Framework* e constitui um dos eixos mais determinantes para o sucesso da implementação dos Laboratórios *Maker* (LM). Essa etapa reconhece que os professores são mediadores centrais da inovação educacional, e que o potencial transformador dos LM depende diretamente da formação, do engajamento e da autonomia docente.

A valorização do professor como protagonista do processo é essencial para garantir que a cultura *Maker* ultrapasse o espaço físico do laboratório e se torne prática pedagógica cotidiana, enraizada no currículo e nas metodologias da escola.

5.3.3.1 Formação Docente em Metodologias Maker e Tecnologias Digitais

O primeiro movimento do WP3 consiste em promover programas de formação continuada voltados à integração pedagógica das metodologias *maker* e das tecnologias digitais. Essas formações devem contemplar dois eixos complementares:

Eixo técnico-tecnológico: domínio das ferramentas e dispositivos dos LM — impressoras 3D, cortadoras a laser, kits de robótica, plataformas de programação, microcontroladores, sensores e softwares livres de prototipagem.

Eixo pedagógico-metodológico: apropriação de metodologias ativas e criativas, como Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), *Design Thinking*, STEAM, aprendizagem investigativa e gamificação, integradas aos objetivos curriculares da BNCC.

Os cursos de formação podem ser organizados em formato híbrido (presencial e on-line), priorizando práticas reflexivas e experiências “mão na massa”, com certificação emitida em parceria com universidades e secretarias de educação. Não é recomendado apenas formações em formato on-line, pois as pesquisas mostram que apenas a formação teórica não é capaz de suprir as necessidades práticas que a metodologia *maker* engloba. Portanto, a formação docente é compreendida como

processo cíclico e colaborativo, estimulando o professor a experimentar, errar e reconstruir suas práticas de ensino.

É importante aqui salientar que o eixo técnico-tecnológico é mais voltado para os profissionais que ficarão responsáveis pelos Laboratórios *Maker* (Orientadores de LM) os quais tem a responsabilidade de deter o conhecimento técnico para auxiliar os professores nas atividades que serão executadas no espaço. No entanto, embora não haja obrigatoriedade por parte dos professores de sala de aula em deter o conhecimento técnico dos equipamentos, é importante que lhes seja apresentado exemplos de usabilidade com as ferramentas disponibilizadas, para que possam melhor perceberem a aplicabilidade da Cultura *Maker* em suas práticas pedagógicas (Moreira, 2023).

O eixo pedagógico-metodológico deve envolver todos os profissionais da escola, desde os professores e gestores que serão responsáveis pelo acompanhamento das práticas. Essas formações deverão ser bem planejadas e executadas durante o ano letivo. A formação dos professores é fator crucial para o bom desenvolvimento das atividades, despertando a confiança, entusiasmo na execução das atividades por parte dos professores (Stevenson *et al.*, 2019).

É essencial que as formações docentes capacitem os professores no desenvolvimento de projetos *maker* e atividades interdisciplinares. O objetivo é assegurar que os educadores utilizem estratégias pedagógicas que integrem os conteúdos curriculares de forma orgânica, convertendo a curiosidade e o potencial criativo dos alunos em resultados concretos de aprendizagem. Conforme muitos estudos demonstraram (Blikstein *et al.*, 2020; Lo, 2024); Salisbury e Nichols, 2020; Harron e Hughes, 2018), a principal dificuldade está na vinculação das atividades *Maker* dentro do currículo e para que essa dificuldade seja superada é necessário um esforço contínuo e um planejamento cuidadoso onde é necessário a formação constante para que a articulação entre teoria e prática sejam realmente partes do currículo escolar.

Estudos também mostraram que quando as formações acontecem durante a formação do professor na universidade, as chances de que esses profissionais desenvolvam uma Mentalidade *Maker* muito mais eficaz é muito maior, tornando-os muito mais motivados e encorajados a desenvolverem atividades *maker* em suas práticas pedagógicas do que quando essas formações acontecem apenas depois de formados (Blackley *et al.*, 2017; Silva, 2024). Dessa forma, é importante a relação entre

escolas de Educação Básica e Universidades, para que essas dificuldades sejam percebidas pelas universidades e possam ser sanadas antes de o professor estar na prática escolar.

A implementação prática da Formação Docente em Metodologias *Maker* e Tecnologias Digitais é sintetizada na Figura 47.

Figura 47: Implementação Prática Formação Docente em Metodologias *Maker* e Tecnologias Digitais



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

Para apoiar a sustentabilidade do processo, sugere-se a criação de um Banco Digital de Práticas *Maker* Docentes, onde professores possam registrar, compartilhar e atualizar suas experiências pedagógicas com base em rubricas padronizadas de avaliação. Além disso, como reconhecimento às práticas docentes, sugere-se que se crie “multiplicadores *maker*” que são aqueles professores que vão ensinar outros professores em momentos específicos proporcionados pela escola, ou até mesmo em eventos ou cursos envolvendo mais escolas.

5.3.3.2 Criação de Comunidades de Prática

O WP3 também prevê a constituição de Comunidades de Prática (CoP) entre professores participantes do programa, inspiradas em Wenger (1998). Essas

comunidades formam redes horizontais de colaboração e aprendizagem entre pares, nas quais os docentes:

- Compartilham planos de aula, projetos, rubricas e desafios *maker*;
- Têm acesso a repositórios de REA (Recursos Educacionais Abertos), vídeos tutoriais e fóruns de discussão;
- Participam de encontros periódicos de troca de experiências e mentoria;
- Desenvolvem soluções conjuntas para desafios reais das salas de aula e do uso das tecnologias.

A Implementação prática inclui:

- Utilização de plataformas colaborativas (como Google Classroom, Moodle, Discord, Edmodo ou Microsoft Teams) para a gestão das comunidades;
- Realização de encontros trimestrais presenciais ou síncronos, com foco na troca de boas práticas e apresentação de projetos em andamento;
- Criação do “Café *Maker* Docente”, espaço informal (virtual ou presencial) de diálogo e socialização de experiências que podem ser coordenadas pelos multiplicadores *Maker*;
- Acompanhamento e moderação por um mentor formador de universidade parceira ou do RExLab, garantindo continuidade e mediação pedagógica.

Essas comunidades fortalecem o sentimento de pertencimento e a identidade profissional docente na cultura digital, tornando os professores multiplicadores e líderes de inovação em suas escolas e territórios educacionais.

5.3.3.3 *Incentivo à Inovação Pedagógica*

Além da formação e da colaboração, o WP3 propõe ações concretas de incentivo à inovação pedagógica e valorização docente. O objetivo é criar um ecossistema de reconhecimento e disseminação das práticas inovadoras emergentes dos LM. Entre as estratégias, destacam-se:

- Editais internos de inovação educacional, com bolsas, prêmios ou reconhecimento público para projetos *maker* implementados com sucesso;
- Mostras pedagógicas e feiras *maker* interescolares, em que docentes e estudantes apresentam projetos e protótipos desenvolvidos colaborativamente;
- Laboratórios de ideias pedagógicas (*Innovation Labs*), nos quais professores experimentam novas abordagens curriculares com suporte técnico e didático;
- Inclusão de critérios de inovação, colaboração e impacto nos Planos de Desenvolvimento Institucional (PDI) das redes de ensino;
- Criação do “Selo Escola *Maker* Inovadora”, concedido às unidades que demonstrem excelência em integração pedagógica, formação contínua e disseminação de resultados.

Para que a implementação ocorra de forma prática sugere-se que as redes de ensino estabeleçam editais anuais de fomento à inovação docente, com apoio financeiro para materiais e divulgação. Além disso, fomentem parcerias com fundos estaduais de inovação, FAPs (Fundações de Amparo à Pesquisa) e programas federais (CNPq¹⁹, MEC²⁰, CAPES²¹) podem viabilizar bolsas de incentivo à pesquisa-ação em contextos *maker*.

5.3.3.4 Resultados Esperados

Ao final da execução da WP3, espera-se alcançar:

- Professores formados, empoderados e autônomos para conduzir experiências *maker* integradas ao currículo;
- Comunidades docentes ativas e sustentáveis, com práticas compartilhadas e melhoria contínua das experiências;
- Ambiente institucional favorável à experimentação pedagógica, com suporte e reconhecimento das gestões escolares;
- Ampliação da cultura de inovação, transformando os docentes em agentes multiplicadores de práticas criativas e inclusivas;

¹⁹ CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)

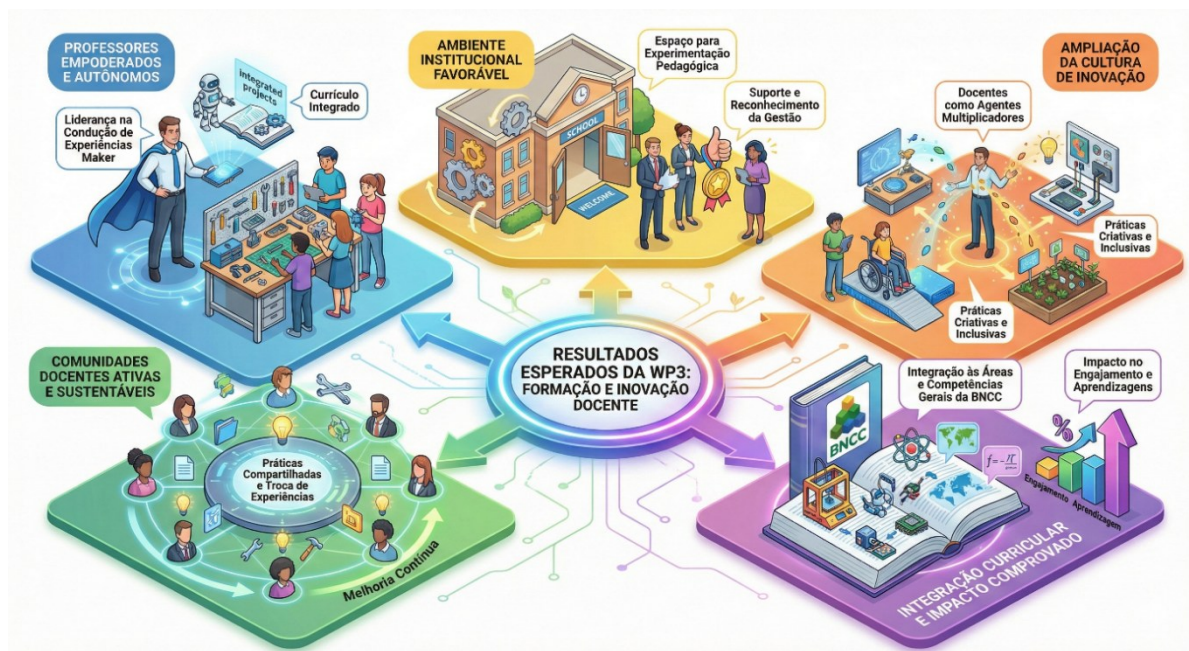
²⁰ MEC (Ministério da Educação)

²¹ CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)

- Integração das práticas *Maker* às áreas curriculares e às competências gerais da BNCC, com impacto comprovado no engajamento e nas aprendizagens dos estudantes.

A Figura 48 apresenta a síntese dos resultados esperados.

Figura 48: Resultados esperados do WP3



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

O WP3 reconhece o professor como ator-chave da transformação educacional, articulando formação, colaboração e inovação dentro de um mesmo eixo estratégico. Ao promover a aprendizagem contínua, o compartilhamento entre pares e o reconhecimento profissional, esta etapa assegura que os Laboratórios *Maker* se consolidem não apenas como espaços físicos de experimentação, mas como ecossistemas vivos de desenvolvimento docente e inovação pedagógica, em consonância com o *Framework* Multinível do RExLab e as diretrizes nacionais de educação digital e cultura *Maker*.

5.3.4 WP4: Estratégias Relacionadas aos Alunos (Nível Micro)

O WP4 – Estratégias Relacionadas aos Alunos representa o núcleo pedagógico e vivencial da implementação dos Laboratórios *Maker* (LM). Inserida no nível micro do *Framework*, esta etapa visa transformar o estudante em protagonista

da própria aprendizagem, promovendo engajamento ativo na resolução de problemas reais, na experimentação e na criação coletiva de soluções inovadoras (Tabarés e Boni, 2023; Sturmer e Mauricio, 2021; Lo, 2024; Gonzaga, 2022).

Enquanto o WP3 trata da formação e do empoderamento docente, o WP4 se materializa na experiência concreta dos alunos, onde o “aprender fazendo” se torna método, linguagem e cultura. Essa dimensão busca consolidar práticas pedagógicas alinhadas às competências gerais da BNCC (Brasil, 2018) e às diretrizes do Anexo de Computação (Brasil, 2022), fortalecendo o desenvolvimento de autonomia, criatividade, empatia e pensamento crítico.

5.3.4.1 *Promoção do Protagonismo Discente*

O principal objetivo do WP4 é estimular o protagonismo discente por meio de experiências de aprendizagem baseadas em desafios, problemas e projetos interdisciplinares. Nos Laboratórios *Maker*, o aluno assume papel ativo: investiga, experimenta, cria e compartilha, articulando teoria e prática de modo significativo. Os alunos usam a curiosidade e o interesse em determinado assunto para se engajarem no aprendizado (Salisbury e Nichols, 2020). Em outras palavras, a curiosidade é o combustível, e o fazer é o motor que leva o aluno ao domínio do conhecimento.

As ações previstas incluem:

- **Projetos Interdisciplinares *Maker*:** atividades integradas entre Ciências, Matemática, Artes, Tecnologia e Engenharia (abordagem STEAM), que culminam em protótipos, experimentos ou soluções tangíveis para desafios do cotidiano escolar;
- **Desafios e *Hackathons* Educacionais:** eventos internos ou interescolares em que equipes de estudantes desenvolvem, em tempo limitado, soluções inovadoras para problemas sociais, ambientais ou tecnológicos;
- **Feiras *Maker* e Mostras de Inovação:** eventos anuais para exposição dos projetos, com bancas avaliadoras formadas por professores, pais e comunidade, estimulando a comunicação científica e o reconhecimento público dos estudantes.

Essas ações estão alinhadas com os sete princípios de aprender fazendo apresentados por Joksimovic e Starčević (2025) que buscam uma aprendizagem

profunda e engajadora. A relação das ações com os princípios apresentados no estudo da arte no item 2.3.2, é apresentada no Quadro 10.

Quadro 10 – Relações entre as ações e princípios *Maker*.

Ação	Princípio atendido	Como se manifesta
Projetos Interdisciplinares <i>Maker</i>	Problemas da Vida Real e Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)	Os projetos partem de desafios do cotidiano escolar ou social, fornecendo o contexto autêntico e a motivação intrínseca para que os alunos busquem a solução tangível (o protótipo ou experimento).
	Transdisciplinaridade	A abordagem STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) rompe as fronteiras disciplinares. O aluno usa matemática para calcular, Engenharia para construir e Arte para projetar a estética, abordando o fenômeno de forma holística.
	Pensamento Ativo	A elaboração de um protótipo é um processo iterativo. O aluno define metas, supera frustrações com falhas, busca suporte e desenvolve ativamente estratégias até chegar à solução final.
Desafios e <i>hackathons</i> Educativos	Metacognição e Mentalidade Hacker	O ambiente de tempo limitado e alta pressão do hackathon estimula a mentalidade de resolver problemas com excelência (hacking). A codificação e a estruturação de etapas tornam-se fundamentais para cumprir o prazo, exigindo alta metacognição (o aluno precisa pensar sobre como está pensando para ser rápido e eficiente).
	Aprendizagem Baseada em Erros	Dada a urgência do tempo, os erros são vistos como indicadores rápidos do que não funciona e precisam ser corrigidos imediatamente. Isso normaliza a falha como parte essencial do processo de desenvolvimento ágil.

	Comunidade de Aprendizizes	Os hackathons dependem da colaboração intensa e do compartilhamento de conhecimento entre os membros da equipe e, muitas vezes, com mentores externos. O sucesso do grupo é determinado pela capacidade de participação e colaboração.
Feiras <i>Maker</i> e mostras de inovação	Ludicidade	As mostras são eventos que celebram o trabalho e a criatividade. O ato de expor, comunicar e ser reconhecido publicamente pelos pares, pais e comunidade introduz um elemento de alegria e engajamento que reforça o valor da aprendizagem.
	Comunicação Científica e Reconhecimento	A apresentação dos projetos (o <i>pitch</i> para a banca) exige que o aluno estruture o conhecimento de forma clara, justificando suas escolhas e defendendo sua solução, promovendo a conexão final entre o que foi feito (o protótipo) e o que foi aprendido (o conteúdo).

Fonte: Elaborado pela Autora a partir de Joksimovic e Starčević (2025)

Para a implementação prática propõe-se que:

- Cada escola pode instituir o “Programa Aluno *Maker*”, no qual turmas se organizam em equipes e desenvolvem projetos anuais orientados por professores tutores;
- As temáticas podem ser conectadas aos ODS da ONU (por exemplo, energia limpa, acessibilidade, reciclagem tecnológica) ou temas de interesses pessoais;
- Um portfólio digital estudantil pode registrar todo o processo criativo, desde a concepção até a apresentação, servindo como instrumento de avaliação e autoavaliação.

A formação de equipes para o desenvolvimento de projetos voltados a temáticas conectadas a problemas reais e conectadas aos ODS é bastante enfatizada em estudos apresentados na sessão 2.3 dessa dissertação (Gonzaga, 2022; Santos, 2024; Joksimovic e Starčević, 2025; Silva, 2023). Além de corroborar para uma

educação mais sustentável, os alunos sentem-se mais conscientes dos problemas que os cercam à medida que se comprometem em buscar soluções para eles.

Essas práticas fortalecem o protagonismo juvenil e o vínculo com a escola, tornando o estudante autor e agente de transformação de seu próprio aprendizado.

5.3.4.2 *Aprendizagem Colaborativa e em Rede*

O WP4 compreende a aprendizagem como processo social e colaborativo, em que o conhecimento é construído coletivamente e o erro é valorizado como parte natural do percurso criativo. Nos LM, o foco desloca-se da execução de tarefas para a co-criação de soluções, promovendo a aprendizagem em rede, aproximando os Quatro Pilares da Educação (UNESCO) com o fazer, como mostra Stella et al. (2021) em seus resultados apresentados na sessão 1.2.

Entre as práticas sugeridas:

- Grupos heterogêneos de trabalho, que combinem diferentes idades, perfis e habilidades, favorecendo a complementaridade e a empatia;
- Dinâmicas de pares, onde alunos mais experientes atuam como tutores informais dos colegas, estimulando a cooperação e o senso de comunidade;
- Projetos comunitários, voltados à resolução de problemas reais da escola ou da comunidade — como construção de dispositivos acessíveis, hortas automatizadas, aplicativos de sustentabilidade, sensores de segurança, entre outros;

Intercâmbio digital entre escolas *maker*, por meio de plataformas colaborativas, permitindo o compartilhamento de projetos e o desenvolvimento conjunto de soluções.

Recomenda-se para a implementação prática:

- Utilização de plataformas digitais (*Google Workspace, Padlet, Scratch Studio, Tinkercad Classroom*) para promover colaboração e documentação coletiva.
- Criação de Clubes *Maker* Estudantis, autogeridos pelos alunos com apoio de um professor orientador, onde cada clube escolhe um tema de pesquisa anual.

- Parcerias com universidades e *startups* locais para mentorias, visitas técnicas e desafios conjuntos.
- Desenvolvimento de projetos em rede regional, conectando escolas de diferentes cidades, fortalecendo o ecossistema *maker* público.

Essa abordagem amplia o aprendizado técnico e socioemocional, desenvolvendo competências de empatia, comunicação, liderança e cooperação, além de fortalecer a cultura de aprendizagem entre pares.

5.3.4.3 *Ambiência e Cultura Maker*

Para além das atividades planejadas, o WP4 propõe a construção de uma Cultura *Maker* escolar, em que o erro é entendido como etapa formativa, e a experimentação é motor da aprendizagem significativa (Blikstein *et al.*, 2020).

O Laboratório *Maker* deve se consolidar como um ambiente de liberdade criativa, onde a estética, a organização e a ambientação inspiram o fazer. Essa ambiência deve convidar à curiosidade, à investigação e ao engajamento, estimulando tanto o raciocínio lógico quanto a expressão artística e o pensamento visual.

Entre as estratégias sugeridas:

- Murais de Ideias e painéis de desafios para estimular o *brainstorming* e o registro coletivo de soluções;
- Diários de bordo digitais (blogs, portfólios ou vlogs) como ferramentas de reflexão e acompanhamento do processo de aprendizagem;
- Exposições permanentes e itinerantes de protótipos, que reforcem o sentimento de pertencimento e orgulho das criações dos alunos;
- Oficinas abertas à comunidade, nas quais os estudantes se tornam mentores de crianças, pais ou membros da comunidade, promovendo a socialização do conhecimento.

Para que essas ações ocorram na prática recomenda-se:

- Cada escola pode designar um “Embaixador *Maker* Estudantil” responsável por articular a comunicação entre alunos e professores e representar o laboratório em eventos externos.

- Pode-se criar o “Dia do Erro Criativo”, uma ação pedagógica em que falhas e tentativas são celebradas e compartilhadas como parte essencial do aprendizado.
- A ambientação deve favorecer o “fazer compartilhado”, com áreas flexíveis, paredes interativas e mobiliário adaptável, integrando arte, tecnologia e sustentabilidade.

Essa Cultura *Maker* institucionaliza o aprender fazendo como prática cotidiana, tornando o laboratório não apenas um espaço físico, mas um ambiente simbólico de autoria, pertencimento e inovação social.

5.3.4.4 Resultados Esperados

A execução do WP4 deve gerar resultados concretos e transformadores, como:

- Estudantes protagonistas de sua aprendizagem, capazes de propor e executar soluções criativas e socialmente relevantes;
- Projetos interdisciplinares articulados ao currículo, ampliando a aprendizagem significativa e a integração entre áreas;
- Ambientes colaborativos e inclusivos, que favorecem a cooperação e o respeito à diversidade de estilos cognitivos e culturais;
- Desenvolvimento de competências socioemocionais, como empatia, liderança, criatividade e pensamento crítico;
- Fortalecimento da Cultura *Maker* e da inovação dentro e fora da escola, ampliando o engajamento da comunidade escolar.

A Figura 49 demonstra de forma ilustrativa o que o WP4 propõe-se alcançar.

Figura 49: Resultados esperados do WP4



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

O WP4 é o eixo que materializa a essência do Movimento *Maker* dentro das escolas públicas. Ele traduz os princípios do *Framework* Multinível do RExLab em práticas centradas no aluno, fomentando a criação, a colaboração e o pensamento crítico como pilares da educação contemporânea.

Mais do que ensinar conteúdos, esta etapa busca formar sujeitos criativos, autônomos e socialmente engajados, capazes de transformar conhecimento em ação e inovação em impacto social, consolidando os Laboratórios *Maker* como ambientes de empoderamento estudantil e inovação educacional.

5.3.5 WP5: Disseminação e Exploração de Resultados (Interníveis)

O WP5 – Disseminação e Exploração de Resultados atuam de forma transversal no *Framework*, articulando os níveis macro, meso e micro. Sua função principal é ampliar o impacto e a visibilidade das experiências desenvolvidas nos Laboratórios *Maker*, promovendo a socialização dos resultados, a difusão do conhecimento produzido e a valorização das práticas pedagógicas inovadoras.

Essa etapa garante que os aprendizados obtidos em contextos locais sejam compartilhados em rede, gerando ciclos contínuos de inspiração, aperfeiçoamento e colaboração entre escolas, universidades, órgãos públicos e a sociedade. Em

essência, o WP5 transforma os resultados do *Framework* em bens públicos educacionais, fortalecendo a cultura de inovação e a transparência institucional.

5.3.5.1 Divulgação de Experiências Exitosas

A primeira frente do WP5 consiste em sistematizar, documentar e divulgar experiências pedagógicas e tecnológicas bem-sucedidas resultantes da implementação dos LM. Essa sistematização é essencial para dar visibilidade e legitimidade científica às práticas inovadoras, favorecendo sua replicação e expansão.

A divulgação ocorre de forma articulada em diferentes níveis conforme demonstra a Figura 50.

Figura 50: Divulgação de Experiências Exitosas.



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

Um exemplo de material construído a partir de experiências *Maker*, foi o caderno “Sequências didáticas: Laboratório *Maker*”²², publicado pela Secretaria Estadual de Educação de Santa Catarina em 2022. O material é um compilado de sequências didáticas que pretendem trazer possibilidades e suporte para as

²² SANTA CATARINA. Governo do Estado. Secretaria de Estado da Educação. Sequências didáticas: laboratório *Maker* / Governo de Santa Catarina, Secretaria de Estado da Educação. - Florianópolis: Secretaria de Estado da Educação, 2022. Disponível em:

<https://sites.google.com/sed.sc.gov.br/tecnologiaseducacionaissc/biblioteca/publica%C3%A7%C3%B5es-sed?authuser=0>.

atividades *maker* que possam ser realizadas com os materiais disponibilizados nos LM instalados em Santa Catarina. Embora a iniciativa tenha sido ótima, não houve continuidade, sendo o único caderno publicado até o momento.

Como estratégias para a implementação prática sugere-se:

- Criação de uma identidade visual única para o programa (marca “*MakerEdu*” ou similar), fortalecendo a comunicação pública e a coesão entre as ações.
- Produção de boletins semestrais digitais, reunindo relatos de experiências, dados de impacto e depoimentos de professores e estudantes.
- Formação de equipes de comunicação *maker* compostas por alunos, responsáveis por registrar fotos, vídeos e narrativas das atividades.

Essas estratégias ampliam o reconhecimento de professores e estudantes como produtores de conhecimento, transformando o espaço escolar em um laboratório vivo de inovação social e tecnológica.

5.3.5.2. *Eventos Científicos e Mostras Maker*

Outro componente essencial do WP5 é a promoção de eventos de disseminação científica, cultural e comunitária, que funcionam como espaços de troca, valorização e formação.

Entre as principais ações estão:

- Feiras *Maker* Municipais e Estaduais: apresentações públicas dos projetos estudantis, com bancas avaliadoras formadas por docentes, empreendedores e pesquisadores;
- Simpósios e Congressos de Inovação Educacional: encontros interinstitucionais que reúnem professores, gestores e universidades para debater metodologias e impactos dos LM;
- Semanas de Inovação e Tecnologia nas Escolas: eventos integradores com oficinas, exposições e palestras voltadas à comunidade escolar;
- *Hackathons* Educacionais e Desafios de Impacto Social: competições colaborativas voltadas à resolução de problemas locais, estimulando o empreendedorismo juvenil e a cidadania ativa.

A implementação prática pode ser visualizada de forma sintetizada na Figura 51.

Figura 51: Implementação Prática Eventos Científicos e Mostras *Maker*



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

A FECITEC²³ (Feira Estadual de Ciência e Tecnologia) realizada em Santa Catarina, é um exemplo de iniciativa que busca estimular o interesse e o desenvolvimento do pensamento científico, tecnológico e investigativo nos estudantes da Educação Básica pública, é apenas um entre tantos outros exemplos pelo Brasil.

Essas ações consolidam os LM como centros irradiadores de cultura científica e tecnológica, despertando o interesse dos alunos por carreiras STEM/STEAM e promovendo divulgação científica de base escolar.

5.3.5.3. Repositórios Abertos de Boas Práticas

Inspirado nos princípios dos Recursos Educacionais Abertos (REA) e da ciência aberta, o WP5 propõe a criação de repositórios digitais abertos que centralizem, preservem e compartilhem as produções pedagógicas, científicas e tecnológicas desenvolvidas nos LM.

²³

<https://www.sed.sc.gov.br/educacao-de-sc-premia-equipes-destaque-no-encerramento-da-xvii-feira-estadual-de-ciencia-e-tecnologia/>

Esses repositórios funcionam como bibliotecas vivas da Cultura *Maker*, fomentando o reuso e a replicabilidade das práticas educacionais.

As diretrizes para o desenvolvimento dos repositórios incluem:

- Utilização de licenças abertas (*Creative Commons*), assegurando livre acesso, atribuição e remixagem dos materiais;
- Organização por eixos temáticos e níveis de ensino, facilitando a busca e o intercâmbio entre professores;
- Integração com plataformas públicas e internacionais, como o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE²⁴) e a *Open Education Global* (OEG²⁵);
- Inclusão de formatos multimídia — textos, vídeos, modelos 3D, tutoriais e planos de aula interativos.

Para a implementação prática propõe-se:

- Criação de um Portal *Maker* da Rede com interface simples e categorização intuitiva;

O Portal *Maker* da Rede é o ponto de acesso central para a comunidade. Seu principal objetivo é facilitar a busca e o compartilhamento de projetos, planos de aula e experiências bem-sucedidas dos Laboratórios *Maker*. A interface simples garante que professores e alunos, mesmo com pouca familiaridade com repositórios digitais, possam navegar e contribuir sem dificuldades. Já a categorização intuitiva envolve a organização clara dos conteúdos. Essa categorização pode ser organizada por nível de ensino, componente curricular, tecnologia utilizada (Arduino, robótica, impressão 3D, etc.), ou competência do século XXI que desenvolve (pensamento crítico, criatividade). A boa categorização é vital para que o professor encontre rapidamente o REA que se encaixa em sua aula.

- Definição de curadores pedagógicos (professores formadores) responsáveis pela validação e indexação das práticas;

A curadoria é o mecanismo de controle de qualidade e alinhamento pedagógico do conteúdo do portal. Os curadores (professores experientes e

²⁴ Um repositório digital mantido pelo MEC (Ministério da Educação), que reúne milhares de Recursos Educacionais Digitais (REDs) de diversas fontes, incluindo materiais licenciados por instituições parceiras.

²⁵ Rede global de instituições e indivíduos que apoiam e promovem a educação aberta (Open Education)

formadores) revisam os materiais submetidos pela rede, garantindo que os projetos sejam pedagogicamente relevantes, exequíveis e estejam em conformidade com as diretrizes curriculares (como a BNCC). Eles também são responsáveis por atribuir as palavras-chave e metadados corretos aos projetos. Isso torna a busca mais eficiente e padronizada, permitindo a correta catalogação dos recursos no sistema.

- Adoção de protocolos de metadados (OAI-PMH - *Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting* - Protocolo da Iniciativa de Arquivos Abertos para Coleta de Metadados) para garantir interoperabilidade e integração com sistemas educacionais nacionais.

O OAI-PMH é um protocolo técnico padrão internacional que permite que diferentes repositórios de conteúdo troquem informações sobre seus acervos (metadados) (Lagoze *et al.*, 2002). Segundo Lagoze e Van de Sompel (2001), este protocolo estabelece um padrão internacional de baixa barreira para a coleta automática de metadados, permitindo que diferentes sistemas troquem informações de forma estruturada.

No contexto brasileiro, Sayão (2010) destaca que o OAI-PMH é o pilar fundamental da arquitetura de informação científica, sendo adotado pelo IBICT²⁶ para integrar as bibliotecas digitais do país. A utilização deste padrão no Laboratório *Maker* garante que os objetos de aprendizagem e projetos desenvolvidos não fiquem isolados na escola, mas possam ser indexados e recuperados por redes maiores de ensino, conforme preconizam os princípios de Recursos Educacionais Abertos

Além disso, assegura que o Portal possa se integrar eficientemente com a infraestrutura de tecnologia educacional pública brasileira, maximizando a utilidade e o alcance dos recursos criados pelos professores da rede. É um passo técnico crucial para transformar o portal em um Recurso Educacional Aberto (REA) de impacto nacional.

Esses repositórios garantem que o conhecimento produzido transcenda as fronteiras da escola, contribuindo para uma inteligência coletiva da educação pública. Em suma, a integração com essas plataformas visa assegurar que o LM não dependa apenas de recursos internos, mas sim de um ecossistema robusto de conteúdo aberto e alinhamento institucional.

²⁶ Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.

5.3.5.4 Exploração e Ampliação de Impacto

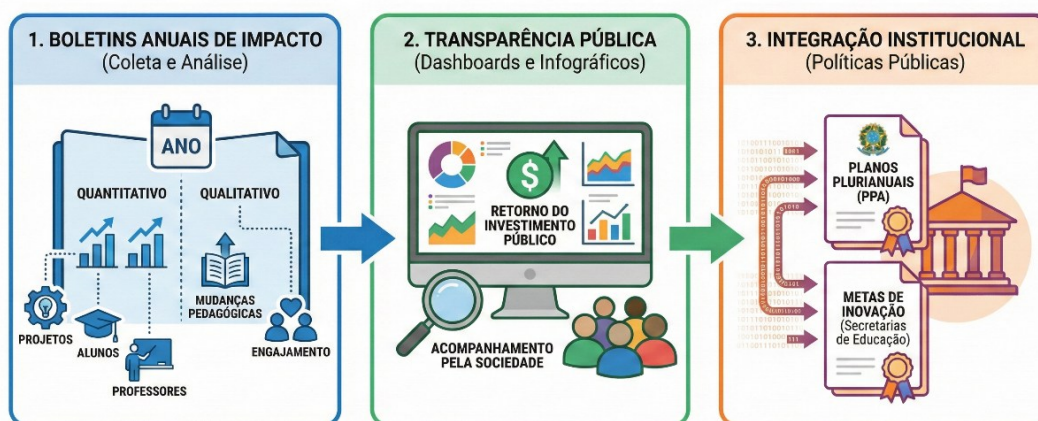
O WP5 também contempla a exploração ativa dos resultados, transformando o conhecimento produzido em insumo estratégico para novas políticas, práticas e pesquisas.

Entre as ações prioritárias:

- Elaboração de guias de implementação baseados em evidências, sistematizando aprendizados dos WP1 a WP4;
- Incorporação das práticas bem-sucedidas em planos estratégicos de inovação das redes de ensino;
- Difusão das Metodologias *Maker* por meio de programas de formação docente, especialmente nos cursos de licenciatura e pedagogia;
- Parcerias com agências de fomento (CNPq, FAPESC, CAPES) para financiar novos ciclos de inovação educacional;
- Uso dos dados e indicadores coletados pelos painéis de monitoramento (WP1) e pelas avaliações (WP6) para ajuste contínuo e políticas baseadas em evidências.

A Figura 52 apresenta o proposto implementando na prática as ações apresentadas.

Figura 52: Implementação Prática- Exploração e Ampliação de Impacto



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

5.3.5.5. Resultados Esperados

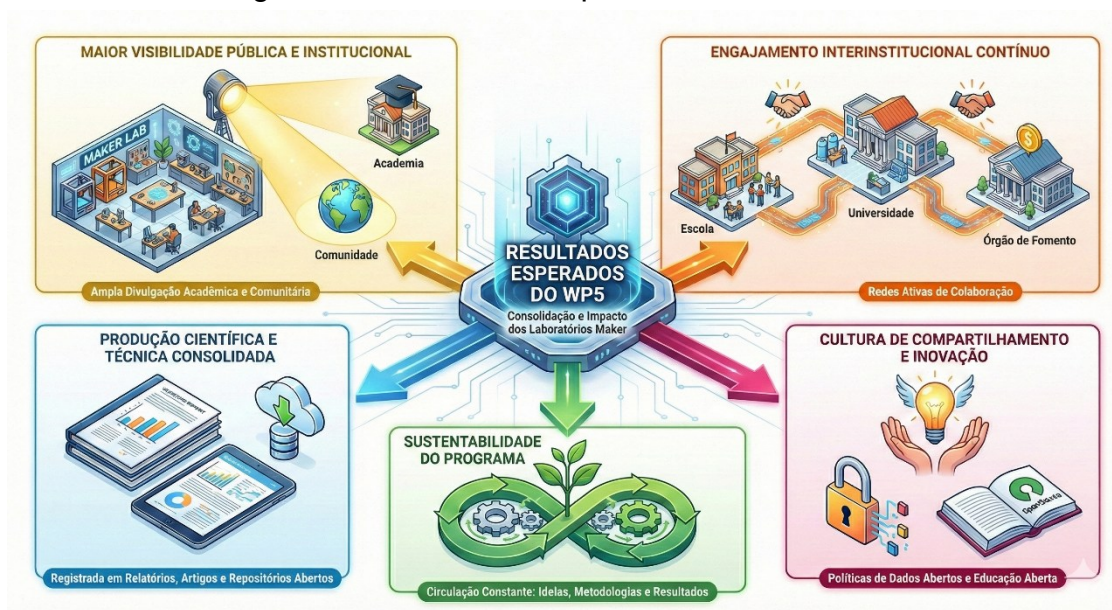
Ao final da execução do WP5, espera-se alcançar:

- Maior visibilidade pública e institucional dos Laboratórios *Maker*, com ampla divulgação em meios acadêmicos e comunitários;

- Produção científica e técnica consolidada, registrada em relatórios, artigos e repositórios abertos;
- Engajamento interinstitucional contínuo, com redes ativas de colaboração entre escolas, universidades e órgãos de fomento;
- Cultura de compartilhamento e inovação, sustentada por políticas de dados abertos e educação aberta;
- Sustentabilidade do programa, garantida pela circulação constante de ideias, metodologias e resultados.

A Figura 53 demonstra de forma resumida os resultados esperados.

Figura 53: Resultados esperados do WP5



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

O WP5 constitui o elo de retroalimentação e expansão do *Framework* aplicado, garantindo que o conhecimento produzido nos Laboratórios *Maker* circule, inspire e transforme outros contextos educacionais.

Ao promover divulgação científica, colaboração interinstitucional e reconhecimento público das práticas, este eixo fortalece a dimensão social, científica e formativa da inovação educacional, consolidando os LM como instrumentos de transformação coletiva e expressão viva do *Framework* Multinível do RExLab.

5.3.6 WP6: Estratégias de Avaliação (Interníveis)

O WP6 – Estratégias de Avaliação constitui o mecanismo de retroalimentação contínua do *Framework* Multinível do RExLab. Seu propósito é monitorar, avaliar e

aprimorar a implementação dos Laboratórios *Maker* em seus diferentes níveis — macro (políticas e gestão pública), meso (instituições e redes de ensino) e micro (escolas e práticas pedagógicas).

Mais do que medir resultados, o WP6 busca compreender processos, identificando fatores de sucesso, gargalos e oportunidades de melhoria. A avaliação aqui é entendida como um ato formativo, participativo e reflexivo (Hoffmann, 1993; Luckesi, 2011), que transforma dados em conhecimento e conhecimento em ação.

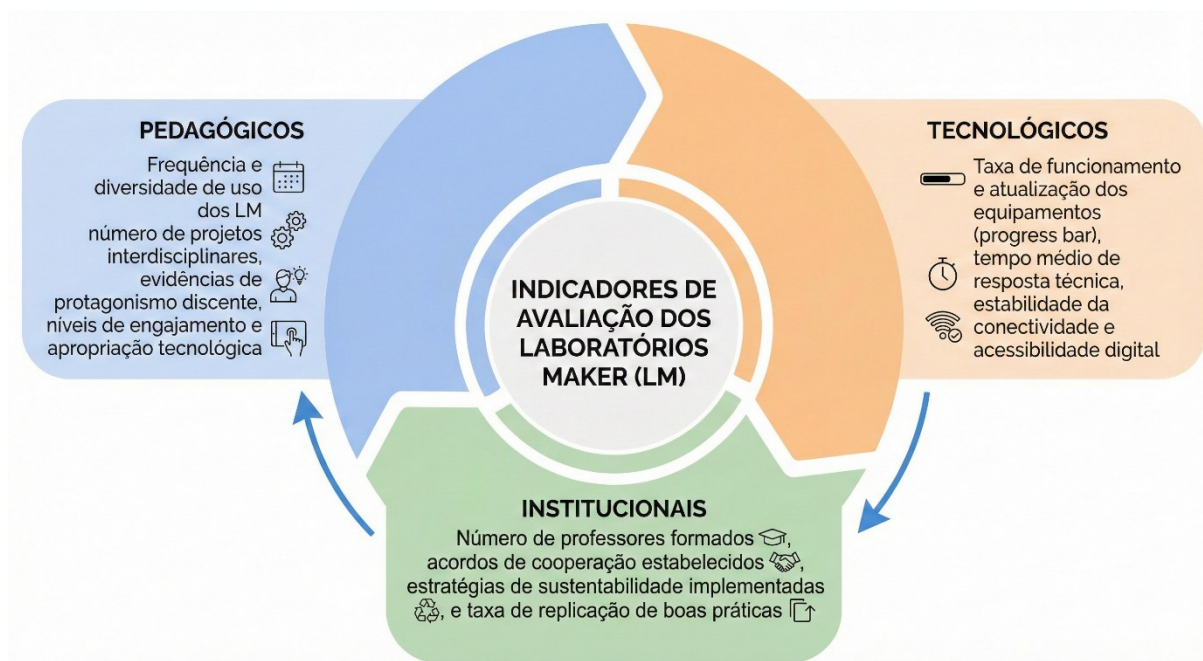
5.3.6.1 Monitoramento de Desempenho

O monitoramento é realizado de forma cíclica, participativa e interinstitucional, envolvendo gestores, professores, pesquisadores e estudantes.

São definidos indicadores de desempenho (KPIs) alinhados aos objetivos estratégicos do projeto, permitindo o acompanhamento da eficácia, eficiência e sustentabilidade das ações.

Segue as categorias de indicadores, conforme Figura 54.

Figura 54: Indicadores de Desempenho dos LM



Fonte: Da Autora (2025)

Para a implementação prática sugere-se a:

- Criação de um Painel de Monitoramento e Indicadores (*Dashboard Maker*), que consolida dados em tempo real a partir de formulários, *checklists* e registros de uso.

- Adoção de planilhas de acompanhamento automatizadas, conectadas a sistemas de gestão escolar (como SIGEdu²⁷, SEI²⁸ ou planilhas Google integradas).
- Realização de reuniões trimestrais de acompanhamento, nas quais gestores e formadores analisam dados e definem planos de ação corretiva.
- Utilização de ferramentas como Power BI, Google Data Studio ou Metabase para visualização e cruzamento de dados.

Esse monitoramento contínuo permite decisões baseadas em evidências, fortalecendo a governança e a transparência do programa.

5.3.6.2 Aplicação de Questionários Diagnósticos

O WP6 prevê a aplicação de instrumentos avaliativos padronizados e contextuais, desenhados para captar tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos.

O Quadro 11 abaixo descreve os tipos de instrumentos.

Quadro 11: Tipos de instrumentos

Tipos de instrumentos	
Questionário diagnóstico inicial	• Identifica o ponto de partida da escola, o perfil dos professores e o nível de familiaridade dos alunos com tecnologias e metodologias <i>Maker</i>;
Questionário de acompanhamento	• Aplicado durante o processo de implementação, mede o progresso percebido, identifica desafios e coleta percepções de satisfação;
Questionário de impacto	• Aplicado após pelo menos um ciclo letivo de uso dos LM, avalia transformações nas práticas pedagógicas, na aprendizagem e na cultura escolar.

Fonte: Da Autora (2025)

²⁷ É uma sigla genérica que significa Sistema Integrado de Gestão Educacional. Refere-se a qualquer sistema informatizado que centraliza dados de alunos, professores, turmas, notas, frequência e currículo de uma rede de ensino.

²⁸ Significa Sistema Eletrônico de Informações. É um sistema de gestão de documentos e processos arquivísticos que diversos órgãos da administração pública federal, estadual e municipal utilizam.

Para a implementação prática dos questionários diagnósticos propõe-se a:

- Utilização de plataformas como *Google Forms*, *LimeSurvey* ou *Qualtrics*, integradas ao painel de monitoramento.

Essas ferramentas permitem a aplicação em massa, a coleta de dados em tempo real e, crucialmente, a integração automática dos resultados com o painel de monitoramento da gestão. Isso elimina a digitação manual de dados (reduzindo erros) e permite que os gestores tenham acesso imediato a gráficos e *dashboards* para a tomada de decisão rápida.

- Adaptação dos questionários para diferentes públicos (gestores, professores e estudantes) com linguagem acessível e foco em evidências práticas.

O mesmo questionário não pode ser aplicado a todos. É necessário criar versões distintas do diagnóstico, acompanhamento e impacto para: Gestores: Focando em aspectos institucionais e de recursos (eficiência na gestão de ativos, adequação orçamentária). Professores: Focando na prática pedagógica (frequência de uso do LM, facilidade em integrar o currículo, necessidade de formação). Estudantes: Focando na aprendizagem e satisfação (engajamento, desenvolvimento de competências, percepção de facilidade/dificuldade).

- Inclusão de itens abertos para capturar percepções subjetivas e narrativas de transformação.

Embora as perguntas fechadas (múltipla escolha, escala Likert) forneçam dados quantitativos para a análise estatística, é essencial incluir perguntas abertas no final de cada seção (Ex: "Qual foi o maior desafio que você enfrentou no LM neste ciclo letivo e como o resolveu?"). Esse tipo de perguntas abertas revelam o contexto, as narrativas de transformação e as percepções subjetivas que os números sozinhos não conseguem captar.

- Triangulação dos dados com observações de campo, portfólios digitais e registros audiovisuais, compondo um panorama holístico da inovação pedagógica.

Triangulação é uma técnica metodológica onde os resultados de um instrumento (o questionário) são validados e aprofundados com os resultados de outros instrumentos (observações, portfólios). Essa estratégia alinha-se ao que propõe Creswell (2010), argumentando que a integração de dados quantitativos e qualitativos fornece uma compreensão mais profunda do problema do que qualquer

uma das abordagens isoladamente. Se o questionário mostra que os professores relatam alta satisfação, mas as observações de campo e os registros audiovisuais mostram baixo engajamento dos alunos ou projetos incompletos, isso indica uma discrepância que precisa ser investigada. Essa abordagem holística fornece uma visão mais confiável do real impacto do LM.

Esses instrumentos criam um termômetro dinâmico da implementação, permitindo ajustar estratégias e antecipar riscos.

5.3.6.3 *Elaboração de Relatórios e Indicadores de Impacto*

A partir dos dados coletados, são elaborados relatórios analíticos em múltiplos níveis, garantindo que a informação circule e sustente decisões estratégicas.

Tipos de relatórios:

- Relatórios escolares (micro): descrevem práticas pedagógicas, projetos desenvolvidos e evidências de aprendizagem ativa;
- Relatórios institucionais (meso): consolidam dados de desempenho das escolas e comparativos regionais;
- Relatórios estratégicos (macro): sintetizam evidências para orientar políticas públicas e captação de recursos.
- Indicadores de impacto sugeridos:
 - Aumento do número médio de projetos *Maker* por turma;
 - Crescimento na participação estudantil e nas práticas interdisciplinares;
 - Melhoria nas competências digitais e criativas (conforme BNCC);
 - Redução da ociosidade de equipamentos e aumento do uso pedagógico;
 - Expansão das redes colaborativas entre escolas;
 - Adoção de práticas de avaliação formativa e autoavaliação docente.

Ao implementar na prática os relatórios e indicadores de impacto é importante pensar:

- Uso de rubricas de avaliação (Blikstein e Valente, 2019; Clapp *et al.*, 2017) qualitativa para mensurar engajamento e aprendizagem *maker* (ex.: “Iniciativa”, “Colaboração”, “Autonomia”, “Prototipagem”, “Reflexão”),

- Apresentação dos resultados em painéis de evidências durante encontros de gestores e feiras regionais.
- Criação de um Observatório de Inovação Educacional, vinculado a universidades parceiras, para análise longitudinal de dados e publicações científicas.

5.3.6.4 *Ciclo de Retroalimentação e Aprendizado Contínuo*

A avaliação é concebida como processo formativo e contínuo, alimentando um ciclo de planejamento → execução → avaliação → replanejamento.

As seguintes ações para a implementação prática são sugeridas:

- Realização de reuniões de devolutiva após cada ciclo avaliativo, envolvendo gestores, professores e estudantes;

Após a coleta e análise dos dados de desempenho (avaliação dos alunos, uso dos equipamentos, engajamento, etc.), são realizadas reuniões específicas para apresentar e discutir os resultados com as pessoas diretamente afetadas (gestores, professores e estudantes). A devolutiva cria um fórum de discussão onde os participantes entendem por que os resultados foram obtidos e como eles se sentem em relação a esses resultados. Isso gera um senso de propriedade coletiva sobre os dados e sobre o processo de melhoria.

- Criação de planos de melhoria local a partir das evidências coletadas;

Com base nos insights e nas conclusões tiradas nas reuniões de devolutiva, cada LM ou grupo deve elaborar um documento formal que detalha as ações corretivas específicas para o próximo ciclo. Se a avaliação mostrou que a resolução de problemas é fraca, o plano de melhoria local pode incluir a introdução de novos desafios de impacto social. Se a manutenção for um problema, o plano pode focar na intensificação da "Brigada Técnica". O plano deve ter metas claras, responsáveis e prazos para que as ações sejam rastreáveis e cobráveis.

- Inserção de momentos reflexivos nas formações docentes (WP3), em que professores analisam seus próprios dados e reformulam práticas;

Esses momentos são de extrema importância para o bom andamento das atividades *maker*. Analisando seus próprios dados de desempenho (Ex: dados de engajamento da turma, tipo de erro mais comum dos alunos nos projetos, o que

funcionou bem na última atividade *maker*), ajudam o professor a sair do papel passivo de receber informação e assume o papel de pesquisador da própria prática. Ele pode então reformular suas estratégias, ajustar práticas pedagógicas e escolher tecnologias mais adequadas para o próximo projeto, garantindo o aprendizado contínuo dos alunos.

- Publicação de “relatórios de lições aprendidas”, sistematizando erros, soluções e recomendações para novos ciclos.

Esses relatórios se tornam um manual de boas práticas e de prevenção de falhas para os LM que estão sendo implementados (expansão), oferecendo recomendações concretas para os novos ciclos de planejamento.

Esse processo fortalece a inteligência organizacional das redes públicas e promove aprendizagem institucional compartilhada, garantindo que a avaliação sirva como instrumento de aprimoramento e não apenas de controle.

5.3.6.5 Resultados Esperados

Ao término do WP6, espera-se alcançar:

- Sistema de monitoramento integrado e contínuo, com dados em tempo real e relatórios periódicos;
- Indicadores de impacto claros e comparáveis, vinculados às metas da política pública e aos ODS da ONU;
- Base de dados sólida e aberta, subsidiando novas pesquisas e políticas de inovação educacional;
- Cultura avaliativa colaborativa, com participação ativa de todos os atores do ecossistema escolar;
- Aprimoramento permanente dos Laboratórios *Maker*, com práticas baseadas em evidências e foco em sustentabilidade.

A Figura 55 resume as ideias acima.

Figura 55: Resultados esperados do WP6



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

O WP6 consolida a dimensão avaliativa do *Framework* Multinível do RExLab, promovendo uma gestão orientada por dados e aprendizado coletivo.

Mais do que verificar resultados, esta etapa fomenta uma inteligência avaliativa, em que os Laboratórios *Maker* são continuamente aperfeiçoados por meio de evidências, reflexões e inovação pedagógica.

Assim, a avaliação torna-se o elo entre a prática e a política pública, assegurando que os LM não sejam apenas implementados, mas se consolidem como estruturas permanentes de transformação educacional, social e tecnológica.

5.3.7 WP7: Estratégias de Sustentabilidade (Interníveis)

O WP7 – Estratégias de Sustentabilidade constitui o pilar de permanência e consolidação do *Framework* aplicado, garantindo que os Laboratórios *Maker* se transformem em estruturas permanentes de inovação educacional, e não em iniciativas pontuais ou dependentes de ciclos de financiamento.

De natureza interníveis, esta etapa articula dimensões pedagógicas, técnicas, administrativas e financeiras, assegurando que o investimento inicial produza impactos contínuos, replicáveis e escaláveis no tempo. A sustentabilidade é aqui

compreendida como uma prática viva e sistêmica — um equilíbrio entre continuidade operacional, renovação pedagógica e corresponsabilidade institucional.

5.3.7.1 *Planejamento de Manutenção e Atualização Tecnológica*

A sustentabilidade técnica é um dos desafios mais críticos na implementação de LM. O WP7 propõe, portanto, a criação de um Plano Integrado de Manutenção e Atualização Tecnológica (PIMAT), elaborado colaborativamente entre gestores, técnicos e professores.

Componentes principais do plano:

- Cronograma de manutenção preventiva e corretiva, com periodicidade semestral ou anual;
- Capacitação técnica básica de servidores e docentes para resolver pequenos problemas e calibrar equipamentos;
- Gestão de insumos e controle de estoque digitalizado, com previsão orçamentária anual para reposição de materiais;
- Monitoramento do ciclo de vida dos equipamentos, com indicadores de desgaste, obsolescência e custo-benefício de atualização;
- Criação de manuais operacionais e tutoriais internos, elaborados pelos próprios professores e alunos, assegurando retenção do conhecimento técnico e autonomia local.

Portanto, a manutenção requer um planejamento e acompanhamento contínuo para que não haja prejuízos na utilização dos equipamentos disponíveis do LM. A compra dos equipamentos é o primeiro passo, porém se não houver um acompanhamento claro e contínuo, não haverá sustentabilidade nas atividades do LM.

Para a implementação na prática sugere-se:

- Utilização de sistemas simples de gestão de ativos (como planilhas Google, *Airtable* ou softwares livres como *Snipe-IT*) para registrar o estado e o histórico de manutenção de cada equipamento;

Essa prática implica em criar um inventário digitalizado e centralizado de todos os equipamentos do LM (impressoras 3D, kits de robótica, ferramentas, etc.). A utilização de ferramentas acessíveis, como as citadas, ajuda a registrar informações cruciais, como: número de série, data da compra, localização, histórico de falhas e

datas das últimas manutenções. Isso permite que gestores e técnicos tenham uma visão clara do ciclo de vida útil de cada ativo, facilitando o planejamento de reposição e reparos.

- Formação de “brigadas técnicas escolares”, compostas por professores e alunos monitores responsáveis por pequenos reparos e pela organização do espaço;

Os membros da brigada são treinados para realizar pequenos reparos simples (troca de fusíveis, substituição de cabos, limpeza, calibração de impressoras) e manter a organização do espaço. Isso reduz a dependência de técnicos externos para problemas triviais, agiliza a volta dos equipamentos ao uso e, fundamentalmente, transforma o reparo em uma atividade prática e educativa para os alunos.

- Criação de planilhas de rastreamento de uso de equipamentos, permitindo priorizar reposição conforme demanda real;

Essa prática vai além do simples inventário. Implica registrar quem usou o quê, quando e por quanto tempo. Por exemplo, quantas horas a impressora 3D trabalhou no último mês. Ao correlacionar o histórico de uso (coletado nas planilhas de rastreamento) com o histórico de falhas (do sistema de gestão de ativos), os gestores podem repor primeiro os equipamentos que são mais usados (demanda real) e que estão no fim da vida útil. Ademais, dessa forma é possível descobrir se um equipamento está sendo subutilizado ou sobrecarregado, ajudando a redistribuir o uso ou a orientar a compra de itens adicionais.

- Adoção de componentes padronizados e intercambiáveis, facilitando consertos e reduzindo dependência de fornecedores únicos.

Essas ações favorecem a autonomia operacional e diminuem a vulnerabilidade dos LM à rotatividade de equipes ou à limitação orçamentária.

5.3.7.2 Parcerias Público-Privadas e Redes de Colaboração

A sustentabilidade institucional requer alianças estratégicas e diversificação de fontes de apoio. O WP7 incentiva a criação de redes colaborativas e parcerias público-privadas (PPPs) voltadas à manutenção, inovação e disseminação das práticas *maker*.

Tipos de parcerias possíveis:

- Empresas de tecnologia e indústria 4.0: apoio técnico, doações de equipamentos e mentorias;
- Universidades e institutos federais: cooperação em pesquisa aplicada, estágios e programas de extensão voltados à inovação educacional;
- Organizações da sociedade civil e fundações: fomento a projetos de impacto social e eventos *maker* comunitários;
- Secretarias e autarquias públicas: integração com políticas de educação, ciência e tecnologia, incluindo editais de fomento estadual e federal.

As parcerias e Público-Privadas e Redes de Colaboração são implementadas na prática a partir da:

- Criação de um “Fórum Regional de Sustentabilidade *Maker*”, com representantes de escolas, universidades, empresas e órgãos públicos;

Esta ação visa criar um mecanismo permanente de diálogo e coordenação entre todos os *stakeholders* interessados no sucesso dos Laboratórios *Maker* na região. Pode-se estruturar encontros periódicos a fim de atuar como um conselho consultivo e de articulação. Permite o compartilhamento de desafios e a busca conjunta de soluções.

- Formalização de Acordos de Cooperação Técnica (ACTs) e memorandos de entendimento (MoUs) com instituições parceiras;

Esta é a ação de formalizar as parcerias para garantir compromissos claros e duradouros. Os ACTs e MoUs são documentos legais que definem os termos e responsabilidades de uma colaboração não financeira. Os ACTs podem ser usados para formalizar a parceria com uma universidade para a cessão de professores e alunos de Engenharia para mentorias e manutenção, ou com uma empresa que fornecerá treinamento técnico, por exemplo. Já os MoUs são mais flexíveis e definem a intenção mútua de colaboração futura. Ambos os termos têm a finalidade de tornar o apoio externo um compromisso formal, e não apenas uma doação pontual, o que é crucial para a sustentabilidade de longo prazo.

- Realização de campanhas de arrecadação colaborativa (*crowdfunding* educacional) e programas de voluntariado técnico;

Esta ação busca a diversificação das fontes de recursos e o engajamento da comunidade. A utilização de plataformas de financiamento coletivo (*crowdfunding*) para arrecadar pequenas quantias de um grande número de doadores (pessoas

físicas ou empresas) para um projeto específico vai além da arrecadação financeira, podendo gerar visibilidade e senso de pertencimento

- Inserção dos LM em mapas e ecossistemas locais de inovação, como parques tecnológicos, *hubs de startups* e centros de pesquisa.

A inserção dos Laboratórios *Maker* (LM) em mapas e ecossistemas locais de inovação é um processo que envolve visibilidade estratégica, comunicação e proatividade. O objetivo é fazer com que os agentes externos de inovação (empresas, universidades, *startups*) reconheçam o LM não apenas como uma sala de aula, mas como um ambiente de pesquisa e desenvolvimento em potencial. Assim, é necessário primeiro o mapeamento e identificação de parceiros. Uma vez identificados os parceiros, é preciso apresentar o LM de forma profissional, seja por meio de portfólios *maker*, visitas institucionais ou participação em eventos como semanas de inovação da cidade, Feiras de Negócios e congressos acadêmicos.

Essas redes fortalecem o ecossistema *maker* como comunidade de prática interinstitucional, estimulando o compartilhamento de recursos, mentorias e desafios conjuntos entre escolas públicas e parceiros externos.

5.3.7.3 Políticas de Continuidade e Expansão

Para que os LM sejam sustentáveis a longo prazo, é necessário que estejam formalmente incorporados às políticas públicas de educação e aos planos estratégicos institucionais.

Ações recomendadas:

- Inserção dos LM nos Planos Municipais e Estaduais de Educação, assegurando reconhecimento legal e continuidade entre gestões;
- Criação de linhas orçamentárias fixas destinadas à manutenção e expansão dos laboratórios;
- Institucionalização de programas de formação continuada em metodologias *maker* (em articulação com o WP3);
- Utilização dos dados avaliativos do WP6 para demonstrar resultados e embasar políticas de ampliação;
- Criação de Planos Diretores de Expansão *Maker*, com metas plurianuais (ex.: “10 novos laboratórios por ano até 2030”).

A Figura 56 demonstra a implementação na prática:

Figura 56: Implementação na prática- Políticas de Continuidade e Expansão



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

Inserir os LM no PPA significa que a expansão e manutenção dos laboratórios se tornam um compromisso legal para a gestão em vigor e a próxima. É no PPA que as metas de expansão (ex.: "Implantar 40 novos LM") e as linhas orçamentárias de manutenção são formalizadas. A inclusão nos relatórios de gestão anuais também obriga a Secretaria a prestar contas sobre o programa, garantindo transparência, além de possibilitar a utilização dos dados de avaliação para justificar a alocação de recursos contínuos.

Integrar os LM ao PEC assegura que a infraestrutura de internet e os recursos de conectividade cheguem aos laboratórios, facilitando o uso de recursos digitais e o acesso a plataformas como o BIOE. Já a integração dos LM ao programa Novos Caminhos permite acesso a financiamento e programas voltados à compra de equipamentos mais sofisticados e ao desenvolvimento de currículos *maker* alinhados às demandas técnicas do mercado. Enquanto os Centros de Inovação Educacional permitem compartilhamento de metodologias e a formação de professores em larga escala, garantindo a sustentabilidade pedagógica e o *networking* institucional.

A criação de um Observatório de Educação *Maker* garante o monitoramento especializado e a validação científica do programa. A estruturação de um grupo de trabalho dedicada exclusivamente a coletar, analisar e divulgar dados sobre a

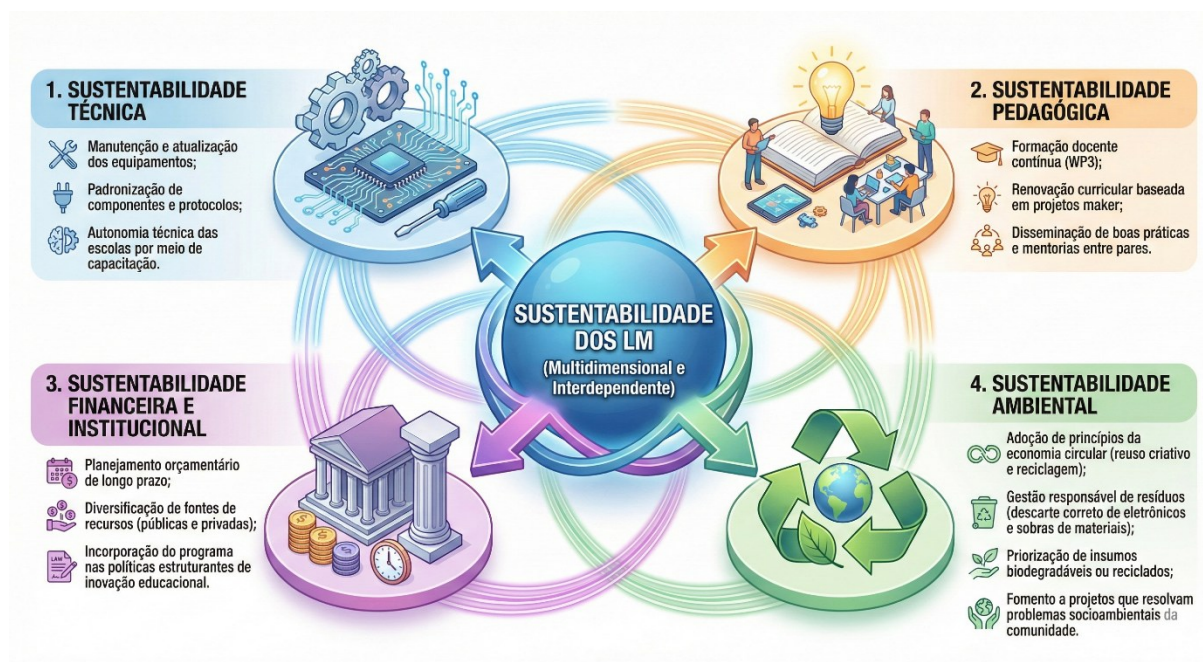
expansão, o uso e os resultados dos LM na rede de ensino, é importante para rastrear o cumprimento das metas do PPA. Os dados avaliativos (do WP6) são utilizados para medir a real contribuição dos LM no desenvolvimento de competências (criatividade, pensamento crítico) e no engajamento de alunos. Esses relatórios também ajudam a justificar a continuidade e a ampliação do investimento no programa.

Essas medidas consolidam os LM como infraestruturas educacionais permanentes, equiparadas a bibliotecas e laboratórios de ciências, garantindo longevidade e previsibilidade institucional. O objetivo é garantir que a iniciativa dos LM sobreviva às mudanças de gestão e se torne uma política de estado, e não apenas de governo.

5.3.7.4 Dimensões da Sustentabilidade

A sustentabilidade dos LM deve ser multidimensional e interdependente, atuando em três eixos articulados conforme demonstra a Figura 57.

Figura 57: Dimensões da Sustentabilidade dos LM



Fonte: Da Autora (2025)

A implementação prática implica na:

- Definição de indicadores de sustentabilidade como:
 - tempo médio de manutenção preventiva por equipamento;
 - percentual do orçamento escolar destinado aos LM;
 - taxa de formação docente continuada;

- número de parcerias ativas e eventos *maker* realizados.
- Elaboração de planos trienais de sustentabilidade, revisados anualmente com base nos indicadores e relatórios do WP6.

Essa visão integrada assegura que o Laboratório *Maker* evolua junto com o contexto tecnológico e pedagógico, mantendo-se relevante e funcional ao longo do tempo.

5.8.7.5 Resultados Esperados

A execução do WP7 deve gerar:

- Planos consolidados de manutenção e atualização tecnológica, com responsabilidades e cronogramas definidos;
- Rede interinstitucional de parcerias estratégicas, fortalecendo o ecossistema *maker* local e regional;
- Políticas educacionais e institucionais permanentes, assegurando a continuidade e expansão do programa;
- Cultura de sustentabilidade e corresponsabilidade, envolvendo escolas, comunidade, universidades e poder público;
- Modelo replicável e escalável de gestão sustentável, fundamentado em dados e práticas colaborativas.

Em síntese, apresenta-se a Figura 58 sobre os resultados esperados em relação ao WP7.

Figura 58: Resultados esperados WP7



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

O WP7 transforma a sustentabilidade em princípio orientador e prática sistêmica. Ele garante que os Laboratórios *Maker* permaneçam vivos, evolutivos e integrados às políticas públicas de inovação educacional, articulando planejamento técnico, gestão participativa e financiamento recorrente.

Ao consolidar essa etapa, o *Framework* Multinível do RExLab alcança sua plenitude: um modelo que une inovação pedagógica, robustez técnica e sustentabilidade institucional, promovendo uma educação pública orientada para o futuro: criativa, colaborativa e duradoura.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

A adaptação do *Framework* Multinível do RExLab à realidade dos Laboratórios *Maker* constitui um avanço metodológico e prático para as políticas públicas de inovação educacional no Brasil.

O modelo proposto demonstra que a implementação bem-sucedida de Laboratórios *Maker* requer uma visão sistêmica, na qual infraestrutura, pedagogia, formação e sustentabilidade caminham de forma articulada, conforme mostra a Figura 59.

Figura 59: Síntese *Framework* Multinível do RExLab



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

Essa aplicação reforça o potencial do *Framework* original como instrumento flexível e replicável, capaz de orientar iniciativas tecnológicas em diferentes contextos

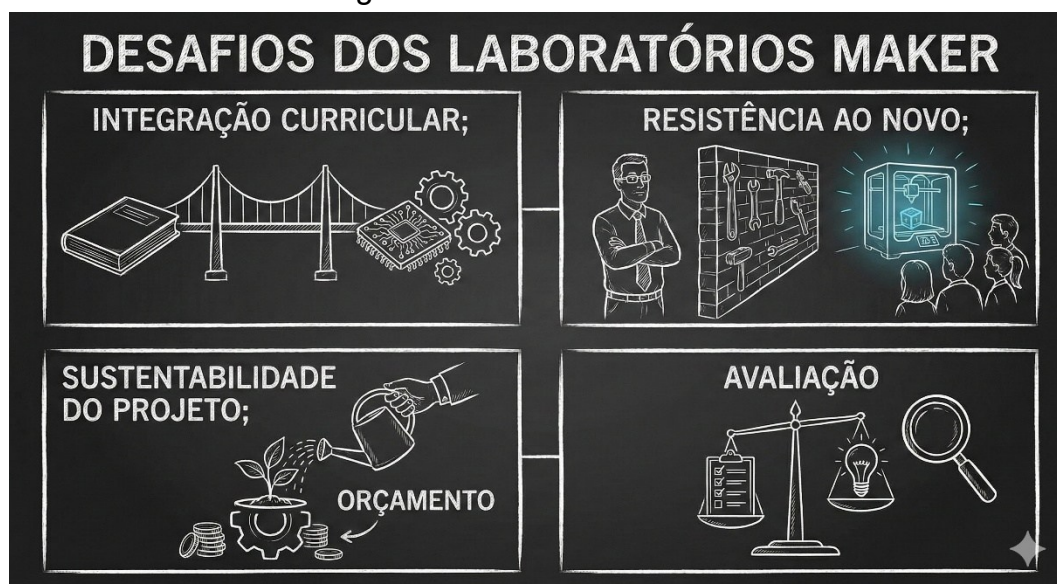
educacionais, do ensino básico ao superior, promovendo aprendizagem criativa, inovação e equidade digital.

6. DISCUSSÃO

Ao analisarmos a implementação dos Laboratórios *Maker* através da proposta do *Framework* Multinível do RExLab, fica claro que a estrutura física é apenas o começo de uma mudança muito mais profunda. No nível meso, que trata da organização escolar, os LM móveis aparecem como uma opção mais barata e acessível. No entanto, na prática, o modelo de aulas de 50 minutos impõe complicações reais. Muitas vezes, o professor tem apenas duas aulas semanais separadas e acaba enfrentando um desafio operacional significativo: o tempo gasto para organizar o carrinho, preparar a sala e, depois, deixar tudo arrumado para o próximo colega consome o que deveria ser o tempo de criação.

Como podemos observar na Figura 60, esses obstáculos fazem parte de um conjunto de entraves que precisam ser superados para que o projeto não pare no caminho.

Figura 60: Desafios dos LM



Fonte: Elaborada pela autora (2025)

A Figura 59 ilustra os principais desafios a serem superados durante para uma implantação perene dos LM nas escolas públicas brasileiras. A integração curricular e a resistência ao novo são pontos críticos. Não basta ter o espaço e as ferramentas; o que realmente transforma o ambiente em um catalisador de aprendizagem é a maneira como os professores planejam e conduzem as atividades. Os procedimentos pedagógicos são a chave para transformar o espaço físico em um ambiente dinâmico,

onde a curiosidade do aluno ganha forma. É nessa liberdade de exploração que a teoria ganha vida e os conceitos abstratos viram projetos concretos. Quando o aluno vê a utilidade do que está aprendendo, a interdisciplinaridade acontece de verdade.

Para que esse impacto seja real e não se perca, é preciso evitar as oficinas isoladas. Quando se oferece algo sem ligação com a rotina escolar, mesmo que no contraturno, o foco do aprendizado integrado se desvia. Oficinas desvinculadas do currículo fazem com que se perca a oportunidade de aplicar na prática os conceitos trabalhados em sala de aula. Por isso, a implementação prática exige um replanejamento curricular consistente, que incentive a colaboração e torne o aprendizado engajador.

Essa sustentabilidade e organização dependem diretamente do nível macro, onde as políticas públicas dão o suporte necessário, conforme demonstrado na Figura 60.

Figura 61: Políticas Públicas



Fonte: Elaborada pela Autora (2025)

A Institucionalização é fundamental para que o laboratório deixe de ser um "projeto de governo" passageiro e se torne uma Política de Estado duradoura. Isso garante que o investimento não seja desperdiçado em trocas de gestão. Além disso, o Alinhamento com a BNCC, focando em Cultura Digital e Pensamento Computacional, fornece a base legal para que a Metodologia *Maker* seja incorporada às práticas pedagógicas de forma enriquecedora.

Um dos pontos mais importantes desse processo é a formação docente, especialmente durante a Licenciatura. É muito mais eficaz desenvolver uma Mentalidade *Maker* e construtivista nos futuros educadores enquanto eles ainda estão na universidade. Tentar "reprogramar" professores que já estão acostumados ao modelo tradicional expositivo é muito mais difícil do que formar profissionais que já enxergam a prática como ferramenta de assimilação de conteúdos complexos.

Com financiamento perene e uma formação inicial forte, ampliamos as possibilidades de uso desses ambientes, permitindo que os alunos explorem interesses próprios e trabalhem de forma colaborativa. A transformação real ocorre ao promover ambientes que não tenham apenas recursos, mas que ofereçam o suporte metodológico para o "aprender a fazer e fazer para aprender", consolidando o protagonismo do estudante em um ambiente de inovação constante.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço da tecnologia e as demandas do século XXI impõem a necessidade de uma educação mais ativa e baseada na experimentação. Diante disso, muitas escolas têm investido na construção de ambientes chamados Laboratórios *Maker* ou espaços *makers*, onde a aprendizagem se desdobra na prática do "mão na massa", transformando os estudantes em protagonistas e criadores de seu próprio conhecimento.

Nesses ambientes, a teoria se conecta à prática, estimulando a interdisciplinaridade, o desenvolvimento de habilidades do século XXI como criatividade, pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas e a solução para desafios reais, promovendo um aprendizado mais significativo e engajador.

A relevância desses ambientes tem se tornado cada vez mais evidente, não apenas por instituições de ensino privadas, mas também pelas públicas. Porém, a implementação desses espaços em escolas públicas brasileiras enfrenta ainda muitos desafios e lacunas entre a teoria *maker* e realidade da infraestrutura e gestão, que precisam ser pensados e superados.

Diante desta problemática, esta pesquisa se consolidou com o objetivo de fornecer um *Framework* que sirva como um guia prático e conceitual para viabilizar e consolidar a implementação de Laboratórios *Maker* em contextos educacionais públicos brasileiros.

Em relação ao Objetivo Específico 1 (OE.1), a investigação do estado da arte dos Laboratórios *Maker* e *Frameworks* de integração da tecnologia foi integralmente cumprida, fornecendo o embasamento para o desenvolvimento do *Framework* proposto. A análise demonstrou que as configurações estruturais e organizacionais desses espaços são inerentemente flexíveis e dependentes das necessidades locais, podendo assumir diversas formas – desde ambientes dedicados até soluções compartilhadas e móveis.

No entanto, o fator crítico de sucesso não reside na sofisticação dos equipamentos, mas sim nos aspectos pedagógicos. O estudo confirmou que a maneira como os professores planejam e conduzem as atividades é o que, de fato, transforma o ambiente em um catalisador de aprendizagem.

Destacou-se que os propósitos pedagógicos mais enfatizados nesses espaços são a promoção do aprendizado ativo, o desenvolvimento de competências

essenciais como *design*, empreendedorismo, criatividade, inovação, pensamento computacional e habilidades colaborativas.

Consequentemente, a pesquisa reforça a necessidade crucial de formação continuada de professores, garantindo que o potencial desses espaços seja plenamente realizado em benefício da aprendizagem dos alunos, independentemente das limitações estruturais iniciais.

Os *Frameworks* estudados demonstraram relevância para aplicação da tecnologia em diversos contextos educacionais, sendo que o *Framework* multinível do RExLab/UFSC escolhido para o desenvolvimento do *Framework* dessa dissertação, um dos mais completos por permitir que as estratégias perpassem os três níveis: micro, meso e macro.

A pesquisa evidenciou ainda um conjunto de desafios para a implementação de atividades *maker* no Brasil, concentrados principalmente na dimensão pedagógica e na sustentabilidade operacional.

A resistência a metodologias tradicionalistas é ainda grande por parte dos professores, o que demanda uma profunda transformação na prática docente. Tal mudança necessita de alterações tanto na prática do professor, que precisa sair do papel de mero transmissor do conhecimento para o papel de mediador, quanto nos processos avaliativos.

Esses processos precisam transcender a avaliação do produto final, incorporando a análise do processo de construção. Esse acompanhamento pode ser feito, por exemplo, por meio de portfólios e outros instrumentos de registro reflexivo.

Foram também identificados obstáculos ligados à sustentabilidade, tanto de recursos humanos quanto materiais, como a manutenção contínua, o investimento em insumos e, sobretudo, a integração curricular das atividades *makers* e a disponibilidade de tempo para o planejamento docente.

A superação desses desafios é crucial para evitar que o Laboratório *Maker* seja percebido como uma atividade extra. Quando isso ocorre, o “fazer” passa a ser visto como um ônus adicional para o professor, dificultando sua aplicação e reduzindo o engajamento pedagógico.

As conclusões desse estudo nos fazem refletir sobre algumas percepções que podem estar inseridas nas mentes dos professores quando lhe é apresentado a possibilidade de se trabalhar com atividades *maker*. Primeiro, quando o professor vê as atividades *makers* como algo ‘extra’ pode ter a impressão de ser algo ‘além’ do

currículo trazendo a visão de algo que é um fardo e não um benefício. Segundo muitos professores, podem não ver a conexão clara entre a construção e o aprendizado.

Essa visão constitui uma barreira significativa, indicando a necessidade de formações e exemplos práticos que demonstrem como o fazer pode se articular às disciplinas escolares, garantindo permanência, relevância e sentido pedagógico à proposta.

Com a conclusão das análises relativas ao estado da arte (OE.1) foi possível estruturar o *Framework* adaptativo e multinível derivado do modelo do RExLab/UFSC para implementação dos LM em realidades públicas brasileiras (OE.2 e OE.3), a principal contribuição desta dissertação.

Reconhecendo as vantagens comprovadas das atividades *Maker* nas escolas e as falhas recorrentes nos processos de implantação e continuidade, o *Framework* proposto consiste em uma estrutura robusta baseada em seis dimensões e sete *Work Packages* (Silva *et al.*, 2025).

Essa sistematização visa fortalecer o processo de implantação de Laboratórios *Maker*, garantindo que todos os aspectos – da governança à sustentabilidade – sejam devidamente dimensionados, implementados e subsequentemente monitorados, conferindo à iniciativa a continuidade necessária para impactar positivamente a aprendizagem.

Portanto, a proposta de um *Framework* adaptativo e multinível, derivado do modelo do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), para orientar a implementação de Laboratórios *Maker* em escolas públicas de Educação Básica, oferece orientações importantes para a implementação pedagógica, técnica e sustentável dos LM, sendo um instrumento de planejamento concreto à gestores e secretarias de educação, facilitando a tomada de decisão estratégica e a alocação eficiente de recursos na área de tecnologia educacional, ainda não existente na literatura brasileira.

Por fim, esta pesquisa foi de natureza propositiva, não tendo tempo hábil para ser testada na prática. A aplicação do *Framework* focado em uma região ou em um tipo de escola específica poderia trazer considerações mais específicas sobre o tema, configurando-se como interessante abordagem para trabalhos futuros.

Todavia, as contribuições deste *Framework* poderão ser valiosas para futuras pesquisas e para gestores públicos que desejem implementar Laboratórios *Maker* em

seus contextos educacionais, consolidando o avanço da cultura *Maker* na educação pública brasileira.

REFERÊNCIAS

- ACUN ÇELİK, Ş.; ÖZKAN ELGÜN, İ.; KALELIOĞLU, F. Evaluation of students' ICT competence according to mathematics, science and reading literacy: evidence from PISA 2018. **Large-scale Assessments in Education**, [s. l.], v. 12, n. 30, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40536-024-00218-7>. Acesso em: 26 jan. 2025.
- AFTER SCHOOL ALLIANCE. **21st Century Community Learning Centers**. [S. l.]: Afterschool Alliance, 2021. Disponível em: <http://afterschoolalliance.org/documents/21stCCLC-Overview.pdf>. Acesso em: 13 set. 2025.
- AGÊNCIA BRASIL. **Agência Brasil explica: o que é o Sistema S**. Brasília, DF: EBC, 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-09/agencia-brasil-explica-o-que-e-o-sistema-s>. Acesso em: 02 jun. 2025.
- AGÊNCIA BRASIL. **Formação de professores é desafio no ensino fundamental, diz pesquisa**. Brasília, DF: EBC, 9 ago. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2023-08/formacao-de-professores-e-desafio-no-ensino-fundamental-diz-pesquisa>. Acesso em: 12 set. 2025.
- AGENCY BY DESIGN. Framework for Maker-Centered Learning. In: PROJECT ZERO. **Agency by Design**. Cambridge: Harvard Graduate School of Education, [s. d.]. Disponível em: <https://pz.harvard.edu/projects/agency-by-design/Framework-Maker-centered-learning>. Acesso em: 20 mai. 2025.
- ALEIXO, Adriana Alves. **Cultura Maker em contextos educativos: um estudo de caso em escolas municipais do Recife**. 2021. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) – Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, 2021.
- ALMEIDA, Anselmo Daniel Campos de; WUNSCH, Luana Priscila; MARTINS, Emanuele Bittencourt. Aprendizagem criativa e a Educação maker: análise de boas práticas. **Dialogia**, São Paulo, n. 40, p. e21067, 2022.
- ALVES, D. B.; SILVA, F. C.; GOMES, G. N. Desigualdades educacionais no ensino fundamental no Brasil entre os anos 2015 e 2021. **Revista Educação e Saber – REdeS**, [s. l.], v. 2, n. anais, p. 393–402, 2025. DOI: 10.24302/redes.v2ianais.5265. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/redes/article/view/5265>. Acesso em: 12 set. 2025.
- AMAZONAS (Estado). **‘Espaço Maker’ alcançará 100% das escolas estaduais de tempo integral até o final do ano**. Manaus: Agência Amazonas, 07 fev. 2024. Disponível em: <https://www.agenciaamazonas.am.gov.br/noticias/espaco-Maker-alcancara-100-escolas-estaduais-ate-o-final-do-ano/>. Acesso em: 13 set. 2025.
- ANDERSON, Chris. **Makers: a nova revolução industrial**. Tradução de: SERRA, Afonso Celso da Cunha. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- ANDRADE, F. C.; FÉLIX, L. C. “Cultura maker para educadores”: um projeto de curso híbrido baseado em MOOC. **EaD em Foco**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, e2123, p. 1-11, 2024. DOI: <http://10.18264/eadf.v14i1.2123>.

ARUSIEVICZ, Fernanda Costa. **Você sabe a diferença entre Espaço Maker, FabLabs e FabLearn Lab?** [S. l.]: Blog Educação SESI-RS, 2025. Disponível em: <https://blog-educacao.sesirs.org.br/voce-sabe-a-diferenca-entre-espaco-Maker-fablabs-e-fablearn-lab/>. Acesso em: 02 jun. 2025.

BAHIA (Estado). **Mais tecnologia:** Bahia inicia instalação de 180 Laboratórios Maker nas escolas estaduais. Salvador: Secretaria de Comunicação, 15 maio 2025. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/comunicacao/noticias/2025-05/368900/mais-tecnologia-bahia-inicia-instalacao-de-180-laboratorios-Maker-nas>. Acesso em: 13 set. 2025.

BAPNA, A. et al. **A Case for a Systems Approach to EdTech.** [S. l.]: EdTech Hub, 15 mar. 2021. Disponível em: <https://docs.edtechhub.org/lib/UR6CQL9K>. Acesso em: 10 abr. 2025.

BLACKLEY, Susan et al. Makerspace and reflective practice: advancing pre-service teachers in STEM education. **Australian Journal of Teacher Education**, [s. l.], v. 42, n. 3, p. 22-37, 2017.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. (ed.). **FabLabs: of machines, makers and inventors.** Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.

BLIKSTEIN, Paulo. **Fabricating. Learning. Innovating.** [S. l.: s. n., S.n]. Disponível em: <http://blikstein.com/paulo2/>. Acesso em: 24 abr. 2025.

BLIKSTEIN, Paulo. Movimento Maker na educação: história e perspectivas. **Manual de educação tecnológica**, [s. l.], v. 419, p. 437, 2018.

BLIKSTEIN, Paulo. **Sete vantagens de integrar a cultura Maker ao currículo escolar.** São Paulo: Oficina Instituto Claro, 2017. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/nossas-novidades/reportagens/7-vantagens-de-integrar-a-cultura-Maker-ao-curriculo-escolar/>. Acesso em: 8 maio 2025.

BLIKSTEIN, Paulo et al. (ed.). **Meaningful making:** projects and inspirations for Fab Labs + Makerspaces. Torrance, CA: Constructing Modern Knowledge Press, 2016.

BLIKSTEIN, Paulo; VALENTE, José Armando. **Formação continuada e a criação de políticas públicas na Educação maker:** velhos dilemas e riscos familiares. [S. l.: s. n.], 2019. (Em resposta dos autores: "Construção de Conhecimento na Atividade Maker", de José Armando Valente e Paulo Blikstein).

BLIKSTEIN, Paulo; VALENTE, José Armando; MOURA, Éliton Meireles de. Educação maker: onde está o currículo?. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 523-544, 2020.

BLIKSTEIN, Paulo; WORSLEY, Marcelo. Children are not hackers: building a culture of powerful ideas, deep learning, and equity in the Maker Movement. In: PEPPLER, Kylie; HALVERSON, Erica R.; KAFAL, Yasmin B. (ed.). **Makeology: makerspaces as learning environments.** New York: Routledge, 2016. v. 1, p. 64-79. Disponível em: <http://beyondbitsandatoms.org/readings/blikstein2015children.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2025.

BORBA, Jaqueline Ferreira Machado de. **Educação em Desenvolvimento Sustentável (EDS) na educação básica, em uma perspectiva Maker**: estudo de caso em escolas no município de Sombrio/SC. 2023. 177 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2023. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/263377>. Acesso em: 07 jun. 2025.

BORUP, J. et al. The adolescent community of engagement Framework: a lens for research on K-12 online learning. **Journal of Technology and Teacher Education**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 107–129, 2014. Disponível em: <http://www.editlib.org/p/112371>. Acesso em: 07 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Mais Ciência na Escola**: chamada para laboratórios 'Maker' na rede pública estende prazo até 20 de agosto. Brasília, DF: Gov.br, 26 jul. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/noticias/cnpq-em-acao/mais-ciencia-na-escola-chamada-para-laboratorios-Maker-na-rede-publica-estende-prazo-ate-20-de-agosto>. Acesso em: 4 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **MCTI e Governo do Ceará lançam programa Mais Ciência na Escola**. Brasília, DF: Gov.br, 14 mar. 2025a. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2025/03/mcti-e-governo-do-ceara-lancam-programa-mais-ciencia-na-escola>. Acesso em: 13 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Programa Mais Ciência na Escola vai dobrar número de unidades em 2025**. Brasília, DF: Gov.br, 4 fev. 2025b. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2025/02/programa-mais-ciencia-na-escola-vai-dobrar-numero-de-unidades-em-2025>. Acesso em: 30 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Computação na Educação Básica**: complemento à BNCC. Brasília, DF: MEC, 2022. Disponível em: <http://www.gov.br>. Acesso em: 12 jan. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Rede Maker**: o “Aprender Fazendo” da Rede Federal. Brasília, DF: Gov.br, 13 mar. 2025c. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/ept/rede-Maker-o-2018aprender-fazendo2019-da-rede-federal>. Acesso em: 2 jun. 2025.

BROCKVELD, Marcos Vinícius Vanderlinde; TEIXEIRA, Clarissa Stefani; SILVA, M. R. da. A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DA ANPROTEC, 27., 2017, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. [S. l.]: Anprotec, 2017. Disponível em: <https://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2017/11/Maker.pdf>. Acesso em: 3 maio 2025.

BRONFENBRENNER, U. Modelos ecológicos de desenvolvimento humano. **Enciclopédia Internacional de Educação**, [s. l.], v. 3, n. 2, 1994.

BUXTON, Alison; KAY, Louise; NUTBROWN, Beth. Developing a Makerspace learning and assessment Framework. In: FABLEARN EUROPE / MAKEED

CONFERENCE, 6., 2022, Copenhagen. **Proceedings [...]**. Copenhagen: ACM Digital Library, 2022. p. 1-7.

CABRAL, G. N.; RAIMUNDO, J. S. B. O método tradicional de ensino e as metodologias ativas: vantagens e desvantagens no processo de ensino e aprendizagem, v. III. In: CABRAL, Gladys Nogueira; RAIMUNDO, Joselita Silva Brito (org.). **Psicologia, tecnologias e educação: reflexões contemporâneas**. 3. ed. Alegre, RS: TerriED, 2023.

CAMILLO, Renata de. **Hackerspaces**: o que são? onde ficam? como funcionam? [S. l.]: Embarcados, 27 jul. 2018. Disponível em: <https://embarcados.com.br/hackerspaces/>. Acesso em: 13 maio 2025.

CARNELÓS, C. C. T. **A abordagem Maker como ferramenta metodológica para a aprendizagem**. 2025. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2025.

CARVALHO, Ana Beatriz Gomes Pimenta de. FAB LAB e educação no Brasil: as ações de disseminação da cultura Maker na educação básica e no ensino superior. **Texto Livre**, Belo Horizonte, v. 17, p. e52809, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/textolivre/article/view/52809>. Acesso em: 13 maio 2025.

CARVALHO, Ana Beatriz Gomes; BLEY, Dagmar Heil Pocrifka. Cultura Maker e o uso das tecnologias digitais na educação: construindo pontes entre as teorias e práticas no Brasil e na Alemanha. **Revista Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 26, p. 21–40, 2018.

CASTAÑÓN, Gustavo Arja. O que é construtivismo. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 209-242, 2015.

CASTILHO, Auriluce Pereira; BORGES, Nara Rúbia Martins; PEREIRA, Vânia Tanús (org.). **Manual de metodologia científica**. Itumbiara: ILES/ULBRA, 2011.

CASTRO, Ladislei Marques Felipe. **InTecEdu 2.0**: um Framework para integração de tecnologias digitais na Educação Básica desenvolvido pelo Laboratório de Experimentação Remota, da UFSC. 2022. 129 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2022.

CASTRO, Michelle G. Bredel de. O processo ensino-aprendizagem na visão da perspectiva piagetiana. **Mnemosine**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 233-240, 2016.

CAVALLINI, Ricardo. **Movimento Maker na Educação**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <http://makers.net.br/o-movimento-maker-na-educacao/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CHAMORRO, Miller A. R. **Oficinas pedagógicas Maker itinerantes: desenvolvimento de práticas e produtos tecnológicos para aprendizagem criativa**. 2024. 123 f. Dissertação (Mestrado em Mídia e Tecnologia) – Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2024.

CHAN, M. Towards student-driven formative assessment practices across school and afterschool Makerspaces. In: FABLEARN ANNUAL CONFERENCE ON MAKER

EDUCATION, 9., 2020, [S. l.]. **Proceedings [...]**. [S. l.]: ACM, 2020. p. 122-125. DOI: 10.1145/3386201.3386224.

CHANG, Stephanie. **Assessing learning in Maker education**: a look at how Maker education is assessed – and how assessment is evolving to measure more than just content. [S. l.]: Edutopia, 2018. Disponível em: <https://www.edutopia.org/article/assessing-learning-maker-education>. Acesso em: 26 maio 2025.

CHELLAPPAN, Kalaivani; RAZAK, Muhammad Syafiq Abdul. Adapting Service Robot Mechanism in Designing Movable Makerspace for Knowledge Society Building. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION ENGINEERING, 6., 2021, [S. l.]. **Proceedings [...]**. [S. l.: s. n.], 2021. p. 339-343.

CHEN, Peng; WANG, Rong; MA, Yuanyuan. Promoting junior high school students' creativity in Maker education: the design thinking approach. **Thinking Skills and Creativity**, [s. l.], p. 101764, 2025.

CHISHOLM, Suzanne J. **Enhancing the EdTech ecosystem in a British Columbia school district**. 2020. Tese (Doutorado em Educação) – Western University, [s. l.], 2020.

CHNG, Edwin et al. Using motion sensors to understand collaborative interactions in digital fabrication labs. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION, 21., 2020, Cham. **Proceedings [...]**. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 118-128. DOI: 10.1007/978-3-030-52237-7_11.

CIEB. Centro de Inovação para a Educação Brasileira. **EFEX**. [S. l.: s. n., s. d.]. Disponível em: <https://cieb.net.br/efex/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

CLAPP, Edward P. et al. **Maker-centered learning**: empowering young people to shape their worlds. [S. l.]: Project Zero, 2016. Disponível em: <https://pz.harvard.edu/resources/Maker-centered-learning-empowering-young-people-to-shape-their-worlds>. Acesso em: 20 nov. 2025.

CLARKE, J.; DEDE, C. Design for scalability: a case study of the River City Curriculum. **Journal of Science Education and Technology**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 353-365, 2009.

COACTION LEARNING LAB. **Framework for Stakeholder Inclusion in the Technology Planning Process**. University Park: Penn State CoAction Learning Lab, 2025. Disponível em: <https://coaction.psu.edu/inclusion-Framework/>. Acesso em: 13 set. 2025.

COLLINS, Cathy E. **We are all Makers**: a case study of one suburban district's implementation of Makerspaces. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Northeastern University, Boston, 2017.

CONSED. **Santa Catarina inaugura o primeiro de 500 Laboratórios Maker que serão instalados nas escolas estaduais**. Brasília, DF: Consed, 01 jul. 2022. Disponível em: <https://consed.org.br/noticia/santa-catarina-inaugura-o-primeiro-de-500-laboratorios-Maker-que-serao-instalados-nas-escolas-estaduais>. Acesso em: 13 set. 2025.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAVIES, Sini; SEITAMAA-HAKKARAINEN, Pirita. Research on K-12 Maker education in the early 2020s: a systematic literature review. **International Journal of Technology and Design Education**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 763-788, 2025. DOI: 10.1007/s10798-024-09921-6.

DECI, E. L.; RYAN, R. M. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American Psychologist**, [s. l.], n. 55, p. 68-78, 2000.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2011.

DEWEY, John. **Democracy and education**: an introduction to the philosophy of education. New York: Macmillan, 1916.

DOMÍNGUEZ-GONZÁLEZ, Martín-Santiago; MOCENCAHUA-MORA, Daniel; GONZÁLEZ-CALLEROS, Juan-Manuel. Mediação tecnológica apoiada na cultura Maker em educação secundária. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [s. l.], v. 29, p. 775-797, 2021. DOI: 10.5753/RBIE.2021.29.0.775.

DOUGHERTY, D. The Maker mindset. In: HONEY, Margaret; KANTER, David E. (org.). **Design, make, play**: growing the next generation of STEM innovators. New York: Routledge, 2013.

DUQUE, Rita de Cássia Soares et al. **A cultura Maker**: e suas implicações no contexto educacional. 1. ed. Vitória: Educação Transversal Edições, 2023.

ENSIGN, Prescott C.; LEUPOLD, Phillip. Grassroots opportunities for innovation, technology, and entrepreneurship: Makerspaces in non-urban communities. In: PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, 2018, [S. l.]. **Proceedings [...]**. [S. l.]: IEEE, 2018. p. 1-7.

ESEA NETWORK. **Department Launches “YOU Belong in STEM” Initiative to Enhance STEM Education for All Young People**. [S. l.]: ESEA Network, out. 2022. Disponível em: <https://www.eseanetwork.org/news-and-resources/blogs/used/department-launches-you-belong-in-stem-initiative-to-enhance-stem-education-for-all-young-people>. Acesso em: 2 jun. 2025.

EXPLORATORIUM. **Learning dimensions of making and tinkering**: a professional development tool for educators. [S. l.: s. n., s. d.]. Disponível em: <https://www.exploratorium.edu/tinkering/our-work/learning-dimensions-making-and-tinkering>. Acesso em: 26 maio 2025.

FAB FOUNDATION. **About Us**. [S. l.: s. n., s. d.]. Disponível em: <http://www.fabfoundation.org/about-us/>. Acesso em: 4 abr. 2025.

FABLEARN. **About**. [S. l.]: FabLearn, 2026. Disponível em: <https://fablearn.org/about/>. Acesso em: 13 jan. 2026.

FERNANDEZ, Cassia; HOCHGREB-HAEGELE, Tatiana; BLIKSTEIN, Paulo. Toward a sustainable model for Maker education in public education: teachers as co-designers in an implementation of educational makerspaces. In: CONFERÊNCIA

ANUAL SOBRE EDUCAÇÃO MAKER DA FABLEARN, 9., 2020, [S. l.]. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2020. p. 46-53. DOI: 10.1145/3386201.3386218.

FERREIRA, Diego Henrique Zerwes. **Cultura Maker e modos de ser docente no século XXI**: proposta de um percurso criativo. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2020. Disponível em: <https://repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/9401>. Acesso em: 28 jan. 2026.

FINEP. Inovação e Pesquisa. **O FNDCT**. [S. l.: s. n., s. d.]. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct>. Acesso em: 30 jul. 2025.

FREIRE, P. S. **Aumente a qualidade e quantidade de suas publicações científicas**: manual para elaboração de projetos e artigos científicos. Curitiba: Crv, 2013.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FUNDAÇÃO LEMANN. **Laboratório de Educação Digital – Guia Completo**. [S. l.: s. n., s. d.]. Disponível em: <https://fundacaolemann.org.br/materiais/laboratorio-de-educacao-digital-guia-completo/>. Acesso em: maio 2025.

FUNDED THE AMERICAS. **Funded Americas**. [S. l.]: Grantsoffice.com, v. 13, n. 4, nov. 2023. Disponível em: https://www.grantsoffice.com/Portals/0/adam/FM%20FUNDED%20Magazines/q9k_OE5wAUePkeU_y-pA1A/PDFLink/Funded_Americas_Vol%2013_Iss%204_Final.pdf. Acesso em: 2 jun. 2025.

GARCÊS, Bruno Pereira; OLIVEIRA, Bruno Tiago. **Maker Gamific**: a gamificação em espaços Maker. [S. l.: s. n.], 2023.

GAVASSA, R. C. F. B. **Cultura Maker como proposta curricular de tecnologias na política educacional da cidade de São Paulo**. 2020. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020.

GERSHENFELD, Neil A. **Fab**: the coming revolution on your desktop: from personal computers to personal fabrication. New York: Basic Books, 2005.

GIAROLA, Alexandre Moura; SOARES, Vassia Carvalho; NETO, Wenceslau Gonçalves. Laboratório Maker: análise das metodologias pedagógicas utilizadas e uma proposta conjunta para educação emancipadora do aluno. **Revista Profissão Docente**, [s. l.], v. 23, n. 48, p. 1-17, 2023.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOI, Carla Renata Hüttel de. **Formação continuada de professores**: proposta de um Framework de capacitação em cultura Maker na Educação Básica. 2023. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/251694>. Acesso em: 18 out. 2024.

GOMES, Eduardo et al. A experiência de implantação de uma disciplina Maker em uma escola de educação básica. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 23., 2017, Recife. **Anais [...]**. Recife: SBC, 2017. p. 303-312.

GONDIM, R. S.; PINTO, A. C. P. A Cultura Maker como estratégia de ensino e aprendizagem: uma revisão sistemática da literatura. **Ensino e Aprendizagem em Revista**, [s. l.], v. 23, n. 5, p. 841-848, 2022. DOI: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2022v23n5p841-848>.

GONÇALVES, Daniel Bertoli et al. Cultura Maker em escolas municipais de Sorocaba-SP: estudo das implicações para ensino e aprendizagem. **Revista EDaPECI**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 39-52, 2025.

GONZAGA, Kátia Valéria Pereira. Construindo uma proposta curricular inovadora na educação básica a partir da cultura Maker. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 1084-1109, 2022. DOI: 10.23925/1809-3876.2022v20i3p1084-1109.

GOOGLE. Gemini. Modelo de linguagem de inteligência artificial. 2026. Disponível em: <https://gemini.google.com>. Acesso em: 03 dez. 2025.

HABTO. **Laboratórios Maker**: o que devo saber sobre esta nova tendência. [S. l.: s. n., s. d.]. Disponível em: <https://www.habto.com/blog/09-laboratorios-Maker-o-que-devo-saber-sobre-esta-nova-tendencia>. Acesso em: 4 abr. 2025.

HACKERSPACES.ORG. **Hackerspaces**. [S. l.: s. n., s. d.]. Disponível em: <http://hackerspaces.org/>. Acesso em: 9 maio 2025.

HALLIBURTON, P.; GEORGIU, H.; NIELSEN, W. Makerspaces: building confidence in STEM for primary preservice teachers. **Research in Science Education**, [s. l.], v. 54, p. 573–594, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10153-w>.

HARRON, Jason R.; HUGHES, Joan E. SpaceMakers: a leadership perspective on curriculum and the purpose of K–12 educational Makerspaces. **Journal of Research on Technology in Education**, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 253-270, 2018.

HARTIKAINEN, Heidi et al. “We were proud of our idea”: how teens and teachers gained value in an entrepreneurship and making project. **International Journal of Child-Computer Interaction**, [s. l.], v. 35, p. 100552, 2023. DOI: 10.1016/j.ijcci.2022.100552.

HATCH, M. **The Maker movement manifesto**: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers. New York: McGraw-Hill Professional, 2013.

HERRO, Danielle; QUIGLEY, Cassie; ABIMBADE, Oluwadara. Assessing elementary students’ collaborative problem-solving in Makerspace activities. **Information and Learning Sciences**, [s. l.], v. 122, n. 11/12, p. 774-794, 2021. DOI: 10.1108/ILS-08-2020-0176.

HIRA, Avneet; HYNES, Morgan M. People, means, and activities: a conceptual Framework for realizing the educational potential of Makerspaces. **Education Research International**, [s. l.], v. 2018, n. 1, p. 6923617, 2018.

HJORTH, Arthur. **O papel dos professores na aprendizagem no espaço Maker**: sobre o texto “Construção de Conhecimento na Atividade Maker”, de José Armando Valente e Paulo Blikstein. [S. l.: s. n.], 2019.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliação mediadora**: uma prática em construção da pré-escola à universidade. Porto Alegre: Mediação, 1993.

HOWARD, S. K.; THOMPSON, K. Structural equation modelling of digital technology integration in secondary schools: An exploratory study. **Australasian Journal of Educational Technology**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 1-20, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.2507>.

HUGHES, Janette M.; KUMPULAINEN, Kristiina. Educação maker: oportunidades e desafios. **Frontiers in Education**, [s. l.], p. 798094, 2021.

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Institutos Federais mineiros implantarão Laboratório Maker em 90 escolas do estado**. Ouro Branco: IFMG, 11 dez. 2024. Disponível em: <https://www.ifmg.edu.br/ourobranco/institutos-federais-mineiros-implantacao-laboratorio-Maker-em-90-escolas-do-estado>. Acesso em: 13 set. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO ACRE. **Projeto Escola Maker inaugura laboratórios em cinco cidades do Acre**. Rio Branco: IFAC, 22 jul. 2025. Disponível em: <https://www.ifac.edu.br/noticias/2025/julho/projeto-escola-Maker-inaugura-laboratorios-em-cinco-cidades-do-acre>. Acesso em: 13 set. 2025.

JAATINEN, Juha; LINDFORS, Eila. Makerspaces for pedagogical innovation processes: how Finnish comprehensive schools create space for Makers. **Design and Technology Education**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. n2, 2019.

JIN, H. Y.; SU, C. Y.; CHEN, C. H. Perceptions of teachers regarding the perceived implementation of creative pedagogy in “making” activities. **The Journal of Educational Research**, [s. l.], v. 114, n. 1, p. 29–39, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/00220671.2021.1872471>.

JOCIUS, Robin et al. A study in contradictions: exploring standards-based making in elementary classrooms. **The Journal of Educational Research**, [s. l.], v. 113, n. 5, p. 396-403, 2020. DOI: 10.1080/00220671.2020.1838409.

JOKSIMOVIC, Jelena; STARČEVIĆ, Jelena S. Learning to make, making to learn: STEAM meets Maker movement. In: **STEM/STEAM/STREAM APPROACH IN THEORY AND PRACTICE OF CONTEMPORARY EDUCATION**, 2024, Jagodina. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2025.

KEUNE, A.; PEPPLER, K. Maker portfolios as learning and community-building tools inside and outside Makerspaces. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COLLABORATIVE LEARNING**, 12., 2017, Philadelphia. **Proceedings [...]**. Philadelphia: ISLS, 2017. v. 2. Disponível em: <https://repository.isls.org/handle/1/279>.

LAGOZE, Carl et al. **The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting**. Version 2.0. [S. l.]: Open Archives Initiative, 2002. Disponível em: <http://www.openarchives.org/OAI/openarchivesprotocol.html>. Acesso em: 28 jan. 2026.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEMO, S. D. V.; VALENTE, J. A. Estudo da cultura maker na escola. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 1-27, 2023. DOI: 10.23925/1809-3876.2023v21e60975. Acesso em: 28 jan. 2026.

LI, Jiajia et al. Transforming Maker mindsets: a case study of elementary students in a Maker education context during lesson study. **Thinking Skills and Creativity**, [s. l.], v. 53, p. 101590, 2024. DOI: 10.1016/j.tsc.2024.101590.

LO, Noble Po Kan. From theory to practice: unveiling the synergistic potential of design and Maker education in advancing learning. **SN Computer Science**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 350, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42979-024-02726-3>. Acesso em: 28 jan. 2026.

LUCKESI, Cipriano C. **Avaliação da aprendizagem escolar**: estudos e proposições. São Paulo: Cortez, 2011.

MACHADO, Cibeli. **A metodologia "Maker" nas escolas estaduais de Santa Catarina**: contradições e possibilidades para o ensino. 2024. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2024.

MACHADO, E.; ADALBERTO, L. Movimento Makers e a aprendizagem criativa no ensino da matemática no fundamental 1. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: SBEM, 2016. p. 1-8. Disponível em: <https://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/autores-E.html>. Acesso em: 9 maio 2025.

MAGANA, Sonny. **What is the T3 Framework for Innovation?** [S. l.]: Magana Education, [s. d.]. Disponível em: <https://maganaeducation.com/what-is-the-t3-Framework-for-innovation/>. Acesso em: 24 abr. 2025.

MAROSTICA, Luciana. **Cultura Maker, através das metodologias ativas e outros ambientes de aprendizagem para o compartilhamento de saberes na educação do século XXI**. 2023. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual Paulista, [S. l.], 2023.

MARTIN, Lee. A promessa do movimento Maker para a educação. **Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 4, 2015.

MARTIN, Lee; DIXON, Colin. Um modelo de oficina móvel para produção equitativa com jovens do ensino médio. **Avanços na Educação em Engenharia**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 1-22, 2019.

MENEZES, Maria Eduarda de Lima. **As percepções de educadores sobre a utilização do espaço Maker na Educação Básica**. 2020. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020.

MERKLE, Luiz Ernesto. Perspectivas educacionais FabLearn: conceitos e práticas Maker no Brasil. In: CONFERÊNCIA FABLEARN BRASIL: PROMOVENDO EQUIDADE NA EDUCAÇÃO PELO MOVIMENTO MAKER, 1., 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: [s. n.], 2016.

MICROSOFT. **Copilot**: assistente de IA. [S. l.: s. n., s. d.]. Disponível em: <https://www.microsoft.com>. Acesso em: jun. 2025.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Conhecimento pedagógico tecnológico de conteúdo: uma estrutura para o conhecimento do professor. **Teachers College**

Record, [s. l.], v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006. DOI: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x.

MORAN, José Manuel. Como transformar nossas escolas: novas formas de ensinar a alunos sempre conectados. **Educação**, [s. l.], v. 3, p. 63-91, 2017.

MOREIRA, José César Pontes. **Formação de agentes de Cultura Digital Maker: avanço, desafio e possibilidades**. 2023. 279 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/77783>. Acesso em: 29 nov. 2025.

MORSCHHEISER, Horrana Naichele Costa de Oliveira. **Cultura maker na educação básica: formação de professores por meio de uma arquitetura pedagógica**. [S. l.: s. n.], 2025.

MOURA, Éliton Meireles de. **Formação docente e Educação maker: o desafio do desenvolvimento das competências**. 2019. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi: 10.11606/T.48.2020.tde-03032020-171456. Acesso em: 19 ago. 2023.

MOURA, E. M. Formação docente e Educação maker: o desafio do desenvolvimento das competências. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 185-188, 2020. doi: <https://doi.org/10.20396/tsc.v7i2.14852>.

NASCIMENTO, Ernandes Rodrigues do; BRITO, Isabel Pauline Lima de; DA SILVA, Arlaine Gabriela Pereira. Aprendizagem em ambientes multitarefas: uma realidade na Cultura Maker. **Revista de Estilos de Aprendizaje**, [s. l.], v. 13, n. esp., p. 157-170, 2020.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (NSF). Innovative Technology Experiences for Students and Teachers (ITEST). [S. l.]: NSF, 2025. Disponível em: <https://www.nsf.gov/funding/opportunities/itest-rc-innovative-technology-experiences-students-teachers-resource>. Acesso em: 2 jun. 2025.

NETO, J. R. et al. Da criatividade à inovação: o movimento da Educação maker na educação básica. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, [s. l.], v. 16, n. 12, p. 29716-29746, 2023. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/3492/2330>. Acesso em: 05 ago. 2024.

NOBREGA, Hamilton Felix et al. Os impactos das tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem: considerações baseadas em relatórios da UNESCO e da ONU. **ARACÊ**, [s. l.], v. 7, n. 9, p. e8552, 2025. DOI: 10.56238/arev7n9-299. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/8552>. Acesso em: 28 jan. 2026.

NOGUEIRA, Márcia Gonçalves. **Meu rebento-coletivo de fazedores: uma proposta de inserção da cultura Maker em escolas públicas municipais de ensino fundamental do Recife**. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação) – [S. l.], Recife, 2022.

OLIVEIRA, Danieli Soares de et al. Cultura Maker na Educação: benefícios e desafios em iniciativas extracurriculares para escolas públicas. **Caderno Pedagógico**, [s. l.], v. 21, n. 10, p. e9615, 2024.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica**: um manual para a realização de pesquisas em administração. Catalão: UFG, 2011.

OLIVER, Ryan. Assessment in the Makerspace. In: MARTIN, L.; PEPLER, K.; SHERIDAN, K. (org.). **The handbook of research on Maker-centered learning**. [S. l.]: Jossey-Bass/Wiley, 2016. p. 115-125.

ONISAKI, Hadassa Harumi Castelo. **Movimento Maker na sala de aula**: orientações para o planejamento e implementação de atividades no ambiente educacional. 2021. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Competency Framework for Teachers**. Paris: UNESCO, 2011.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **PISA 2022: ICT Framework**. [Paris]: OECD, 2022. Disponível em: <https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2022-ICT-Framework.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **PISA 2022 Assessment and Analytical Framework**. Paris: OECD Publishing, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Tradução de: Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, Seymour; VALENTE, Jose Armando; BITEMAN, Beatriz. **Logo**: computadores e educação. [São Paulo]: Brasiliense, 1980.

PARRA, K. N. **Contribuição de palestras de divulgação científica da química para a motivação para o aprendizado em estudantes do primeiro ano do ensino médio**: uma perspectiva da teoria da autodeterminação. 2018. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

PAULA, Bruna Braga de; MARTINS, Camila Bertini; OLIVEIRA, Tiago de. Análise da crescente influência da cultura maker na educação: revisão sistemática da literatura no Brasil. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, [s. l.], v. 7, p. e134921, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31417/educitec.v7.1349>.

PENN STATE COACTION LEARNING LAB. **Technology Planning Process**. [S. l.]: Penn State CoAction Learning Lab, 2019.

PEREIRA, Roger da Silva. **Fabricar**: uma proposta de espaço Maker móvel composto por materiais didáticos para Anos Finais do Ensino Fundamental. 2024. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Guaíba, 2024. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/3527>. Acesso em: 28 jan. 2026.

PIAGET, Jean. **A psicologia da inteligência**. Petrópolis: Vozes, 2013.

PIAGET, Jean. **Epistemologia genética**. Petrópolis: Vozes, 1970.

PINHEIRO, W. S.; VALENTE, E. A. T. Práticas makers no ensino-aprendizagem na educação básica: um relato de experiência. **Caderno Pedagógico**, [s. l.], v. 21, n. 10, p. e9035, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n10-137. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/9035>. Acesso em: 27 jan. 2026.

PORVIR. **Mão na massa**. [S. l.]: Porvir, [S.n.]. Disponível em: <https://porvir.org/especial/maonamassa/>. Acesso em: maio 2025.

QUIGLEY, C. F. et al. STEAM designed and enacted: understanding the process of design and implementation of STEAM curriculum in an elementary school. **Journal of Science Education and Technology**, [s. l.], v. 29, p. 499–518, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09832-w>.

QUINTELLA, Ivvy Pedrosa Calvante Pessoa et al. Fab Labs: a expansão da rede brasileira e sua inserção no contexto acadêmico e no ensino de engenharia. In: FABLEARN BRAZIL, 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2016.

RAABE, André. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, 3., 2018, Fortaleza. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2018.

RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018.

REDE FAB LAB BRASIL. **Rede Fab Lab Brasil**. [S. l.: s. n., S.n.]. Disponível em: <https://redefablabbrasil.org/>. Acesso em: maio 2025.

REGO, Marta. **Piaget e sua teoria sobre a aprendizagem**: Texto Complementar Aula 5. [S. l.: s. n.], 2024.

RESNICK, Mitchel. **Lifelong Kindergarten**: cultivating creativity through projects, passion, peers, and play. Cambridge: MIT Press, 2017.

RIBEIRO NETO, J. et al. Da criatividade à inovação: o movimento da Educação maker na educação básica. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, [s. l.], v. 16, n. 12, p. 29716–29746, 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.12-042. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/3492>. Acesso em: 23 jan. 2026.

ROCHA, Marcelo Augusto; SALVI, Rosana Figueiredo. O conhecimento pedagógico do conteúdo de professores em formação continuada. **Caderno de Geografia**, [s. l.], v. 29, n. 56, p. 244-244, 2019.

RODRÍGUEZ, P.; NUSSBAUM, M.; DOMBROVSKAIA, L. ICT for education: a conceptual Framework for the sustainable adoption of technology-enhanced learning environments in schools. **Technology Pedagogy and Education**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 291–315, 2012.

ROSA, Ray Souza da. **Tecnologia, cultura Maker e o ensino da arte**: a prática criativa no percurso do fazer, aprender e compartilhar. 2023. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/251693>. Acesso em: 28 jan. 2026.

RUTE. **Sobre**. [S. l.]: Rute Kit, 2026. Disponível em: <https://www.rutekit.com.br/site/pt/sobre.php>. Acesso em: 13 jan. 2026.

SALES, Giliane Felismino. **Sequências didáticas no ensino de ciências associadas à cultura maker com o uso de kits educacionais para a formação de professores da educação básica**. 2023. 115 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2023.

SALISBURY, Kurt; NICHOLS, T. Philip. School makerspaces: beyond the hype. **Phi Delta Kappan**, [s. l.], v. 101, n. 8, p. 49-53, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1177/0031721720923792>.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado da Educação. **Caderno de orientações** Educação maker: implantação de espaços makers na rede estadual de ensino. Florianópolis: SED, 2022a.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado da Educação. **Laboratórios maker e Tecs**: relatório anual 2024. Florianópolis: SED, 2024. Disponível em: <https://sites.google.com/sed.sc.gov.br/tecnologiaseducacionaissc/relat%C3%B3rios?authuser=0>. Acesso em: 20 maio 2025.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado da Educação. **Processo seletivo – Educação Básica**: Edital nº 2362/2023. [Florianópolis]: SED, 23 ago. 2023. Disponível em: <https://www.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2024/01/Edital-no-2362-2023-Educacao-Basica-Consolidado.pdf>. Acesso em: 12 maio 2025.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado da Educação. **Santa Catarina inaugura o primeiro de 500 Laboratórios Maker que serão instalados nas escolas estaduais**. Florianópolis: SED, 30 jun. 2022b. Disponível em: <https://www2.sed.sc.gov.br/secretaria/imprensa/noticias/31664-santa-catarina-inaugura-o-primeiro-de-500-laboratorios-Maker-que-serao-instalados-nas-escolas-estaduais>. Acesso em: 17 set. 2025.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado da Educação. **Tecnologias Educacionais**. [Florianópolis]: SED, [s. d.]. Disponível em: <https://sites.google.com/sed.sc.gov.br/tecnologiaseducacionaissc/tecnologias-educacionais?authuser=0>. Acesso em: 15 abr. 2025.

SANTOS, Elio Molisan Ferreira. **Considerações para a criação de Ambientes Maker Escolares na educação básica**. 2024. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

SANTOS, Josely Alves dos; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; PAIVA, Adriana Borges de. O pensamento educacional de John Dewey. **Cadernos da FUCAMP**, Monte Carmelo, v. 21, n. 52, 2022.

SAYÃO, Luís Fernando. Padrões de interoperabilidade para bibliotecas digitais, portais e repositórios de acesso aberto. **Encontros Bibli**: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, Florianópolis, v. 15, n. esp., p. 1-29, 2010.

SCHLEGEL, Rebecca J. et al. Creating in the classroom: longitudinal evidence of increases in self-efficacy and possible identities in STEM over time. **Computers & Education**, [s. l.], v. 142, p. 103637, 2019. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103637.

SHERIDAN, K. M.; HALVERSON, E. R. **Maker-centered learning**: empowering young people to shape their worlds. Cambridge: Harvard University Press, 2017.

SHETH, M.; PATHAK, M. STEM education: an interdisciplinary and integrated approach of teaching. In: MUNDHE, E. (ed.). **Interdisciplinary approaches and strategies for sustainable development**. [S. l.: s. n.], 2023. p. 80-87. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7847920>.

SILVA, J. B. et al. Academic path linked to research and extension: the experience of the Remote Experimentation Laboratory (RExLab) of the Federal University of Santa Catarina. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 18, n. 9, p. 1-29, 2024. DOI: 10.24857/rgsa.v18n9-063. Acesso em: 14 nov. 2025.

SILVA, J. B. et al. **Framework for technology integration in education**. [S. l.: s. n., s. d.]. Capítulo de livro, manuscrito submetido à publicação.

SILVA, J. B.; BILESSIMO, S. M. S.; ALVES, J. B. **Integração de Tecnologias na Educação**: práticas inovadoras na Educação Básica. Araranguá: Hard Tech Informática Ltda, 2018. 110 p. Disponível em: <https://publicacoes.RExLab.ufsc.br/>. Acesso em: 7 nov. 2025.

SILVA, Jaqueline Bastos de Figueiredo. **Práticas Maker no ensino de inglês**: uma proposta metodológica à luz da BNCC. 2024. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2024.

SILVA, Juarez Bento et al. Multi-level Framework for technology integration in education. **Journal of e-Learning and Knowledge Society**, [s. l.], manuscrito submetido à publicação.

SILVA, Renata Arantes dos Santos. **Cultura Maker e educação sustentável nos anos iniciais do ensino fundamental**: um estudo da motivação em interface com BNCC e ODS. 2023. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

SILVA, Renildo Franco da; CORREA, Emilce Sena. **Novas tecnologias e educação**: a evolução do processo de ensino e aprendizagem na sociedade contemporânea. [S. l.: s. n.], 2014. p. 23-35. Disponível em: <http://gonzagapatriota.com.br/2013/numero-de-internautas-no-brasil-supera-pela-1a-vez-o-de->. Acesso em: 14 out. 2024.

SILVA, Rodrigo Barbosa; MERKLE, Luiz Ernesto. Perspectivas educacionais FabLearn: conceitos e práticas Maker no Brasil. In: FABLEARN CONFERENCE: PROMOVENDO EQUIDADE NA EDUCAÇÃO PELO MOVIMENTO MAKER, 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016.

SOUSA, Francilino Paulo de et al. Tecnologias Digitais, Cultura Maker e Modelagem: interfaces inovadoras no contexto da Educação Básica. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [s. l.], v. 17, n. 10, p. e9754, 2025. DOI: 10.55905/cuadv17n10-100.

STELLA, Ana Lucia et al. Bncc e a cultura Maker: uma aproximação na área da matemática para o ensino fundamental. **Revista Inovaeduc**, Campinas, p. 1-37, 2021. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/inovaeduc/article/view/15>. Acesso em: 19 jul. 2024.

STEVENSON, Michael et al. By design: professional learning ecologies to develop primary school teachers' Makerspaces pedagogical capabilities. **British Journal of Educational Technology**, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 1260-1274, 2019. DOI: 10.1111/bjet.12743.

STURMER, Carlos Rogério; MAURICIO, Cláudio R. M. Cultura Maker: como sua aplicação na educação pode criar um ambiente inovador de aprendizagem. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 8, p. 77070–77088, 5 ago. 2021.

TABARÉS, R.; BONI, A. Maker culture and its potential for STEM education. **International Journal of Technology and Design Education**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 241–260, 1 mar. 2023.

TRANSFORMATIVE LEARNING TECHNOLOGIES LAB (TLTL). **FabLearn Labs**. New York: Columbia University, 2026. Disponível em: <https://tltlab.org/fablearn-labs/>. Acesso em: 13 jan. 2026.

TRINDADE, Cícero da; TRAJANO, Lidiane Maria da Silva. Dimensões curriculares e pedagógicas da cultura maker na educação brasileira. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [s. l.], v. 11, n. 5, p. 6798–6811, 2025. DOI: 10.51891/rease.v11i5.19500. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/19500>. Acesso em: 27 jan. 2026.

TRUST, Torrey. 2017 ISTE standards for educators: from teaching with technology to using technology to empower learners. **Journal of Digital Learning in Teacher Education**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 1-3, 2018.

UM LUGAR AO SOL. Rio de Janeiro: Globo Comunicação e Participações, 2021. 1 vídeo (30 min). Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/10164608/>. Acesso em: 14 nov. 2025.

UNESCO. **ICT Competency Framework for Teachers**. Version 3. Paris: UNESCO, 2018. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721>. Acesso em: 15 jan. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **IntecEdu**: Inovações Tecnológicas na Educação. Araranguá: RexLab/UFSC, [2024?]. Disponível em: <https://intecedu.rexlab.ufsc.br/?lang=pt>. Acesso em: 16 nov. 2025.

VALENTE, J. A. A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M. C. R. A. (org.). **Tecnologia no ensino**: implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

VALVERDE, J.; GARRIDO, M. C.; SOSA, M. J. Políticas educativas para la integración de las TIC en Extremadura y sus efectos sobre la innovación didáctica y el proceso enseñanza-aprendizaje: la percepción del profesorado. **Revista de Educación**, Madrid, n. 352, p. 99–124, 2010.

WANG, W.; SHAN, J. A preliminary investigation into creativity fostering behaviors of maker teachers in Shanghai. In: SOCIETY FOR INFORMATION TECHNOLOGY & TEACHER EDUCATION INTERNATIONAL CONFERENCE, 30., 2019, [S. l.]. **Proceedings [...]**. [S. l.]: AACE, 2019. p. 1432–1437. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/primary/p/207834/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

WENG, Xiaojing; CHIU, Thomas K. F.; TSANG, Cheung Chun. Promoting student creativity and entrepreneurship through real-world problem-based Maker education. **Thinking Skills and Creativity**, [s. l.], v. 45, p. 101046, 2022.

WENGER, E. **Comunidades de prática**: aprendizagem, significado e identidade. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.