

Título

Educação 5.0 em Laboratório Maker Municipal: uma pesquisa-ação sobre letramento digital, aprendizagem por projetos e desenho de um modelo escalável para políticas públicas educacionais

Autores

Nome: Leandro França de Mello; Paulo Guilherme Alvares; Emerson Campos.

Instituição: Instituto Inosu Acertas

E-mail: paulo.alvares@iainstituto.org.br

Resumo

Este estudo apresenta uma pesquisa-ação aplicada à implantação do programa Educação 5.0 em um laboratório maker municipal (Fab Lab), envolvendo estudantes do Ensino Fundamental II da rede pública. A investigação combinou diagnóstico inicial de perfil sociocultural, educacional e tecnológico de 132 estudantes, intervenção pedagógica baseada em cultura maker, metodologias ágeis e aprendizagem por projetos, e avaliação de resultados acadêmicos e formativos. Observou-se incremento médio de desempenho escolar, ampliação do letramento digital, desenvolvimento de competências criativas e produção de projetos tecnológicos. A análise crítica identificou lacunas relacionadas ao letramento digital de base, dependência de plataformas, logística de acesso, sustentabilidade institucional e robustez avaliativa. Como contribuição teórica e prática, propõe-se o modelo Educação 5.0+, orientado à escalabilidade, equidade, avaliação multinível e governança municipal. O estudo contribui para o debate sobre políticas públicas de inovação educacional em contextos urbanos e de médio porte.

Palavras-chave: pesquisa-ação; educação maker; Fab Lab; letramento digital; políticas públicas educacionais; inovação pedagógica.

Abstract

This article presents an action-research study on the implementation of the Education 5.0 Program in a municipal maker laboratory (Fab Lab) in a Brazilian public education context. The study combined an initial diagnostic survey with 132 lower secondary students, aimed at mapping sociocultural, educational, and digital profiles, with a pedagogical intervention based on maker culture, project-based learning, agile methodologies, and hybrid delivery (in-person and online). Academic performance

indicators reported average improvements of 17% in Mathematics, 14% in Portuguese, and 22% in Science, alongside significant gains in digital literacy, student engagement, creativity, teamwork, and the development of 13 student-led technological projects.

A critical analysis identified structural gaps that limit scalability and internal validity, including insufficient baseline digital literacy, dependency on digital platforms and update timing, logistical barriers to equitable access, sustainability of software licensing, and limited robustness of impact evaluation. Based on these findings, the study proposes an enhanced model, Education 5.0+, structured around explicit digital literacy bootcamps, modular learning cycles, offline-first content architecture, multi-level assessment frameworks, and municipal governance toolkits to support scalability and policy adoption.

The research contributes empirically and conceptually to the fields of maker education, digital inclusion, and educational innovation in public systems, offering a replicable framework for municipalities seeking to integrate technological competencies, creativity, and equity into formal education policies.

Keywords: action research; maker education; Fab Lab; digital literacy; project-based learning; educational policy; educational innovation.

1. Introdução

A ampliação do acesso a dispositivos digitais e conectividade não garante, por si só, a formação de competências digitais, criativas e cognitivas necessárias à inserção social e produtiva contemporânea. Em redes públicas de ensino, observa-se frequentemente o paradoxo do “aluno conectado, mas não letrado digitalmente”, caracterizado por uso intensivo de celulares e redes sociais, associado a baixa autonomia operacional, baixa capacidade de produção autoral e dificuldade de transferência de habilidades para contextos acadêmicos.

O programa Educação 5.0 foi concebido como resposta institucional a esse desafio, estruturado em um laboratório maker municipal (Fab Lab), com foco em aprendizagem ativa, cultura de prototipação, tecnologias emergentes e projetos interdisciplinares. A implantação ocorreu em ciclos semestrais, combinando atividades presenciais e online, com acompanhamento pedagógico e produção de projetos tecnológicos.

Este estudo adota a abordagem de **pesquisa-ação**, integrando diagnóstico, intervenção, avaliação e redesenho do modelo pedagógico, buscando gerar conhecimento aplicado e contribuir para formulação de políticas públicas educacionais baseadas em evidências.

2. Problema de Pesquisa

Apesar da ampliação da infraestrutura digital nas redes públicas, persistem:

1. **Déficits estruturais de letramento digital básico**, que impactam a aprendizagem em ambientes tecnológicos.
2. **Baixa articulação entre currículo tradicional e competências do século XXI** (criatividade, pensamento computacional, trabalho em equipe, protagonismo).

3. **Fragilidade metodológica na avaliação de impacto de programas inovadores**, dificultando escalabilidade e institucionalização.
4. **Barreiras logísticas e institucionais** (transporte, licenças de software, dependência de talentos individuais).

O problema central é compreender **como uma intervenção maker estruturada pode impactar aprendizagem e competências**, e como seu desenho pode ser aprimorado para garantir equidade, sustentabilidade e replicabilidade em escala municipal.

3. Hipóteses

H1 – A inserção de metodologias maker e aprendizagem baseada em projetos aumenta o engajamento e o desempenho acadêmico dos estudantes.

H2 – A ausência de um módulo estruturado de letramento digital de base gera assimetrias de aprendizagem e sobrecarga pedagógica.

H3 – A adoção de avaliação multinível (aprendizagem, competências digitais, criatividade e permanência) aumenta a robustez do modelo para políticas públicas.

H4 – A padronização de processos, formação de multiplicadores e arquitetura “offline-first” favorece escalabilidade e sustentabilidade institucional.

4. Delimitação do Estudo

Dimensão	Delimitação
Território	Município de Lavras (MG)
Público	Estudantes do Ensino Fundamental II
A m o s t r a diagnóstica	132 estudantes
A m o s t r a intervenção	Aproximadamente 60 estudantes
Período	2022–2023
Escopo	Letramento digital, aprendizagem maker, avaliação de impacto educacional
Não incluído	Avaliação longitudinal de longo prazo (>2 anos); comparação randomizada

5. Metodologia

5.1 Tipo de estudo

Pesquisa-ação aplicada, de natureza qualitativa-quantitativa, com ciclos iterativos de diagnóstico, planejamento, ação, observação e reflexão.

5.2 Participantes

Estudantes matriculados na rede municipal, selecionados por adesão ao programa extracurricular.

5.3 Instrumentos de coleta

Tabela 1 — Instrumentos de Pesquisa

Instrumento	Objetivo	Tipo de dado	Momento
Questionário diagnóstico	Perfil sociocultural, tecnológico e educacional	Quantitativo	Pré-intervenção
Observação participante	Engajamento, dificuldades, adaptação	Qualitativo	Durante
Registros pedagógicos	Frequência, entregas, projetos	Quantitativo/qualitativo	Durante
Notas escolares	Indicador de aprendizagem	Quantitativo	Pré e pós
Portfólio de projetos	Avaliação criativa	Qualitativo	Pós

5.4 Cronologia da Pesquisa

Tabela 2 — Cronograma da Pesquisa-Ação

Etapas	Período	Atividades
Diagnóstico	Dez/2022	Aplicação de questionário
Planejamento	Jan–Fev/2023	Desenho pedagógico
Intervenção – Ciclo 1	Mar–Jul/2023	Vivências e fundamentos
Intervenção – Ciclo 2	Ago–Nov/2023	Projetos e pitch
Avaliação	Nov–Dez/2023	Consolidação dos dados
Redesenho	2024	Proposta Educação 5.0+

5.5 Arquitetura Pedagógica

Tabela 3 — Ciclos Pedagógicos

Ciclo	Duração	Objetivo
Ciclo 0 – Bootcamp	2–4 semanas	Letramento digital
Ciclo 1 – Núcleo Maker	8–10 semanas	Fundamentos e prototipação
Ciclo 2 – Projetos	8–10 semanas	Solução real e pitch

Pocket 2.0	16 semanas	Versão condensada
------------	------------	-------------------

6. Quadro de Variáveis

Tabela 4 — Variáveis da Pesquisa

Categoria	Variável	Indicador
Independente	Participação no programa	Frequência (%)
Independente	Exposição a metodologias maker	Horas/aula
Dependente	Aprendizagem	Notas escolares
Dependente	Letramento digital	Checklist operacional
Dependente	Criatividade	Rubrica de projetos
Moderadora	Perfil socioeconômico	Questionário
Moderadora	Acesso logístico	Transporte / distância

7. Procedimentos Éticos

O estudo observou os princípios éticos aplicáveis à pesquisa com seres humanos, especialmente quando envolve **menores de idade**:

✓ Consentimento informado

- Autorização formal dos responsáveis legais.
- Explicitação clara dos objetivos, métodos e uso dos dados.
- Participação voluntária, sem prejuízo acadêmico.

✓ Assentimento dos estudantes

- Linguagem acessível para compreensão dos participantes.
- Direito de recusa e desistência.

✓ Anonimização

- Remoção de nomes, endereços e identificadores.
- Uso apenas de dados agregados.

✓ Proteção de dados

- Armazenamento em ambiente restrito.
- Conformidade com LGPD.

✓ Uso pedagógico legítimo

- Nenhum prejuízo ao processo educacional.
 - Retorno social dos resultados para a comunidade.
-

8. Resultados

8.1 Resultados de aprendizagem (indicadores escolares)

O relato do programa aponta **incremento médio de desempenho** ao fim do ciclo anual, com crescimento de notas em três componentes curriculares: **Matemática (+17%), Português (+14%) e Ciências (+22%)**. Esses resultados são apresentados como evidência de viabilidade pedagógica do modelo, associada à adoção de práticas maker, integração de tecnologia ao processo de ensino-aprendizagem e trabalho por projetos.

Interpretação: no âmbito de pesquisa-ação, tais resultados configuram evidência empírica forte do ponto de vista da prática, porém dependem de maior detalhamento metodológico (ver seção de limitações) para afirmações causais.

8.2 Evolução do letramento digital e superação de barreiras iniciais

Durante a implementação, identificou-se **baixa familiaridade com informática básica** (por exemplo, uso de mouse e digitação), o que demandou **inserção progressiva de letramento digital** dentro das disciplinas do currículo. O relatório registra uma “conquista” ao notar avanço dos estudantes no trato com tecnologia e superação de dificuldades iniciais.

Achado central: a intervenção revelou que o letramento digital de base deve ser tratado como **pré-condição explícita** (e não apenas conteúdo transversal), pois impacta ritmo, autonomia e eficácia das trilhas avançadas.

8.3 Engajamento, protagonismo e criatividade: portfólio de projetos

No segundo semestre, o programa operou com foco em projetos, envolvendo etapas de **brainstorm, votação, prototipação, pesquisa de mercado, roteiros, modelagem 3D e desenho de circuitos**, culminando em apresentação (pitch). O relatório descreve a existência de **13 projetos** (robótica, automação, podcast, site, jogos), com exemplos detalhados por turma (p.ex., alimentador automático de pássaros).

Resultado qualitativo: a produção de projetos funcionou como indicador de criatividade aplicada e trabalho em equipe, evidenciando que o modelo promove autoria e resolução de problemas.

8.4 Frequência e barreiras de acesso

A frequência presencial apresentou variações por perfil territorial: estudantes da zona rural mostraram maior presença quando havia transporte disponível, enquanto outras turmas oscilaram por dificuldade de deslocamento até o laboratório.

Resultado operacional: logística e acesso (transporte/território) configuraram variável moderadora crítica, com implicações diretas para equidade do programa.

8.5 Resultados da arquitetura híbrida (presencial + online)

A dinâmica do projeto combinou **2h presenciais + 2h online por semana**. Contudo, houve problemas operacionais no fluxo do conteúdo online, exigindo “força-tarefa” e apontando que atualizações da plataforma “custavam a acontecer”, com perda de timing pedagógico, embora a carga tenha sido cumprida por vias alternativas.

Achado: o modelo híbrido é viável, mas depende de uma estratégia “offline-first” e de versionamento de conteúdos para reduzir fricção e dependência do tempo de atualização da plataforma.

9. Discussão

9.1 Triangulação com a literatura e casos correlatos

Os resultados observados em Lavras dialogam com evidências internacionais e nacionais sobre educação maker: aumento do engajamento e aprendizagem experiencial, mas também a necessidade de desenho pedagógico robusto para evitar que a inovação beneficie desproporcionalmente quem já tem maior repertório. A literatura sobre fabricação digital em educação ressalta o potencial democratizador, condicionado à equidade e à intencionalidade pedagógica. Iniciativas como FabLab@School indicam que a efetividade depende de integração curricular, formação de facilitadores e ambientes estruturados para autoria.

9.2 Causas prováveis dos ganhos observados

A partir dos dados e da descrição do programa, quatro fatores aparecem como prováveis mecanismos de impacto:

1. **Andaimagem prática:** aprendizagem por fazer, prototipação e visualização concreta de conceitos.
2. **Engajamento por autoria:** criação de jogos, robôs e produtos, aumentando vínculo com conteúdo.
3. **Metodologias de gestão (SCRUM/Kanban):** organização do trabalho e clareza de metas.
4. **Integração transversal do letramento digital:** redução gradual de barreiras operacionais.

9.3 Lacunas identificadas que limitam escalabilidade e validade interna

Apesar dos resultados promissores, a leitura crítica evidencia lacunas:

- **Letramento digital de base insuficientemente formalizado** (necessidade de ciclo inicial explícito).
- **Dependência de plataforma e timing** do EAD.
- **Equidade de acesso** afetada por transporte/território.
- **Sustentabilidade de licenças e softwares**, com necessidade de licenças coletivas para ferramentas (p.ex., Construct 3; Canva Pro) em escala municipal (descritas no relatório por disciplina).
- **Robustez avaliativa:** ausência de grupo de comparação, rubricas padronizadas e métricas longitudinais.

10. Proposta do Modelo Educação 5.0+ (novo modelo)

Com base nos achados, propõe-se o **Educação 5.0+**, com cinco eixos:

(1) Equidade e permanência; (2) Arquitetura pedagógica por ciclos; (3) Infraestrutura offline-first; (4) Avaliação multinível; (5) Governança e escalabilidade.

10.1 Arquitetura por ciclos (refinada)

- **Ciclo 0 – Bootcamp de Letramento Digital (2–4 semanas)**
Objetivo: nivelamento operacional (mouse/teclado, digitação, arquivos, pesquisa, e-mail, segurança).
Produto: microcredencial “Fundamentos Digitais”.
- **Ciclo 1 – Núcleo Maker (8–10 semanas)**
Objetivo: cultura maker, prototipação, design, lógica, comunicação.
Produto: portfólio mínimo (protótipos + registro).
- **Ciclo 2 – Projetos e Pitch (8–10 semanas)**
Objetivo: resolução de problemas, MVP, teste, apresentação pública.
- **Pocket 2.0 (16 semanas)**
Integração de Bootcamp (primeiras 2 semanas) + projeto desde a aula 1 (metas quinzenais).

10.2 Infraestrutura “offline-first”

- Pacotes de conteúdo com versão local: **PDF + vídeo leve + checklist + atividade**.
- Sincronização periódica, reduzindo dependência de atualização centralizada (problema relatado no caso) .

10.3 Governança e escalabilidade: “Kit Municipal”

- Manual do facilitador;
- Planos de aula e checklists;
- Formação de multiplicadores (docentes/tutores);
- Política de licenças e alternativas open-source;
- Protocolo de transporte e roteirização (equidade territorial) .

11. Rubricas e métricas (tabelas)

Tabela 5 — Rubrica de Avaliação de Projetos (Educação 5.0+)

Dimensão	Nível 1 (Inicial)	Nível 2 (Básico)	Nível 3 (Proficiente)	Nível 4 (Avançado)
Problema & propósito	problema vago	problema definido	problema com justificativa	problema validado com evidências
Ideação	poucas ideias	algumas alternativas	ideação estruturada	ideação com critérios e priorização

Prototipação	rascunho simples	protótipo básico	protótipo funcional	protótipo testado e iterado
P e n s a m e n t o computacional	pouca lógica	lógica parcial	lógica consistente	otimização e generalização
E x e c u ç ã o & colaboração	baixa cooperação	cooperação eventual	equipe organizada	liderança distribuída e autonomia
C o m u n i c a ç ã o (pitch)	pouco claro	claro com lacunas	claro e convincente	narrativa excelente + dados + demo
R e g i s t r o & reflexão	sem registro	registro mínimo	registro completo	reflexão crítica + melhorias

Tabela 6 — Checklist de Letramento Digital (Ciclo 0)

Competência	Indicador operacional (sim/não)
Navegação e interface	usa mouse/trackpad, janelas e abas
Digitação	atinge velocidade mínima e correção
Arquivos	cria, nomeia, salva e organiza pastas
Pesquisa	usa operadores simples e avalia fontes
Comunicação	e-mail / login / senhas / etiqueta digital
Segurança	entende privacidade e riscos básicos

Tabela 7 — Indicadores multinível (monitoramento anual)

Camada	Indicadores	Fonte
Aprendizagem	notas + teste pré/pós	escola / projeto
Competência digital	checklist + tarefas	laboratório
Criatividade	rubrica + portfólio	projeto
Permanência	frequência, evasão, motivos	registros
Equidade	resultados por território/perfil	diagnóstico + logs
Sustentabilidade	custo por aluno, licenças	gestão

11. Limitações do Estudo

1. **Ausência de grupo controle:** limita inferência causal sobre ganhos de notas.

2. **Detalhamento incompleto de mensuração:** percentuais médios são relatados sem descrever instrumento comparativo e variância.
3. **Possíveis vieses de seleção:** participação pode ter atraído estudantes mais motivados.
4. **Dados qualitativos dependentes de observação participante:** risco de viés do pesquisador.
5. **Restrições logísticas locais:** transporte e acesso afetam representatividade e equidade .

Recomendação metodológica para o próximo ciclo: incluir desenho quase-experimental (turmas pareadas), testes padronizados pré/pós e análise estratificada por perfil de entrada.

12. Implicações para políticas públicas educacionais

1. **Política de letramento digital como base:** o “Ciclo 0” deve ser componente obrigatório antes de trilhas avançadas, evitando que acesso vire exclusão.
 2. **Equidade territorial:** transporte e horário são parte do desenho de política, não apenas logística .
 3. **Modelo replicável municipal (Kit):** institucionaliza o programa e reduz dependência de talentos individuais.
 4. **Avaliação de impacto e accountability:** indicadores multinível fortalecem governança e atração de recursos.
 5. **Economia de licenças e sustentabilidade:** diretriz municipal para licenças educacionais e alternativas abertas .
-

13. Apêndices (instrumentos e modelos)

Apêndice A — Estrutura sugerida do Questionário Diagnóstico (resumo)

Bloco 1 – Perfil: idade, série, escola, território (urbano/rural), composição familiar.

Bloco 2 – Infraestrutura: celular, computador, internet, local de uso.

Bloco 3 – Uso digital: redes, jogos, pesquisa, produção, frequência.

Bloco 4 – Escola: disciplinas preferidas, dificuldades, motivação, estudo.

Bloco 5 – Futuro: interesses profissionais, expectativas, cursos desejados.

Bloco 6 – Barreiras: transporte, tempo livre, apoio familiar.

(Se você quiser, eu converto em um instrumento pronto para Google Forms, com escalas Likert padronizadas.)

Apêndice B — Termo de Consentimento (modelo – responsáveis)

Conteúdo mínimo:

- Objetivo do estudo;
- Atividades envolvidas;
- Riscos mínimos e benefícios;
- Confidencialidade e anonimização;

- Voluntariedade e desistência;
 - Contatos dos responsáveis pela pesquisa.
-

Apêndice C — Termo de Assentimento (modelo – estudante)

- Texto em linguagem simples;
 - Direitos de recusa;
 - Privacidade;
 - Como os dados serão usados.
-

Apêndice D — Plano de Aula padrão (template)

1. Objetivo da aula
 2. Competências (BNCC + digital)
 3. Materiais
 4. Etapas (10'/20'/30' etc.)
 5. Evidências de aprendizagem (produto do aluno)
 6. Registro (foto/print + diário de bordo)
-

Apêndice E — Diário de bordo do projeto (template)

- O que fizemos hoje
 - O que funcionou / não funcionou
 - Próximos passos
 - Papel de cada membro
 - Evidências (print/foto)
-

14. Referências (ABNT – versão base)

Observação importante: como eu não usei pesquisa web nesta conversa (para não misturar fontes externas sem você pedir), eu estou listando referências “clássicas” e reconhecidas. Se você quiser, eu posso “fechar” com DOI/links e normalização ABNT completa (NBR 6023:2018) numa revisão final.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and ‘making’ in education: The democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, Julia; BÜCHING, Corinne (org.). *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: transcript, 2013.

KEMMIS, Stephen; McTAGGART, Robin. Participatory Action Research. In: DENZIN, Norman; LINCOLN, Yvonna (org.). *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks: Sage, 2000.

THIOLLENT, Michel. *Metodologia da Pesquisa-Ação*. São Paulo: Cortez, 2011.

(Documento primário) INSTITUTO INOSU ACERTAS. *Relato de aprendizados e resultados da educação digital de Lavras – case Fab Lab*. Lavras, 2023.

(Documento primário) INSTITUTO INOSU ACERTAS. *Análise Pesquisa Alunos – FabLab Lavras*. Lavras, 2022.