

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LINCONL NILO PEREIRA

ECOSISTEMA DIDÁTICO EMBARCADO EM UM SERVIDOR RASPBERRY
PI DE BAIXO CUSTO: UMA SOLUÇÃO EM APRENDIZAGEM NAS MODALIDADES
DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO PARA WORLD SKILLS, E EDUCAÇÃO
BÁSICA PROFISSIONAL BRASILEIRA.

CURITIBA

2025

LINCONL NILO PEREIRA

ECOSSISTEMA DIDÁTICO EMBARCADO EM UM SERVIDOR RASPBERRY
PI DE BAIXO CUSTO: UMA SOLUÇÃO EM APRENDIZAGEM NAS MODALIDADES
DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO PARA WORLD SKILLS, E EDUCAÇÃO
BÁSICA PROFISSIONAL BRASILEIRA

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Gestão da Informação, do Setor de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Gestão da Informação.

Orientador: Prof. Dr. José Simão de Paula Pinto. Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Mendes Júnior.

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA CIÊNCIA SOCIAIS APLICADAS

Pereira, Linconl Nilo

Ecossistema didático embarcado em um servidor Raspberry PI de baixo custo : uma solução em aprendizagem nas modalidades de tecnologia da informação para worldskills, e educação básica profissional brasileira. / Linconl Nilo Pereira – Curitiba, 2025.

1 recurso on-line : PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Gestão da Informação.

Orientador: Prof. Dr. José Simão de Paula Pinto.

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Mendes Júnior.

1. Gestão da Informação. 2. Tecnologia educacional. 3. Gamificação. 4. Informática na educação. I. Pinto, José Simão de Paula. II. Mendes Júnior, Ricardo. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Gestão da Informação. IV. Título.

Bibliotecário: Nilson Carlos Vieira Junior - CRB-9/1797

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação GESTÃO DA INFORMAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **LINCONL NILO PEREIRA**, intitulada: **ECOSSISTEMA DIDÁTICO EMBARCADO EM UM SERVIDOR RASPBERRY PI DE BAIXO CUSTO: UMA SOLUÇÃO EM APRENDIZAGEM NAS MODALIDADES DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO PARA WORLD SKILLS, E EDUCAÇÃO BÁSICA PROFISSIONAL BRASILEIRA**, sob orientação do Prof. Dr. JOSÉ SIMÃO DE PAULA PINTO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 02 de Dezembro de 2025.

Assinatura Eletrônica

10/12/2025 06:33:49.0

JOSÉ SIMÃO DE PAULA PINTO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

09/12/2025 18:23:14.0

MARCIO RODRIGO SANTOS

Avaliador Externo (INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

09/12/2025 22:19:26.0

EGON WALTER WILDAUER

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

11/12/2025 18:35:29.0

ALEX LUIZ DE SOUSA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA)

À memória de **Nilo Trindade Pereira** (*in memoriam*),

Meu pai, maior incentivador e alicerce silencioso desta trajetória. Foi quem me ensinou que o conhecimento não se encerra no mestrado, mas se aprofunda na alma. Sua fé inabalável na educação e o orgulho que transbordava nas formaturas da família, especialmente de suas netas, foram o combustível para minha persistência.

Guardo com carinho a lembrança dos nossos finais de semana: eu com o laptop aberto, construindo esta tese, e ele ao meu lado, oferecendo uma presença plena de alegria e confiança que dissipava qualquer dúvida.

Ele esteve comigo em cada degrau: da escola militar na EEAR à UTFPR e, finalmente, ao mestrado e doutorado na UFPR. Pai, sua ausência física não apaga sua influência, seus valores e os ensinamentos de amor deixados pelo mestre Jesus Cristo. Este trabalho, fruto da coragem que você me ajudou a ter, é também seu.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, fonte de toda sabedoria e força espiritual, por ter sustentado minha caminhada ao longo desta missão acadêmica. Em cada desafio enfrentado, foi a fé que renovou minhas forças, concedendo perseverança, clareza e propósito para concluir esta etapa significativa da minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Simão de Paula Pinto, expresso minha profunda gratidão pelo aprendizado construído ao longo do mestrado e do doutorado. Seus ensinamentos, conselhos precisos e intervenções assertivas foram determinantes para o amadurecimento científico deste trabalho. Sua postura ética, rigor acadêmico e comprometimento com a pesquisa deixaram marcas permanentes na minha formação como pesquisador.

À Dra. Giuliana Gadelha Pereira, minha filha, agradeço de forma especial pelo suporte acadêmico, pelas trocas intelectuais qualificadas e pelas reflexões sobre os processos de aprendizagem dos discentes, que enriqueceram significativamente a construção desta tese. Sua trajetória acadêmica e sensibilidade científica foram inspiração e apoio fundamental ao longo deste percurso.

À Dra. Giovanna Gadelha Pereira, minha filha, manifesto minha gratidão pela presença marcante na defesa desta tese, tornando aquele momento único e profundamente emocionante. Sua participação simbolizou não apenas apoio familiar, mas a concretização de valores compartilhados ao longo de nossa caminhada.

Agradeço a todos os meus familiares, que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse possível. Em especial, à Ruth Leonilda Zambão Pereira, pelas orações constantes, pelo incentivo incondicional e pela confiança permanente, que se traduziram em força nos momentos mais desafiadores desta jornada.

Este trabalho é resultado não apenas de esforço acadêmico, mas de fé, apoio, diálogo e amor, que juntos tornaram possível a realização deste sonho.

"O objetivo principal da educação é criar pessoas que sejam capazes de fazer coisas novas, não simplesmente repetir o que outras gerações fizeram." Jean Piaget, em entrevista sobre as metas da educação (1964).

RESUMO

Esta tese propõe o desenvolvimento de um Ecossistema Didático de Tecnologia da Informação embarcado em um servidor *Raspberry Pi* de baixo custo, destinado a aprimorar a aprendizagem técnica, a inclusão digital e o preparo de estudantes para competições de excelência, como a WORLD SKILLS, bem como apoiar a formação profissional na educação básica e técnica brasileira. O estudo parte da constatação de que desigualdades de infraestrutura tecnológica comprometem significativamente o aprendizado em cursos de TI, exigindo soluções acessíveis, escaláveis e pedagogicamente fundamentadas. O ecossistema concebido integra serviços de servidor WEB, NAS, plataformas WEB e Mobile, e um conjunto de ferramentas educacionais alinhadas às Metodologias Ativas, à Gestão da Informação e à Gamificação, favorecendo práticas de ensino mais autônomas, dinâmicas e orientadas ao desempenho. Metodologicamente, a pesquisa adota o Design Science Research (DSR), estruturado em seis etapas: identificação do problema, definição dos objetivos da solução, design e desenvolvimento do artefato, demonstração, avaliação e comunicação. A construção do ecossistema envolveu o desenvolvimento de aplicativos móveis, sites didáticos, conteúdos gamificados e a implementação completa de um servidor *Raspberry Pi* configurado para operar de forma offline e em redes locais, possibilitando a aprendizagem mesmo em regiões com baixa conectividade. A arquitetura foi apoiada em tecnologias como Flutter, Dart, MySQL, Python, Flask, IDE VS Code e ferramentas de modelagem como BPMN, UML e Astah. Os resultados obtidos evidenciam ganhos significativos em engajamento, autonomia e desempenho técnico dos estudantes envolvidos. Os formulários e experimentos realizados revelaram melhoria na organização dos estudos, maior interação docente- discente, fortalecimento de competências práticas e elevada aceitação do ecossistema pelos instrutores da educação profissional. Destaca-se também o impacto positivo no treinamento para modalidades da WORLD SKILLS, especialmente nas áreas de desenvolvimento de sistemas, WEB e mobile, com simulações de provas e trilhas de estudo customizadas. Conclui-se que o ecossistema didático embarcado em *Raspberry Pi* constitui uma alternativa viável, acessível e replicável para instituições de ensino que enfrentam desafios estruturais. A solução contribui para a democratização da tecnologia educacional, para o desenvolvimento da autonomia discente e para a aproximação entre currículo, mercado de trabalho e padrões internacionais de excelência técnica. O trabalho oferece diretrizes para expansão do modelo, incluindo sua aplicação em *hackathons*, trilhas de inovação e ambientes híbridos de aprendizagem.

Palavras-chave: Ecossistema didático; *Raspberry Pi*; WORLD SKILLS; Metodologias ativas; Tecnologia educacional; Gestão da Informação.

ABSTRACT

This dissertation proposes the development of a low-cost, *Raspberry Pi*-based Didactic Ecosystem for Information Technology, designed to improve technical learning, promote digital inclusion, and enhance the preparation of students for excellence-oriented competitions such as WORLDSKILLS, while also supporting the professional education offered in Brazilian basic and technical education. The research stems from the recognition that structural inequalities in technological infrastructure significantly compromise learning outcomes in IT programs, creating the need for accessible, scalable, and pedagogically grounded solutions. The proposed ecosystem integrates WEB and NAS server functionalities, WEB and Mobile platforms, and a set of educational tools aligned with Active Learning Methodologies, Information Management, and Gamification, thus fostering more autonomous, dynamic, and performance-oriented learning practices. Methodologically, the study adopts the Design Science Research (DSR) approach, structured into six phases: problem identification, objectives definition, artifact design and development, demonstration, evaluation, and communication. The artifact comprises mobile applications, didactic websites, gamified activities, and a fully operational *Raspberry Pi* server designed to function offline or on local networks, enabling learning in regions with limited internet access. The technological architecture incorporates Flutter, Dart, MySQL, Python, Flask, the VS Code IDE, and modeling tools such as BPMN, UML, and Astah. The results reveal significant gains in student engagement, autonomy, and technical performance. Data collected through questionnaires and experimental activities indicate improvements in study organization, enhanced teacher-student interaction, strengthened practical competencies, and high acceptance of the ecosystem among instructors in professional education settings. The ecosystem also demonstrated strong potential for improving WORLDSKILLS training, particularly in IT-related areas such as systems development, WEB development, and mobile development, through simulated assessments and customized learning pathways. The study concludes that a *Raspberry Pi*-based didactic ecosystem is a feasible, accessible, and replicable alternative for educational institutions facing infrastructure limitations. The solution contributes to democratizing access to educational technology, fostering learner autonomy, and aligning curricula with industry expectations and international standards of technical excellence. The dissertation also presents guidelines for expanding the model, including its use in hackathons, innovation pathways, and hybrid learning environments.

Keywords: Didactic ecosystem; *Raspberry Pi*; WORLDSKILLS; Active learning; Educational technology; Information Management.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PRINCIPAIS AUTORES SOBRE APRENDIZAGEM	59
FIGURA 2 – PRINCIPAIS AUTORES FAVORÁVEIS À TECNOLOGIA NA APRENDIZAGEM	62
FIGURA 3 – PRINCIPAIS PARTES E PONTOS DE CONEXÃO DO <i>RASPBERRY PI 4B</i>	92
FIGURA 4 – SEQUÊNCIA PARA IMPLANTAÇÃO DE SERVIDOR WEB NO <i>RASPBERRY PI</i>	102
FIGURA 5 – <i>RASPBERRY 3B</i> E <i>RASPBERRY 4B</i> UTILIZADOS NESSE PROJETO	103
FIGURA 6 – APACHE INSTALADO, IP DO SERVIDOR E ACESSO DE APLICATIVO	104
FIGURA 7 – <i>SPLASH SCREEN</i>	106
FIGURA 8 – <i>LOGIN</i> , CADASTRO E MATERIAS	107
FIGURA 9 – SISTEMA BIBLIOTECH.....	122
FIGURA 10 – FUNÇÕES BIBLIOTECH	122
FIGURA 11 – ÁREA DE GERENCIAMENTO DE TURMAS: UDESCORES PROFESSOR E RANKING	124
FIGURA 12 – ESQUEMA DA PONTE DE ESPAGUETE	139
FIGURA 13 – AULA DE FÍSICA 1	139
FIGURA 14 – AULA DO JÚRI SIMULADO.....	140
FIGURA 15 – SLIDE DIDÁTICO	155
FIGURA 16 – SLIDE LÚDICO	156
FIGURA 17 – COMPETIÇÃO BOTICÁRIO	157
FIGURA 18 – MULHERES NA TECNOLOGIA, JOGO DA MEMÓRIA	157
FIGURA 19 – SITE PARA ESTUDO DA WORLD SKILLS	159
FIGURA 20 – SITE PARA ESTUDO DA WORLD SKILLS 2	160
FIGURA 21 – SITE PARA ESTUDO DA WORLD SKILLS 3	162
FIGURA 22 – PERFIL DOS PARTICIPANTES	165
FIGURA 23 – ANÁLISE DAS RESPOSTAS ABERTAS	166
FIGURA 24 – WIREFRAME	172
FIGURA 25 – PROTÓTIPO DO FIGMA	173
FIGURA 26 – ÁREAS DO UNDESCORE	175

FIGURA 27 – TELA INICIAL DO SITE DA UDESC.....	181
FIGURA 28 – TELA DAS DISCIPLINAS ERP E RELAÇÕES INTERPESSOAIS ...	181
FIGURA 29 – SITE LÚDICO 2	185
FIGURA 30 – SITE DIDÁTICO SESI.....	193
FIGURA 31 – REPOSITÓRIO GITHUB	195

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – INSTITUIÇÕES DE ENSINO PÚBLICAS E PARTICULARES	109
GRÁFICO 2 – RESPOSTAS DOS ESTUDANTES DO IME.....	112
GRÁFICO 3 – RESPOSTAS DOS TREINADORES DA <i>WORDSKILLS</i>	114
GRÁFICO 4 – RESPOSTAS DOS COMPETIDORES DA <i>WORDSKILLS</i>	116

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – PRINCIPAIS MODELOS DO <i>RASPBERRY PI</i> DE BAIXO CUSTO ...	92
QUADRO 2 – ESPECIFICAÇÕES DE HARDWARE RELEVANTES PARA UM ECOSSISTEMA DIDÁTICO EMBARCADO	94
QUADRO 3 – COMPARAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DE <i>RASPBERRY PI 3,4 E 5</i> PARA ECOSSISTEMAS EMBARCADOS DE APRENDIZAGEM	97
QUADRO 4 – QUESTIONÁRIOS ÀS INSTITUIÇÕES DE ENSINO	110
QUADRO 5 – QUESTIONÁRIOS AOS ESTUDANTES DO IME	113
QUADRO 6 – QUESTIONÁRIOS AOS TREINADORES DA <i>WORLDSKILS</i>	114
QUADRO 7 – QUESTIONÁRIOS AOS COMPETIDORES DA <i>WORLDSKILS</i>	116
QUADRO 8 – PLANO DE TESTES.....	191
QUADRO 9 – CONVERSOR DE TEMPERATURA.....	192

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – O <i>FRAMEWORK</i> DE ESPECIFICAÇÕES DE PADRÕES DA WORLDSKILLS PARA O DESENVOLVIMENTO WEB	143
TABELA 2 – <i>FRAMEWORK</i> DE ESPECIFICAÇÕES DE PADRÕES DA WORLDSKILLS PARA DESENVOLVIMENTO <i>MOBILE</i>	150
TABELA 3 – MULHERES NA TECNOLOGIA AO LONGO DO TEMPO	158

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

API – Application Programming Interface
BPMN – Business Process Model and Notation
CASE – Computer-Aided Software Engineering
CDIO – Conceive, Design, Implement, Operate
CSS – Cascading Style Sheets
DER – Diagrama de Entidade-Relacionamento
DFD – Diagrama de Fluxo de Dados
DMN – Decision Model and Notation
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
ER – Entidade-Relacionamento
ERD – Entity Relationship Diagram
GB – Gigabyte
GPIO – General Purpose Input/Output
HTML – HyperText Markup Language
LDB – Lei de Diretrizes e Bases
LPDDR4 – Low-Power Double Data Rate 4
NAS – Network Attached Storage
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PBL – Problem-Based Learning
PI – *Raspberry Pi*
RAM – Random Access Memory
RDBMS – Relational DataBase Management System
REA – Recursos Educacionais Abertos
SD – Sequência Didática
SQL – Structured Query Language
TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação
TI – Tecnologia da Informação
UI – User Interface
UML – Unified Modeling Language
UX – User Experience
WEB – World Wide WEB

WSGI – WEB Server Gateway Interface

LISTA DE SÍMBOLOS

- © - copyright
- @ - arroba
- ® - marca registrada
- Σ - somatório de números
- Π - produtório de números

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
1.1 PROBLEMA	24
1.2 OBJETIVOS	26
1.2.1 Objetivo geral	26
1.2.2 Objetivos específicos.....	26
1.3 JUSTIFICATIVA	27
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	30
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	32
2.1 ECOSSISTEMAS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM E O CONTEXTO DA GESTÃO DA INFORMAÇÃO	32
2.2 O CONTEXTO DA EXCELÊNCIA TÉCNICA: WORLD SKILLS E PADRÕES GLOBAIS.....	36
2.2.1 Padronização de Benchmarks e Gestão do Conhecimento Curricular.....	37
2.2.2 Disseminação de Informação Técnica de Alto Valor	39
2.3 ARQUITETURA TECNOLÓGICA DO ECOSSISTEMA DIDÁTICO PROPOSTO	41
2.3.1 Infraestrutura de hardware e acessibilidade: Raspberry PI como Servidor de Baixo Custo	42
2.3.2 Camada de Desenvolvimento e Experiência do Usuário: Flutter, Dart e VS Code	43
2.3.3 Camada de dados e backend: MySQL, SQL, Phyton e Flask	46
2.3.4 Ferramentas de modelagem e documentação: Astah, BPMN, Diagrams.net e DrawSQL.....	50
2.3.5 Governança de Código e Versionamento: GitHub e Git	55
2.4 FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS: APRENDIZAGEM E METODOLOGIAS ATIVAS	56
2.4.1 Teorias da aprendizagem e o suporte tecnológico	58
2.4.2 Aprendizagem experimental de david Kolb e o suporte do ecossistema didático	63
2.4.3 Aprendizagem prática baseada em desafios (APBD)	65
2.4.4 Sequência didática em T.I e didática com metodologias ativas	66
2.5 A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO COMO VETOR DE MEDIAÇÃO E INCLUSÃO	69

2.5.1 O recurso didático-pedagógico no ensino-aprendizagem	70
2.5.2 Barreiras sistêmicas e o papel da tecnologia educacional	71
2.5.3 O processo de Aprendizagem como vetor de equidade em T.I.....	72
2.6 GESTÃO DO CONHECIMENTO, INOVAÇÃO E CAPITAL HUMANO.....	74
2.6.1 A gestão do conhecimento na tomada de decisões	76
2.6.2 Gestão e inovação em ambientes educacionais	77
2.6.3 Intervenções estruturadas: mentoria e ambientes de aprendizagem ativa	79
2.6.4 Métodos de alto desempenho: Hackathons e competições	81
2.6.5 A validação do conhecimento na academia: O papel do ENADI.....	82
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	84
3.1 CLASSIFICAÇÃO E ABORDAGEM DA PESQUISA	84
3.1.1 O método Design Science Research (DSR) em Gestão da Informação (GI) ...	85
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA: O CICLO DA DSR.....	87
3.2.1 Etapa 1: identificação do problema e motivação	87
3.2.2 Etapa 2: Definição dos objetivos da solução (requisitos)	87
3.2.3 Etapa 3: Design e desenvolvimento do artefato	88
3.2.4 Etapa 4: demonstração – intervenção	88
3.2.5 Etapa 5: avaliação	88
3.2.6 Etapa 6: comunicação	89
3.3 DESIGN E DESENVOLVIMENTO DE ARTEFATO	89
3.3.1 Infraestrutura de hardware: O servidor Raspberry PI como artefato de baixo custo	89
3.3.2 Engenharia de software e gameficação	104
3.3.3 Questionários em profundidade	108
3.3.4 Formulários sobre pesquisa	109
3.4 CENÁRIOS DE INTERVENÇÃO E COLETA DE DADOS.....	118
3.4.1 Cenário 1: O Sistema Bibliotech como Piloto de Aprendizagem Situada	119
3.4.2 Cenário 2: Hackathons como Ambientes de Experimentação Acelerada	122
3.4.3 Cenário 3: Treinamento de Alto Desempenho (Padrão WORLD SKILLS)	125
3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	127
3.5.1 Pesquisa Documental e Análise de Padrões (Benchmarks).....	127
3.5.2 Questionários e Entrevistas em Profundidade	127
3.5.3 Observação Participante em Ambientes de Competição.....	128
3.6 VARIÁVEIS DE ANÁLISE E INDICADORES DE SUCESSO	129

3.6.1 Indicadores de Desempenho Técnico e Alinhamento com o ENADE	130
3.6.2 Indicadores de Inclusão e Equidade: O Recorte de Gênero	131
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	134
4.1 RESULTADOS OBTIDOS DOS FORMULÁRIOS	134
4.1.1 Quanto ao uso da tecnologia.....	134
4.1.2 Quanto a experiência dos instrutores e demanda em outras instituições.....	134
4.1.3 Quanto ao uso da IA e gameficação	136
4.1.4 Quanto ao uso de metodologias ágeis para o aprendizado utilizando o Trello	137
4.2 RESULTADOS OBTIDOS REFERENTES À DIDAÁTICA COM METODOLOGIAS ATIVAS	138
4.2.1 Ponte de espaguete	138
4.2.2 Júri Simulado.....	140
4.3 TECNOLOGIAS WEB – WORLD SKILLS	141
4.3.1 Framework para desenvolvimento WEB visando à WORLD SKILLS.....	143
4.4 DESENVOLVIMENTO MOBILE: VISÃO GERAL E ESPECIFICAÇÕES DA WORLD SKILLS.....	148
4.4.1 Frameworks para desenvolvimento mobile para WORLD SKILLS.....	149
4.5 SITE DIDÁTICO	155
4.6 SITE LÚDICO	156
4.7 COMPETIÇÕES DE T.I - MULHERES NA TECNOLOGIA	157
4.8 SITES PARA TREINAMENTO DA WORLD SKILLS	159
4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS GRÁFICOS APRESENTADOS	164
4.9.1 Análise Estatística dos dados de Campo	164
4.10 CICLO DE SOFTWARE UDESCORE – GAMEFICAÇÃO E HACKATHONS	167
4.10.1 Requisitos Funcionais	169
4.10.2 Requisitos não Funcionais	169
4.10.3 Análise e Planejamento	169
4.10.4 Etapa de Planejamento	170
4.10.5 Design (Projeto)	171
4.10.6 Wireframe: Estrutura Inicial	171
4.10.7 Ux Design no Figma	172
4.10.8 Implementação	173
4.10.9 Backend	173

4.10.10 Frontend	174
4.10.11 Protótipo	175
4.11 CICLO DE SOFTWARE MULTIDISCIPLINAR: DESENVOLVIMENTO DO WEBSITE DE SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO	176
4.11.1 Requisitos Funcionais	178
4.11.2 Requisitos Não Funcionais	178
4.11.3 Etapa de Análise	179
4.11.4 Etapa de Planejamento	179
4.11.5 Design (Projeto)	180
4.12 CICLO DE SOFTWARE JOGOS LÚDICOS	182
4.13 CICLO DE SOFTWARE JOGOS LÚDICOS	185
4.14 REPOSITÓRIO DE DESENVOLVIMENTO – GITHUB	193
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	197
5.1 VIABILIDADE ECONÔMICA, REPLICABILIDADE E POTENCIAL DE ADOÇÃO...	199
.....	199
5.1.1 Análise e detalhamento de custos do Ecossistema Didático Embarcado	199
5.1.2 Replicabilidade técnica do ecossistema em redes públicas	200
5.1.3 Replicabilidade pedagógica e flexibilidade curricular	201
5.1.4 Potencial de adoção em redes municipais e estaduais de ensino	201
5.1.5 Capacitação local e sustentabilidade institucional.....	202
5.1.6 Síntese e implicações para políticas públicas educacionais	203
5.2 LIMITAÇÕES TÉCNICAS, ESCALABILIDADE E DEPENDÊNCIA DE HARDWARE	203
5.3 PERSPECTIVAS FUTURAS: IA GENERATIVA E A EVOLUÇÃO DO ECOSSISTEMA	206
5.3.1 Inteligência Artificial Generativa e os novos paradigmas educacionais	206
5.3.2 Convergência entre IA generativa e ecossistemas didáticos embarcados	206
5.3.3 Personalização do aprendizado mediada por IA generativa	207
5.3.4 IA generativa como apoio às metodologias ativas e à aprendizagem prática	207
5.3.5 Implicações para avaliação, feedback e desempenho em competições	208
5.3.6 Aspectos éticos, pedagógicos e limitações futuras	209
5.3.7 Perspectivas futuras de pesquisa e evolução do ecossistema.....	209
REFERÊNCIAS.....	211
APÊNDICE 1 – CONSTRUÇÃO DOS SITES DIDÁTICO E LÚDICO.....	229

1 INTRODUÇÃO

A onipresença das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no ambiente educacional tem catalisado uma reformulação profunda não apenas nos conteúdos lecionados, mas na própria fenomenologia da aprendizagem. Conforme destaca Moran (2015, p. 16), essas tecnologias transcendem a função de ferramentas auxiliares; elas reconfiguram o ecossistema educativo, exigindo novos formatos, ritmos e espaços de interação. Neste cenário de transformação, a neuroeducação aponta que a tecnologia atua como uma parceira estratégica para dinamizar as práticas pedagógicas. Nascimento et al. (2022, p. 3) argumentam que a inserção intencional de recursos tecnológicos oportuniza ao docente repensar suas estratégias, fortalecendo o processo de ensino-aprendizagem ao alinhá-lo com a forma como o cérebro processa informações no contexto do século XXI.

No campo da educação técnica, especificamente na área de Tecnologia da Informação (TI), essa transformação é imperativa. As exigências do mercado global e de competições de excelência, como a WORLD SKILLS — o maior evento mundial de educação profissional — reforçam a necessidade de domínio prático, resolução de problemas em tempo real e adaptabilidade a inovações constantes (WORLD SKILLS INTERNATIONAL, 2023, p. 5). A formação de estudantes aptos a competir nesse nível de exigência requer mais do que um currículo estruturado; demanda acesso a tecnologias de ponta, metodologias ativas e ambientes de aprendizagem que estimulem a autonomia e a prática intensiva.

Contudo, a realidade de diversas instituições brasileiras, notadamente em regiões com infraestrutura limitada, apresenta obstáculos significativos à implementação dessas práticas inovadoras. A disparidade no acesso às tecnologias digitais não é apenas uma questão de hardware, mas um determinante crítico do sucesso educacional. Cherutti e Zucchetti (2022, p. 238) destacam que, em contextos de vulnerabilidade social, a exclusão digital compromete a continuidade e a qualidade da aprendizagem. Nesse cenário, torna-se urgente o desenvolvimento de soluções acessíveis, escaláveis e eficientes que promovam, simultaneamente, a inclusão digital e a excelência técnica.

Com base nessa necessidade, esta tese propõe a criação de um Ecossistema Didático Embarcado em um servidor *Raspberry Pi* — um

microcomputador de baixo custo, pequeno porte e ampla versatilidade, cuja eficácia em projetos educacionais já é documentada na literatura (SHOVIC, 2021; PINTO JARAMILLO, 2022; MONK; SIMON, 2022). O objetivo central é apoiar a formação de estudantes voltados à WORLDSKILLS, oferecendo um ambiente de estudo prático, autônomo e personalizável, capaz de operar independentemente de conexão de alta velocidade à internet. Soluções tecnológicas que operam offline, portanto, não são apenas alternativas técnicas, mas imperativos de justiça social educacional (CHERUTTI; ZUCCHETTI, 2022, p. 250).

Para atingir esse objetivo, foram definidos quatro eixos estruturantes: (a) desenvolver a arquitetura de um servidor de baixo custo com funcionalidades WEB e NAS (*Network Attached Storage*); (b) criar softwares educacionais nas plataformas WEB e *Mobile* para fortalecer o aprendizado técnico; (c) aplicar soluções tecnológicas que qualifiquem a interação docente-discente; e (d) aprimorar o estudo das modalidades da WORLDSKILLS nas áreas de TI.

Mais do que um artefato tecnológico, o ecossistema proposto representa uma intervenção pedagógica alinhada aos princípios da aprendizagem ativa, da personalização do ensino e do uso intencional das TICs (VALENTE, 2014, p. 85; BACICH; MORAN, 2018, p. 2). Trata-se de demonstrar que é possível promover experiências de aprendizagem robustas mesmo em cenários desafiadores, contribuindo para o preparo de profissionais autônomos e tecnicamente competentes. A integração de recursos digitais facilita o acesso a uma vasta gama de informações; segundo estudo de Johnson et al. (2016, p. 12), estudantes que utilizam tecnologia tendem a desenvolver habilidades críticas essenciais para o século XXI, como a resolução de problemas complexos.

A relevância da proposta é corroborada pelo cenário do mercado de trabalho. A dependência da sociedade e das organizações no setor de TI criou uma demanda crescente por especialistas qualificados. Dados da Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES, 2021, p. 8) indicam que o setor de TIC no Brasil apresentou crescimento de 22,9% em 2020. Complementarmente, o relatório da BRASSCOM (2021, p. 15) projeta um déficit de mão de obra que pode atingir 797 mil profissionais até 2025. Diante desse hiato entre a formação e a demanda, o investimento em ecossistemas de capacitação técnica acessíveis e de alto desempenho torna-se uma estratégia vital para a competitividade nacional.

O uso de tecnologias de baixo custo, como o *Raspberry Pi*, emerge como uma solução inovadora para mitigar essas lacunas. Kanashiro et al (2022) reforçam que o uso desse dispositivo em práticas educacionais não apenas reduz custos, mas inspira a criatividade e o aprendizado prático (hands-on), aspectos fundamentais para o treinamento na WORLD SKILLS. A questão central que este estudo busca responder é se a incorporação pragmática da tecnologia da informação, fundamentada em estratégias didáticas eficazes e gestão do conhecimento, pode contribuir significativamente para o sucesso educacional e a excelência técnica na educação básica e profissional brasileira.

1.1 PROBLEMA

A revolução digital reposiciona as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) de meras ferramentas auxiliares a agentes transformadores do processo de ensino-aprendizagem. Essa dinâmica, que exige novos formatos e ritmos de interação, transcende a sala de aula tradicional (MORAN, 2015, p. 16). No contexto da Gestão da Informação e da Educação Profissional em Tecnologia da Informação (TI), a transformação é crítica, pois o setor demanda competências de alto nível para a solução de problemas complexos e a constante adaptação a inovações.

Essa exigência é materializada em competições globais de excelência técnica, como a WORLD SKILLS, o maior evento mundial de educação profissional (WORLD SKILLS INTERNATIONAL, 2023, p. 5). Preparar estudantes para o padrão WORLD SKILLS requer um ambiente de aprendizagem que maximize a autonomia, a prática intensiva e o acesso a infraestrutura tecnológica de ponta.

Contudo, a realidade brasileira é marcada pela desigualdade de acesso à tecnologia, resultando em infraestruturas limitadas que comprometem o potencial de muitos estudantes. Essa disparidade evidencia a urgência de soluções educacionais acessíveis, escaláveis e resilientes que promovam a inclusão digital e a excelência técnica simultaneamente (MIRANDA e PEREIRA NETO, 2021). A disparidade no acesso às tecnologias digitais não é apenas uma questão de hardware, mas um determinante crítico do sucesso educacional. Cherutti e Zucchetti (2022, p. 238) destacam que, em contextos de vulnerabilidade social, a exclusão digital compromete a continuidade e a qualidade da aprendizagem, evidenciando a

necessidade urgente de políticas e ferramentas que garantam a equidade no acesso ao conhecimento.

Com foco nessa lacuna, esta tese propõe a criação de um Ecossistema Didático Embarcado em um servidor de baixo custo baseado em *Raspberry Pi*. O objetivo central é apoiar a formação de estudantes das modalidades de TI da WORLDSKILLS, oferecendo um ambiente prático e personalizável para a gestão autônoma do conhecimento. A eficácia de intervenções tecnológicas na promoção dessa autonomia é corroborada por Sáez-Delgado et al. (2023, p. 2), que demonstram, por meio de meta-análise, que o uso estruturado de tecnologia favorece significativamente a autorregulação da aprendizagem, permitindo que o estudante gerencie seu próprio ritmo e estratégias de estudo, superando as limitações de infraestrutura tradicional.

O ecossistema não representa apenas uma solução tecnológica, mas sim uma proposta pedagógica que se alinha aos princípios do Construcionismo (PAPERT, 1991), da Aprendizagem Ativa (BACICH; MORAN, 2018, p. 2) e da Gamificação (KICHEROVA et al, 2020), promovendo a personalização do ensino por meio do uso intencional das TICs. Essa abordagem visa, na prática, criar experiências de aprendizagem ricas e eficazes em cenários desafiadores, contribuindo para a formação de profissionais mais autônomos, criativos e tecnicamente preparados para a alta competitividade global.

O déficit de mão de obra qualificada é o pano de fundo que agrava o problema de pesquisa. O setor de TI no Brasil enfrenta um descompasso entre a demanda crescente e a oferta de profissionais com o nível de excelência exigido, com projeções da BRASSCOM (2021, p. 15) indicando um déficit de 797 mil profissionais até 2025. O uso de metodologias ativas e tecnologia embarcada, como o *Raspberry Pi*, emerge como um caminho promissor para mitigar esse déficit, inspirando a criatividade e o aprendizado prático fundamentais em competições de alto rendimento (MIRANDA e PEREIRA NETO, 2021).

Diante do exposto, a questão fundamental que norteia esta pesquisa é: a incorporação pragmática e didaticamente planejada dessa tecnologia da informação pode contribuir significativamente para o sucesso educacional e a excelência técnica na educação profissional? O escopo conceitual abrange a Gestão da Informação aplicada ao ambiente de aprendizagem, a fim de gerenciar o conhecimento técnico e promover a excelência do desempenho discente.

1.2 OBJETIVOS

A definição dos objetivos desta pesquisa alinha-se à necessidade contemporânea de validar as tecnologias educacionais não apenas como ferramentas de suporte, mas como variáveis intervenientes capazes de transformar a ecologia da aprendizagem. Gabarda Méndez et al. (2025, p. 5) destacam, em revisão sistemática, que o impacto da tecnologia no ensino superior e técnico depende intrinsecamente da intencionalidade pedagógica e da qualidade da implementação técnica. Nesse sentido, os objetivos aqui delineados buscam cobrir o ciclo completo de desenvolvimento, aplicação e validação de um artefato tecnológico, conforme preconizado por pesquisas sobre a construção de objetos de aprendizagem eficazes (PACHECO; AZAMBUJA; BONAMIGO, 2017, p. 3).

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a contribuição de um Ecossistema Didático Embarcado em servidor *Raspberry Pi*, fundamentado nos princípios da Gestão do Conhecimento e das Metodologias Ativas, como solução acessível, offline e replicável para a melhoria da aprendizagem, o aprimoramento do desempenho técnico e o fortalecimento da autonomia de estudantes nas modalidades de Tecnologia da Informação da WORLD SKILLS e da Educação Profissional.

1.2.2 Objetivos específicos

Para a consecução do objetivo geral, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos, estruturados de forma a garantir a robustez metodológica e a validação do artefato proposto:

- a) Projetar e implementar a arquitetura de hardware e software de um servidor de baixo custo baseado em *Raspberry Pi*, integrando funcionalidades de rede (WEB e NAS) que assegurem a acessibilidade e a estabilidade do sistema em contextos de infraestrutura limitada.
- b) Desenvolver e integrar um aplicativo móvel de gamificação e um conjunto de sites didáticos, estruturados como instrumentos de mediação

pedagógica, com o propósito de fomentar o engajamento, fortalecer a autonomia estudantil e apoiar a gestão ativa do aprendizado técnico nas modalidades de Tecnologia da Informação.

c) Avaliar o impacto do Ecossistema Didático no desempenho e na autorregulação dos estudantes em modalidades de T.I. da WORLD SKILLS, utilizando a coleta e análise de dados gerados pela plataforma e feedbacks qualitativos de docentes e discentes, conforme indicadores de eficácia de intervenções tecnológicas (SÁEZ-DELGADO et al., 2023, p. 8).

d) Sistematizar um modelo replicável de Ecossistema Didático Embarcado, fundamentado na Gestão do Conhecimento e nas Metodologias Ativas, propondo diretrizes para sua escalabilidade em diferentes contextos da Educação Profissional Brasileira, incluindo sua aplicação em ambientes de competição e inovação, como hackathons.

1.3 JUSTIFICATIVA

A utilização de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, especialmente quando voltada a contextos de alta performance como a WORLD SKILLS, justifica-se pela necessidade premente de alinhar a formação profissional às demandas da sociedade digital. A integração tecnológica não é apenas uma tendência, mas uma necessidade estrutural. Uma revisão sistemática recente evidencia que o uso de ferramentas digitais é fundamental para os processos de ensino, transcendendo a mera instrumentalização para se tornar um componente essencial que atende às características cognitivas dos alunos contemporâneos (GABARDA MÉNDEZ et al., 2025).

Ferramentas digitais tornam o aprendizado mais interativo e dinâmico, favorecendo o engajamento e a retenção de conteúdo. Estudos seminais, como os de Dahlstrom e Bichsel (2014), já destacavam que o uso de tecnologias no ensino superior aumenta significativamente a motivação e a eficácia da aprendizagem. Complementarmente, a personalização do ensino proporcionada por aplicativos educacionais está associada a melhorias substanciais no desempenho acadêmico, permitindo que o aluno avance conforme seu próprio ritmo e necessidades.

No entanto, o ensino de programação enfrenta desafios específicos no Brasil. A natureza lógico-matemática do conteúdo e a heterogeneidade dos ritmos

de aprendizagem geram barreiras que frequentemente resultam em desinteresse e evasão (ROCHA, 2010; PEREIRA; RAPKIEWICZ, 2004; KANASHIRO et al, 2022). A aprendizagem de algoritmos exige uma abordagem sistemática que pode ser intimidante (BENNEDSEN; CASPERSEN, 2005). É nesse cenário desafiador que a gamificação surge como uma estratégia complementar robusta e necessária.

O aplicativo AprendaS, desenvolvido nesta pesquisa, não é apenas uma ferramenta de avaliação, mas um ecossistema lúdico. Ele incorpora elementos de jogos — como sistemas de pontuação, rankings estaduais e recompensas — para tornar o processo educativo mais motivador. Souza et al. (2022) definem gamificação como a aplicação de elementos lúdicos em contextos não relacionados a jogos para potencializar o envolvimento. Embora o termo tenha ganhado relevância a partir de 2010, a prática é histórica na educação: o reconhecimento do trabalho escolar com "estrelinhas" ou o aumento progressivo da dificuldade em um ditado (níveis adaptados) são exemplos clássicos de mecânicas de jogo aplicadas ao ensino (SOUZA et al., 2022).

A Gamificação é, portanto, um pilar central na estratégia didática deste ecossistema. Conforme Zichermann e Cunningham (2011), o engajamento é maximizado quando se aplicam estruturas de recompensa, reforço e feedback imediato. Na esfera educacional contemporânea, essa técnica une-se à Inteligência Artificial (IA) para criar ambientes de Aprendizagem Adaptativa, onde o reforço é personalizado para direcionar o aluno aos conteúdos que exigem maior atenção (GARCIA, 2018). Além do aspecto motivacional, o ato de jogar contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas fundamentais, como atenção e memória (SHABALINA et al, 2019).

O termo gamificação compreende a aplicação de elementos de jogos em atividades de não jogos. Assim, embora a palavra tenha sido utilizada pela primeira vez em 2010, a gamificação tem sido aplicada há muito tempo. Na educação, por exemplo, a criança podia ter seu trabalho reconhecido com estrelinhas (recompensa) ou as palavras iam se tornando cada vez mais difíceis de serem soletradas no ditado da professora (níveis adaptados às habilidades dos usuários) (Souza et al, 2022).

Do ponto de vista pedagógico, a aplicação adota uma abordagem lúdica, conforme define Houaiss (2001), ao propor atividades que priorizam o prazer e o envolvimento do aluno como vetores de aprendizagem. Silva, Oliveira e Soares

(2023) reforçam que os jogos, ao aliam diversão a regras bem definidas, promovem a imaginação e facilitam a aprendizagem de maneira natural e voluntária. No AprendaS, os pontos acumulados definem a posição do aluno em um ranking, onde os melhores colocados recebem recompensas reais, valorizando o esforço e a dedicação.

Além do aplicativo móvel, a justificativa deste trabalho ampara-se no desenvolvimento de um site didático específico para apoiar alunos do curso técnico de Desenvolvimento de Sistemas do SENAI. O objetivo é incentivar o aprendizado de disciplinas da base comum e de programação WEB (JavaScript, CSS e HTML) por meio de metodologias inovadoras. Esse ambiente educacional propicia maior compreensão dos conteúdos e dinamismo nas atividades, podendo ser adaptado inclusive como apoio a exames seletivos como o ENEM e vestibulares, ampliando o impacto social da pesquisa.

A fundamentação epistemológica do ecossistema baseia-se no Construcionismo de Seymour Papert (1991), que sugere que o aprendizado é mais significativo quando o indivíduo constrói um artefato público. Essa abordagem está intimamente ligada à escolha do *Raspberry Pi* como plataforma de hardware. O uso de tecnologias de baixo custo e plataformas de prototipagem na educação brasileira é uma estratégia eficaz para contornar limitações orçamentárias e de infraestrutura (LIMA HORST; ZANKI CORDENONSI, 2021). De acordo com Rodriguez et al. (2020), a implementação de servidores baseados em *Raspberry Pi* fomenta um aprendizado mais interativo e engajador, permitindo que a teoria e a prática se integrem de maneira fluida.

Por fim, a relevância de mercado é inegável. A área de Tecnologia da Informação (TI) apresenta um déficit crítico de profissionais qualificados. Dados da BRASSCOM (2021) projetam uma carência de quase 800 mil profissionais até 2025. Diante desse cenário, o investimento em soluções de capacitação técnica acessíveis, como a proposta por este ecossistema, torna-se um imperativo estratégico para a competitividade nacional. A proposta de criar um servidor WEB de baixo custo, capaz de alinhar metodologias ativas com as exigências da *WORLDSKILLS*, não somente potencializa o ensino técnico, mas abre novas possibilidades pedagógicas para a inclusão digital em larga escala (DCHERUTTI e ZUCCHETTI, 2022).

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta tese está estruturada em seis capítulos, organizados de modo a conduzir o leitor desde a contextualização do problema até a apresentação e análise do artefato desenvolvido, conforme descrito a seguir:

O Capítulo 1, introdução, apresenta o cenário da pesquisa, definindo a problemática em torno da necessidade de infraestruturas de baixo custo para o ensino de tecnologia e o treinamento para competições como a WORLD SKILLS. São delineados os objetivos (geral e específicos), a justificativa da relevância do estudo e as delimitações da pesquisa.

O Capítulo 2 da Fundamentação Teórica estabelece as bases conceituais que sustentam o trabalho. Discute-se o estado da arte sobre o Ensino a Distância (EAD) e híbrido mediado por plataformas, o papel das competições profissionais (WORLD SKILLS) na inovação pedagógica, e o uso de sistemas embarcados (especificamente o *Raspberry Pi*) na educação.

Também são abordadas as metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) e a gamificação, além de questões sobre governança de TI e segurança da informação em ambientes acadêmicos. Consolidando as bases sobre Ecossistemas Digitais de Aprendizagem e Gestão da Informação, além de detalhar as escolhas tecnológicas que sustentam o servidor embarcado, como o uso de Raspberry Pi, Flutter e MySQL, articuladas aos princípios pedagógicos do Construcionismo e das Metodologias Ativas como formas essenciais de mediação do conhecimento no século XXI.

O terceiro capítulo descreve minuciosamente os Procedimentos Metodológicos, pautados pela abordagem da Design Science Research (DSR), detalhando cada fase do ciclo de desenvolvimento, o rigoroso levantamento de requisitos e os instrumentos utilizados para a coleta de dados, incluindo a aplicação de questionários, a realização de entrevistas em profundidade e a observação participante durante o processo de design do artefato.

No quarto capítulo, referente à Apresentação dos Resultados, ocorre a materialização do ecossistema didático, com a demonstração detalhada dos ciclos de desenvolvimento do aplicativo AprendaS e dos sistemas de gestão e jogos lúdicos, acompanhados pela análise estatística dos dados coletados em campo e

pela validação técnica da infraestrutura de baixo custo, finalizando com o direcionamento para o repositório público no GitHub.

Finalmente, o quinto capítulo traz as Considerações Finais, onde se sintetizam os achados da tese, verifica-se o alcance dos objetivos propostos e discute-se a viabilidade e a replicabilidade da solução no ensino público e profissional. Este encerramento apresenta as limitações encontradas e as sugestões para trabalhos futuros, com especial destaque para o potencial de integração de Inteligência Artificial Generativa ao ecossistema proposto, seguido pelas referências bibliográficas e apêndices documentais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Texto Neste capítulo, procede-se à construção do arcabouço teórico da pesquisa, articulando os pilares conceituais que estruturam a solução proposta: a Gestão da Informação (GI) aplicada à curadoria e fluxo do conhecimento técnico, o conceito de Ecossistemas Digitais de Aprendizagem, as bases pedagógicas do Construcionismo e das Metodologias Ativas, a aplicação da Gamificação como estratégia de engajamento e a análise da Tecnologia Embarcada de baixo custo (*Raspberry Pi*) no contexto da excelência técnica exigida pela *WORLDSKILLS*.

Em um cenário de aceleração digital, a tecnologia consolidou-se como um agente transformador no processo educativo, promovendo um aprendizado mais envolvente e acessível. A integração dessas ferramentas, de forma consciente e estrategicamente planejada, potencializa o desenvolvimento de novas competências, preparando os estudantes para os desafios do futuro. A ubíqua mudança tecnológica na sociedade atual levou ao surgimento de novos papéis profissionais que exigem competências cada vez mais complexas e desejáveis. Tais transformações possibilitam a automação de tarefas e a imersão na lógica dos códigos em diversos setores. Assim, a Tecnologia da Informação (TI) permeia o cotidiano de empresas e universidades, impactando todos os campos do conhecimento, ainda que o indivíduo não se torne um profissional de tecnologia (KANAAN, 2022).

O desenvolvimento de ferramentas tecnológicas para o ensino, como o ecossistema aqui proposto, configura-se como a criação de artefatos tecnológicos de mediação. Abreu et al. (2023, p. 2) reforçam que a elaboração desses artefatos, quando fundamentada em requisitos técnicos e pedagógicos claros, otimiza o processo de ensino-aprendizagem e a prática técnica, preenchendo lacunas deixadas por métodos tradicionais que não oferecem feedback imediato ou visualização de dados complexos. Para tal construção, foram realizados levantamentos de literatura com foco em artigos, dissertações e teses publicadas nos últimos cinco anos, priorizando a atualidade do debate nos campos de Gestão da Informação e Tecnologia Educacional.

2.1 ECOSSISTEMAS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM E O CONTEXTO DA GESTÃO DA INFORMAÇÃO

O conceito de ecossistema, transposto do campo biológico, é essencialmente uma rede complexa e interconectada de agentes que interagem e dependem uns dos outros para sustentar um determinado ambiente (MOORE, 1996). Na Tecnologia da Informação (TI), essa definição abrange uma rede coesa de hardware, software, processos, pessoas e, fundamentalmente, dados e informações que se articulam para atingir objetivos específicos (DI SERIO; VASCONCELLOS, 2009).

No contexto desta tese, o foco é o Ecossistema Digital de Aprendizagem (EA), que se configura como um ambiente dinâmico e multifacetado, combinando aplicativos, sistemas e colaborações estratégicas para promover a excelência em habilidades técnicas (MAHER et al., 2023, p. 5). A eficácia de um EA não depende apenas da disponibilidade da tecnologia, mas da sua capacidade de promover a intenção contínua de uso por parte dos estudantes. Estudos recentes que integram o Modelo de Sucesso de Sistemas de Informação (ISSM) ao contexto educacional demonstram que a Qualidade do Sistema (estabilidade e facilidade técnica), a Qualidade da Informação (precisão e relevância do conteúdo) e a Qualidade do Serviço são determinantes críticos para a satisfação do usuário e para o sucesso da aprendizagem online (HUSSEIN et al., 2022, p. 5).

A implementação de sistemas institucionais próprios para fins pedagógicos exige, contudo, protocolos de governança específicos. Pereira (2021) enfatiza que tais sistemas devem passar por 'controles rigorosos de acesso, registro e supervisão' para garantir a segurança da informação educacional. Essa premissa válida a arquitetura do Ecossistema proposto nesta tese, que opera em rede local (offline) no *Raspberry Pi*, mitigando riscos de exposição de dados sensíveis dos alunos na internet aberta e assegurando a soberania dos dados institucionais."

Tais ecossistemas transcendem a simples adoção de ferramentas digitais, representando uma arquitetura pedagógica complexa onde a Gestão da Informação (GI) desempenha um papel crucial. A GI é central para o sucesso de um EA, pois é responsável por organizar, armazenar, recuperar e, sobretudo, interpretar o vasto volume de dados gerados pelos estudantes (MARIN et al, 2024). O valor do ecossistema reside na conversão de dados brutos de desempenho (quizzes, tempo de resposta, rankings) em informação açãoável (como o progresso individual e áreas de dificuldade), que, por sua vez, se transforma em conhecimento quando aplicado para personalizar o treinamento (KANAAN, 2022).

Nesse ecossistema didático, a utilização de plataformas de aprendizado online, como *Moodle* e Google Classroom, é amplamente documentada por oferecer cursos e materiais didáticos que facilitam a interação eficaz entre instrutores e alunos, promovendo a troca de recursos e a realização de avaliações em tempo real (UMAH et al, 2020). Essas plataformas são projetadas para serem intuitivas, mas dependem da infraestrutura subjacente para garantir a acessibilidade e a adaptabilidade.

A integração de sistemas de simulação e ferramentas de desenvolvimento é fundamental para o aprendizado prático e o alinhamento com a WORLDSKILLS, que exige excelência em TI. Softwares como o Visual Studio, GitHub e ambientes de desenvolvimento integrado (IDEs) são amplamente utilizados para o ensino de programação e gerenciamento de projetos. A prática em ambientes simulados e controlados ajuda a preparar os participantes para os desafios reais da competição e do mercado de trabalho (SILVA; DIAS; ESCUDEIRO, 2022).

A arquitetura do ecossistema proposto dialoga diretamente com o conceito de Aprendizagem Ubíqua (*u-learning*). Diferente do ensino tradicional confinado à sala de aula, a aprendizagem ubíqua, apoiada por tecnologias móveis e redes sem fio, permite que o processo educativo ocorra em qualquer lugar e a qualquer momento, integrando espaços físicos e virtuais. Gallego-Lema et al. (2017, p. 760) demonstraram que o uso de tecnologia móvel expande as fronteiras da sala de aula, permitindo que o estudante acesse o conhecimento no contexto exato de sua necessidade, o que é essencial para o treinamento prático e dinâmico exigido em competições de alto nível.

A evolução das ferramentas de *e-learning* impõe que o desenvolvimento de ecossistemas de aprendizagem priorize a Experiência do Utilizador (UX) e a usabilidade. Garcia (2023, p. 2) reforça que as ferramentas atuais devem ir além da funcionalidade técnica, oferecendo interfaces agradáveis e estratégias pedagógicas bem definidas que apoiem tanto estudantes quanto docentes. O design do aplicativo AprendaS reflete essa preocupação, buscando uma interação fluida que minimize barreiras tecnológicas e maximize o foco no conteúdo, reduzindo a carga cognitiva estranha associada ao uso da ferramenta.

Outro aspecto essencial do EA é a colaboração estratégica entre instituições de ensino, empresas e organizações governamentais. Parcerias são vitais para garantir que o currículo esteja alinhado com as demandas do mercado e os padrões

internacionais (WORLDSKILLS, 2023). Empresas de tecnologia frequentemente colaboram com escolas para desenvolver programas de estágio e treinamento, proporcionando aos alunos experiências práticas que complementam sua formação teórica (OLIVEIRA, 2022).

Ademais, a avaliação contínua e o feedback são componentes de Gestão da Informação essenciais nesse ecossistema. Ferramentas de avaliação online, como quizzes e testes práticos, permitem que os alunos monitorem seu progresso e identifiquem áreas que precisam de mais atenção. A participação em competições, como a WORLDSKILLS, oferece uma oportunidade singular para os alunos testarem suas habilidades em um ambiente competitivo, recebendo feedback de especialistas da indústria (WORLDSKILLS, 2023). Essa abordagem não apenas motiva os alunos, mas também os prepara para a realidade do mercado de trabalho, onde a capacidade de se adaptar e aprender continuamente é fundamental (MAHER et al., 2023, p. 10).

O conceito de um Ecossistema Didático Embarcado em um servidor *Raspberry Pi* é especialmente relevante no contexto das modalidades de tecnologia da informação da WORLDSKILLS e da Educação Profissional brasileira. Essa arquitetura permite integrar teoria e prática de maneira fluida, preparando melhor os alunos para as exigências do mercado de trabalho atual. O uso de dispositivos low-cost como o *Raspberry Pi* em laboratórios de TI encoraja uma interação prática e intuitiva com o conteúdo, resultando em um aprendizado mais profundo e duradouro, por meio de uma abordagem hands-on (PEREIRA et al., 2024, p. 110).

Particularmente no Brasil, a necessidade de soluções educacionais acessíveis é premente, dada a disparidade econômica que muitas vezes limita os recursos disponíveis nas escolas. A estratégia de implementar tecnologias de baixo custo (*low-cost*) no ambiente de ensino é uma solução eficaz para contornar estas limitações, oferecendo um ensino de qualidade que é ao mesmo tempo acessível e relevante para o contexto moderno (NASCIMENTO et al., 2023, p. 12350). A adoção do *Raspberry Pi* permite a criação de um servidor local de baixo custo, viabilizando o acesso offline ao Ecossistema Didático, o que é um fator crítico para a inclusão digital em regiões com infraestrutura de rede limitada (EBERMAM et al, 2017).

2.2 O CONTEXTO DA EXCELÊNCIA TÉCNICA: WORLD SKILLS E PADRÕES GLOBAIS

A *WORLDSKILLS* é uma organização internacional, estabelecida em 1950, cuja missão primordial é promover a excelência na formação técnica e profissional por meio de um sistema de competições bienais de habilidades. O evento reúne jovens de diversos países para demonstrar competências em mais de 50 ocupações, abrangendo áreas como Tecnologia da Informação, Indústria 4.0, Design e Serviços (*WORLDSKILLS*, 2023). Mais do que um evento competitivo, a *WORLDSKILLS* estabelece-se como um movimento global voltado à Gestão do Conhecimento (GC) e à padronização de benchmarks internacionais (PYLVÄS, L.; NOKELAINEN, P., 2017; AL MARZOUQI, 2023).

É imperativo distinguir, neste contexto, a diferença entre competência e excelência. Enquanto a competência refere-se ao cumprimento de padrões mínimos para a atuação profissional, a excelência vocacional — alvo do treinamento *WORLDSKILLS* — exige um nível superior de domínio, caracterizado pela fluidez, adaptação e resolução criativa de problemas sob pressão (JAMES RELLY, 2016, p. 325). O Ecossistema Didático proposto nesta tese busca justamente fornecer a infraestrutura necessária para essa transição do aluno competente para o profissional excelente.

A competição configura-se como um laboratório de inovação pedagógica. O caráter experencial da formação nas provas dialoga diretamente com a Teoria da Aprendizagem Experiencial de David Kolb. A construção do conhecimento é mediada pela vivência concreta e pela experimentação ativa (KOLB, 1984). Esse ambiente de alta performance também fomenta a autorregulação da aprendizagem, fator preditivo de sucesso para o desenvolvimento de talentos vocacionais, conforme identificado por Pylväs e Nokelainen (2017, p. 100) em estudos com medalhistas.

Adicionalmente, o referencial da Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner (1983) oferece suporte à análise da *WORLDSKILLS*, ao reconhecer e valorizar diferentes formas de inteligência (lógico-matemática, espacial, cinestésica) na resolução de desafios técnicos. Neste cenário, a incorporação de tecnologias educacionais, como o *Raspberry Pi*, eleva a qualidade da preparação. Dispositivos de baixo custo e alto desempenho favorecem a aprendizagem prática e

personalizada, possibilitando simulações realistas e experiências de codificação aplicadas a problemas concretos (Smirnova et al, 2018).

A WORLDSKILLS atua também como agente de transformação na política educacional. Ao estabelecer padrões de excelência, a organização influencia as práticas curriculares de instituições como o SENAI e o SENAC no Brasil (SENAI, 2022). A participação brasileira tem sido marcada por resultados expressivos, como o destaque nas edições de Kazan (2019) e Lyon (2024), evidenciando a eficácia das estratégias pedagógicas nacionais (FIERGS, 2024).

Além dos aspectos técnicos, a WORLDSKILLS desempenha um papel crucial na construção da identidade profissional e na valorização social das carreiras técnicas. Gabdrakhmanova (2020, p. 320) observa que os eventos da organização reconfiguram a imagem do "trabalhador moderno" (modern worker), associando-o à alta tecnologia, inovação e competência de elite. O Ecossistema Didático proposto, ao mimetizar esse ambiente de excelência, contribui para essa valorização, oferecendo aos estudantes uma infraestrutura que reflete a sofisticação das demandas industriais contemporâneas.

2.2.1 Padronização de Benchmarks e Gestão do Conhecimento Curricular

A contribuição da WORLDSKILLS para a educação profissional transcende a celebração de talentos em competições; sua função primordial reside na estruturação de um sistema global de padronização de benchmarks e de Gestão do Conhecimento Curricular (GCC). A organização opera como um laboratório de referência internacional, onde os *Skills Standards* — documentos técnicos que detalham minuciosamente as competências, os conhecimentos e as habilidades exigidas em cada ocupação — são periodicamente revisados e validados por Experts de mais de 85 países (WORLDSKILLS, 2023). Esses padrões não são estáticos; eles refletem a fronteira tecnológica da indústria, atuando como artefatos de conhecimento explícito que codificam as melhores práticas globais (Pavão; Rocha e Bernardi, 2019).

Sob a ótica da Gestão da Informação, os *Skills Standards* funcionam como um mecanismo de transferência de conhecimento do setor produtivo para o sistema educacional. A padronização desses requisitos estabelece um "piso de qualidade" e uma régua de excelência (benchmark), servindo de modelo para a revisão e o

aprimoramento contínuo dos currículos nacionais de formação técnica (PYLVÄS, L.; NOKELAINEN, P.; 2017). A adoção desses padrões permite que as instituições de ensino alinhem seus objetivos pedagógicos com as competências reais demandadas pelo mercado de trabalho globalizado, reduzindo o gap entre a formação acadêmica e a prática profissional.

A integração desses padrões aos currículos nacionais, contudo, enfrenta o desafio de harmonizar as exigências globais com as normativas educacionais locais. Budzinskaya e Sheinbaum (2019, p. 85) propõem que os padrões de competição funcionem como vetores de atualização dos padrões profissionais, permitindo que as qualificações acadêmicas reflitam a complexidade da indústria moderna. Em áreas de rápida evolução, como a engenharia e o design, essa atualização é crítica; Agaev et al. (2024, p. 2) destacam que a competência de "Engenharia de Design", por exemplo, exige agora o domínio de modelagem digital e gestão da informação de construção (BIM), requisitos que foram integrados aos currículos justamente por influência dos padrões WORLD SKILLS. O Ecossistema Didático proposto nesta tese operacionaliza essa harmonização, traduzindo os *standards* abstratos da competição em atividades de ensino concretas e mensuráveis.

A influência da WORLD SKILLS na educação formal manifesta-se de forma contundente através da adoção do Exame de Demonstração (*Demonstration Exam*), uma metodologia de avaliação que mensura competências em condições simuladas de produção real. Mokronosov et al. (2022, p. 75) destacam que a incorporação dos padrões da WORLD SKILLS nos exames finais de cursos técnicos e superiores garante uma avaliação objetiva e independente da qualificação profissional.

A atualização curricular baseada em competições é um processo dinâmico e contínuo. O relatório internacional *Learnings from WORLD SKILLS Lyon and beyond* (WORLD SKILLS UK, 2024) destaca que as lições aprendidas nas competições internacionais devem ser imediatamente retroalimentadas para os sistemas nacionais de ensino profissional. Isso garante que o gap entre a formação acadêmica e as exigências da indústria moderna seja minimizado em tempo real, transformando a competição em um vetor de inovação curricular direta.

Essa prática transforma o currículo, movendo-o de uma base puramente teórica para uma orientação prática baseada em resultados mensuráveis (KIRICHENKO; STRIKHANOV, 2019, p. 120). Romanova e Anisimova (2023, p. 55) complementam que o Exame de Demonstração atua como um mecanismo de

garantia da qualidade tanto no Ensino Profissional (VET) quanto no Ensino Superior, assegurando que os egressos possuam as competências empreendedoras e técnicas necessárias.

Estudos recentes confirmam que a participação em redes internacionais de excelência influencia diretamente a arquitetura curricular das instituições. Kirichenko, e Strikhanov,(2019) observam que o alinhamento com a WORLDSKILLS assegura que os formandos dominem as tecnologias mais avançadas da indústria. Essa influência é particularmente relevante na área de Tecnologia da Informação (TI), onde a rápida obsolescência do conhecimento exige mecanismos ágeis de atualização. A competição, ao simular problemas reais de alta complexidade, gera dados de desempenho que são vitais para o ciclo de feedback da GCC, permitindo que as instituições identifiquem lacunas e ajustem suas metodologias de ensino com base em evidências (MARIN et al, 2024).

Desta forma, a WORLDSKILLS estabelece-se como um vetor estratégico para a Inovação Curricular, garantindo que a formação técnica profissional seja globalmente competitiva. O modelo de benchmarking é um pilar que sustenta a relevância da presente tese, pois o Ecossistema Didático proposto é concebido como uma ferramenta de apoio que utiliza a Gestão da Informação para direcionar o treinamento dos alunos diretamente a esses padrões de excelência, facilitando a aplicação de Exames de Demonstração simulados em ambiente controlado.

2.2.2 Disseminação de Informação Técnica de Alto Valor

O papel da WORLDSKILLS transcende a esfera competitiva; como indutor global de excelência técnica, a organização opera como um sistema complexo de disseminação de informação técnica de alto valor, posicionando-se como um mecanismo estratégico de Gestão do Conhecimento (GC) (PYLVÄS, L.; NOKELAINEN, P.; 2017.). Sob a ótica da Gestão da Informação (GI), a competição funciona como um canal validado e contínuo para a transferência de tecnologia e know-how, constituindo o elo fundamental pelo qual as inovações do setor produtivo global influenciam e atualizam as instituições de ensino profissional (Pavão; Rocha e Bernardi, 2019).

Essa disseminação ocorre em múltiplas camadas e é estruturada pela interação dinâmica entre conhecimento tácito e conhecimento explícito, conforme a

teoria clássica de criação do conhecimento organizacional. O sucesso do Ecossistema Didático proposto nesta tese depende, crucialmente, da capacidade do sistema de GI de curar e interconverter essas tipologias de conhecimento, transformando os padrões de benchmark (explícito) e a expertise de treinamento (tácito) em desafios práticos executáveis (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

O conhecimento tácito, profundamente enraizado na ação, na experiência individual e no contexto específico, representa o "saber fazer" (know-how) que reside nas mentes dos indivíduos e é de difícil formalização. No contexto da WORLDSKILLS, essa forma de conhecimento manifesta-se na expertise refinada dos Experts, treinadores e competidores de elite: a capacidade intuitiva de solucionar problemas técnicos inéditos, a gestão emocional do tempo sob pressão e a aplicação de códigos otimizados em cenários de incerteza (JAMES RELLY, 2016; PYLVÄS; NOKELAINEN, 2017). A GI enfrenta o desafio estratégico de facilitar a externalização desse conhecimento. O Ecossistema Didático atua como catalisador ao forçar a documentação dessa intuição em regras de pontuação, dicas estratégicas e algoritmos de avaliação, permitindo que a "melhor prática" de treinamento seja disseminada eficientemente para uma base ampla de estudantes.

Em contrapartida, o conhecimento explícito — aquele que pode ser codificado, armazenado e transmitido em linguagem formal — encontra sua máxima expressão nos *Skills Standards* (Padrões de Habilidades) da WORLDSKILLS. Esses documentos representam um repositório formalizado de conhecimento de vanguarda, detalhando as competências, as tecnologias e os critérios de qualidade exigidos em cada ocupação técnica (WORLDSKILLS, 2023). Eles constituem a fonte primária de informação técnica de alto valor, refletindo o consenso da indústria global sobre o que constitui a excelência profissional (KIRICHENKO, A. V.; STRIKHANOV, M. N, 2019).

A Gestão da Informação é responsável pela fase de combinação desse conhecimento explícito. No Ecossistema proposto, isso se traduz na organização dos diferentes documentos técnicos (manuais, especificações de API, diretrizes de design) em uma estrutura curricular coerente. Contudo, a proposta avança ao utilizar o conhecimento explícito como base para a criação de artefatos de aprendizagem. A curadoria e a estruturação dessa informação são funções primordiais do servidor embarcado. O Ecossistema Didático traduz os padrões abstratos dos *Skills Standards* em desafios práticos mensuráveis (como os *quizzes* e simulados do

aplicativo AprendaS), fornecendo um mecanismo de Internalização (a última etapa do modelo SECI). Neste processo, o aluno consome o conhecimento explícito através da prática (*learning by doing*) e o reconverte em seu próprio conhecimento tácito, elevando seu nível de competência (NONAKA; TAKEUCHI, 1997; MARIN et al, 2024).

A disseminação dessa informação de alto valor impacta diretamente a arquitetura curricular. A definição dos padrões internacionais obriga as instituições a revisarem seus currículos para atender a essa régua de excelência, uma necessidade estratégica em áreas de rápida obsolescência como a TI. Agaev et al. (2024, p. 3) destacam que a competência de "Engenharia de Design", por exemplo, evoluiu para incorporar a modelagem de objetos de construção civil complexos justamente devido à adoção desses padrões globais. Da mesma forma, Mokronosov et al. (2022, p. 80) observam que a avaliação baseada nesses padrões (Exame de Demonstração) garante que o egresso possua qualificações alinhadas à realidade do mercado.

Em suma, a Gestão da Informação (GI) atua como o sistema nervoso desse processo. O Ecossistema Didático não apenas armazena conteúdo, mas cura e estrutura a informação de alto valor, transformando benchmarks globais em trilhas de aprendizagem locais. Ao fornecer feedback instantâneo e comparativo, o sistema alinha o desempenho do aluno aos padrões mundiais, atuando como um facilitador da Gestão do Conhecimento e assegurando que o capital intelectual técnico seja efetivamente absorvido e renovado (MAHER et al., 2023, p. 12).

2.3 ARQUITETURA TECNOLÓGICA DO ECOSSISTEMA DIDÁTICO PROPOSTO

A concretização do Ecossistema Didático de Aprendizagem transcende a simples agregação de recursos digitais; ela exige uma seleção criteriosa de tecnologias que atendam a três imperativos fundamentais da tese: baixo custo, alto desempenho pedagógico e capacidade de Gestão da Informação embarcada. A escolha das ferramentas de hardware e software não é meramente técnica, mas sim uma decisão estratégica de Gestão da Informação (GI) que visa otimizar os recursos disponíveis para garantir a máxima eficácia educacional (MARIN et al, 2024).

Neste tópico, detalham-se as principais ferramentas que compõem a arquitetura do Ecossistema, justificando o uso de cada componente em função dos

objetivos de aprimoramento do treinamento para a WORLDSKILLS e de fomento à inclusão digital no Ensino Profissional e Tecnológico (EPT). O foco recai sobre a infraestrutura de hardware de baixo custo, a plataforma de desenvolvimento WEB e a metodologia de gamificação, garantindo que a solução tecnológica seja robusta e, simultaneamente, replicável em contextos com limitações de infraestrutura (NASCIMENTO et al., 2023). Essa abordagem é validada por Cherutti e Zucchetti (2022, p. 250), que destacam a importância de tecnologias acessíveis para mitigar a exclusão digital e garantir a continuidade da aprendizagem em camadas populares. A articulação dessas tecnologias visa criar um ambiente que não apenas entrega conteúdo, mas que também captura e processa dados de desempenho, fechando o ciclo da Aprendizagem Experiencial de Kolb (MOKRONOSOV et al., 2022).

2.3.1 Infraestrutura de hardware e acessibilidade: Raspberry PI como Servidor de Baixo Custo

O *Raspberry Pi* configura-se como um Computador de Placa Única (*Single Board Computer* – *SBC*) que, devido às suas dimensões reduzidas, alto desempenho relativo e custo acessível, transcende a função de mero hardware para se tornar um artefato de democratização tecnológica. Sua relevância reside na versatilidade de operar tanto como estação de trabalho pessoal quanto, e principalmente, como um dispositivo de Edge Computing em projetos de sistemas embarcados e Internet das Coisas (IoT), viabilizado por suas interfaces de Propósito Geral de Entrada/Saída (*GPIO*) (PEREIRA et al., 2024).

Originalmente idealizado pela *Raspberry Pi* Foundation com a missão pedagógica de fomentar o letramento computacional (UPTON; HALFACREE, 2016), o dispositivo evoluiu para arquiteturas robustas, como a versão *Raspberry Pi 4B*. Equipado com processador Cortex A72 e conectividade *Gigabit Ethernet*, ele oferece a performance necessária para sustentar aplicações educacionais complexas sem onerar o orçamento institucional (NASCIMENTO et al., 2023).

No âmbito desta pesquisa, o *Raspberry Pi* é a espinha dorsal do Ecossistema Didático. Sua seleção é uma decisão estratégica de Gestão da Informação voltada à inclusão. A capacidade de operar como servidor WEB e NAS (*Network Attached Storage*) de forma autônoma permite a implementação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) descentralizados e offline. Esta

característica é fundamental para mitigar a exclusão digital em contextos de vulnerabilidade social, onde a dependência de conectividade de alta velocidade pode comprometer a continuidade da aprendizagem (CHERUTTI; ZUCCHETTI, 2022, p. 250). Soluções que garantem o acesso ao conhecimento independentemente da infraestrutura de rede externa são imperativos para a equidade educacional (TREVISAN et al., 2022).

Ademais, a integração de tecnologias no ensino superior e técnico tem demonstrado um impacto positivo direto no desempenho acadêmico, desde que acompanhada de infraestrutura adequada. Gabarda Méndez et al. (2025, p. 8) destacam, em revisão sistemática, que a disponibilidade e a qualidade dos recursos tecnológicos são fatores determinantes para a eficácia das metodologias ativas. Nesse sentido, o *Raspberry Pi* viabiliza a aplicação da Experimentação Ativa (ciclo de Kolb) e da Aprendizagem Baseada em Desafios (APBD), permitindo que estudantes de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) desenvolvam competências práticas de excelência alinhadas aos padrões da *WORLDSKILLS*, em um ambiente controlado e economicamente viável (PEREIRA et al., 2024).

2.3.2 Camada de Desenvolvimento e Experiência do Usuário: Flutter, Dart e VS Code

A escolha da arquitetura de software para o desenvolvimento do aplicativo AprendaS fundamenta-se na necessidade de criar um artefato tecnológico de mediação robusto, capaz de operar em múltiplos dispositivos com alta performance. Abreu et al. (2023, p. 2) destacam que a construção de tais artefatos, quando alinhada a objetivos pedagógicos claros, otimiza o processo de ensino-aprendizagem ao preencher lacunas de interatividade deixadas por métodos tradicionais. Neste contexto, a seleção do kit de desenvolvimento de software (SDK) Flutter, em conjunto com a linguagem Dart, configura-se como uma decisão estratégica de Gestão da Informação (GI) e eficiência de recursos.

O Flutter, mantido pela Google, é um *framework* de código aberto que permite o desenvolvimento *cross-platform* (Android, iOS, WEB, Desktop) a partir de uma única base de código (GUSTAVO VITI, 2025; SEMCODIGOBR, 2025). Essa característica é vital para a tese, pois reduz drasticamente o custo e o tempo de manutenção do ecossistema, permitindo que a equipe de desenvolvimento foque na

qualidade do conteúdo pedagógico e na lógica de gamificação, ao invés de gerenciar múltiplas bases de código nativas (BRILIANTMACHINE, 2023; MAGALHÃES, 2023). A arquitetura do Flutter, baseada no motor de renderização próprio (Skia/Impeller), garante que a interface do usuário (UI) mantenha consistência visual pixel-a-pixel em qualquer dispositivo, um requisito de qualidade essencial para atender aos padrões rigorosos de design da WORLDSKILLS (OLIVEIRA, 2023; CLICKUP, 2024).

A linguagem Dart atua como o alicerce dessa arquitetura. Sua escolha justifica-se pela capacidade de compilação dual: o modo Just-In-Time (JIT) com Hot Reload acelera a prototipagem e os ajustes finos durante o desenvolvimento (UDS, 2024), enquanto a compilação *Ahead-Of-Time* (AOT) gera código nativo otimizado para a produção. Isso assegura que o aplicativo final tenha alta performance e fluidez, características indispensáveis para manter o engajamento do aluno durante as sessões de estudo (ORIENTSOFTWARE, 2024). A introdução do Null Safety e a interoperabilidade com códigos nativos (via FFI) conferem ao sistema a robustez e a segurança necessárias para operar em ambientes educacionais corporativos (FLUTTER.DEV, 2024; EDIRMANNAGE et al, 2024).

A implementação desta solução móvel responde diretamente às demandas da Aprendizagem Ubíqua (*u-learning*). A onipresença dos smartphones transformou a dinâmica de acesso à informação. Huzairin, Putrawan e Riadi (2020, p. 115) observaram que estudantes utilizam esses dispositivos extensivamente para aprendizagem autodirigida e informal. O AprendaS capitaliza esse comportamento, transformando o dispositivo pessoal do aluno em uma ferramenta estruturada de gestão do conhecimento técnico. Gallego-Lema et al. (2017, p. 765) corroboram essa abordagem, demonstrando que o uso de tecnologia móvel expande as fronteiras da sala de aula, permitindo que o treinamento prático ocorra no contexto e no momento em que o aluno está mais propenso a aprender.

Por fim, a sustentabilidade do projeto é garantida pelo vasto ecossistema de Gestão do Conhecimento que orbita essas tecnologias. O repositório Pub.dev atua como uma biblioteca global de componentes reutilizáveis, permitindo a integração ágil de funcionalidades complexas — como gráficos de desempenho e autenticação biométrica — sem a necessidade de desenvolvimento do zero (PUB.DEV, 2023; HOLDAPP, 2023). A combinação entre a eficiência do Flutter, a robustez do Dart e a fundamentação na aprendizagem ubíqua posiciona o software desenvolvido não

apenas como um aplicativo, mas como um componente crítico de inovação no Ecossistema Didático proposto.

O *Visual Studio Code* (VS Code), desenvolvido pela Microsoft, consolidou-se como o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) e editor de código-fonte hegemonic na comunidade global de desenvolvedores (STACK OVERFLOW, 2024). Sua adoção massiva em projetos que utilizam a *stack* tecnológica Flutter e Dart não é acidental, mas uma escolha estratégica que alinha o ambiente de aprendizado do Ecossistema Didático às práticas de mercado mais atuais. Trata-se de um editor leve, multiplataforma e altamente extensível, capaz de ser executado em sistemas operacionais como Windows, macOS e Linux com eficiência, o que é um pré-requisito para a viabilidade técnica do projeto no hardware restrito do *Raspberry Pi* (MICROSOFT, 2024a).

A arquitetura do VS Code, baseada no *framework* Electron, viabiliza a integração fluida de tecnologias WEB (HTML, CSS, JavaScript) com funcionalidades de sistemas nativos. Essa característica confere à ferramenta uma leveza e portabilidade essenciais para a replicabilidade do Ecossistema em ambientes de baixo custo. O editor oferece suporte robusto a múltiplas linguagens de programação — incluindo Dart, Python, C++ e SQL — através de um modelo de extensões modulares (MICROSOFT, 2024b). Sob a ótica da Gestão da Informação, esse modelo permite que o ambiente de desenvolvimento seja configurado sob medida para a necessidade informacional do projeto, evitando o "inchaço" de software (*bloatware*) comum em IDEs tradicionais.

Do ponto de vista pedagógico, os recursos nativos do VS Code, como o IntelliSense (autocompletação inteligente, sugestões de código e navegação), desempenham um papel crucial na redução da carga cognitiva do estudante. Ao automatizar a sintaxe e oferecer documentação contextual em tempo real, a ferramenta permite que o aluno direcione seus recursos cognitivos para a lógica de programação e a resolução de problemas, minimizando o esforço mental associado à memorização de comandos (NETO et al., 2023). Funcionalidades como realce de sintaxe, *snippets* personalizados, depurador integrado e controle de versão Git na interface potencializam a produtividade e facilitam a curva de aprendizado (MICROSOFT, 2024b).

Em termos de arquitetura de software, o editor inova ao adotar protocolos como o *Language Server Protocol* (LSP) e o *Debug Adapter Protocol* (DAP). Estes

protocolos promovem o desacoplamento entre o editor (a interface) e os mecanismos de análise de linguagem (o cérebro), garantindo uma interoperabilidade avançada. Isso significa que o suporte a novas linguagens ou ferramentas de depuração pode ser adicionado sem alterar o núcleo do editor, uma característica de flexibilidade e resiliência técnica fundamental para a longevidade do Ecossistema Didático (RASK et al., 2021).

A vitalidade do VS Code reside também na sua comunidade e na Gestão do Conhecimento (GC) colaborativa. O editor possui um ecossistema maduro, com milhares de extensões disponíveis no marketplace oficial. A pesquisa de Panditharatne et al. (2024) demonstra que essa plataforma se tornou um dos maiores repositórios de extensões de software do mundo, onde o conhecimento tácito de desenvolvedores experientes é codificado em ferramentas auxiliares (como linters, formatadores e integração com IA). O acesso a esse repositório permite que o Ecossistema Didático incorpore, via plugins, as melhores práticas da indústria.

Dados recentes da *Stack Overflow Developer Survey* 2024 confirmam que o VS Code é a ferramenta utilizada por mais de 73% dos desenvolvedores globalmente (STACK OVERFLOW, 2024). Essa preferência valida a escolha da ferramenta para esta tese, assegurando que os estudantes sejam treinados em um ambiente que espelha com fidelidade a realidade corporativa. Em suma, o *Visual Studio Code alia* leveza, extensibilidade e suporte cognitivo, configurando-se como o ambiente ideal para a prototipação ágil e o desenvolvimento iterativo exigidos na formação de competências de alto nível para a *WORLDSKILLS*.

2.3.3 Camada de dados e backend: MySQL, SQL, Python e Flask

A gestão eficiente dos dados no Ecossistema Didático é sustentada pelo MySQL, um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Relacional (*Relational Database Management System* – *RDBMS*) de código aberto, amplamente reconhecido por sua robustez em aplicações que demandam alta escalabilidade e desempenho (ORACLE, 2022). Originalmente desenvolvido em 1995 pela empresa sueca MySQL AB, o sistema foi adquirido pela Sun Microsystems e, posteriormente, passou a ser mantido pela Oracle Corporation a partir de 2010. Sua adoção nesta pesquisa justifica-se não apenas pela estabilidade histórica, mas pela sua arquitetura *multi-threaded* eficiente, capaz de gerenciar múltiplas conexões

simultâneas e garantir a consistência dos dados (propriedades ACID) mesmo sob cargas elevadas, o que é vital para o registro em tempo real das atividades de gamificação dos estudantes (ORACLE, 2022).

Uma das características determinantes para a escolha do MySQL é a sua portabilidade entre plataformas. Sendo compatível com diversos sistemas operacionais, como Windows, Linux, macOS e distribuições Unix-like, ele se torna altamente adaptável a ambientes heterogêneos de desenvolvimento, incluindo a arquitetura ARM do servidor *Raspberry Pi* utilizado no ecossistema (SILBERSCHATZ et al., 202). Além disso, o sistema oferece uma licença dual — uma versão comunitária (GPL) amplamente utilizada no meio acadêmico e uma versão comercial, o que alinha o projeto aos princípios de baixo custo e acessibilidade tecnológica defendidos nesta tese (ORACLE, 2022).

A confiabilidade do MySQL no contexto educacional é corroborada pela literatura recente. Ramez Elmasri e Shamkant Navathe. (2019) demonstram que o sistema apresenta desempenho competitivo e uso eficiente de recursos em plataformas de *e-learning*. Da mesma forma, Pereira e Pinto (2025) observam que, apesar do crescimento dos bancos NoSQL, os bancos relacionais como o MySQL continuam sendo a escolha predominante para aplicações que exigem maturidade, segurança e integridade estrutural dos dados, requisitos fundamentais para a validação acadêmica dos resultados deste projeto.

A manipulação e a definição das estruturas de dados neste ambiente são realizadas por meio da *Structured Query Language (SQL)*. Esta linguagem de programação declarativa, desenvolvida originalmente na década de 1970 nos laboratórios da IBM e padronizada pela ANSI e ISO, consolidou-se como a interface dominante para ambientes relacionais (DATE, 2003; SILBERSCHATZ et al., 2020). No ecossistema proposto, a SQL não é empregada apenas nas operações clássicas de criação, atualização e exclusão (CRUD operations), mas desempenha um papel central na elaboração de scripts de integração e na análise de dados educacionais, suportando tanto ambientes transacionais (OLTP) quanto analíticos (OLAP) (CORONEL; MORRIS, 2023).

No contexto contemporâneo, a SQL evoluiu significativamente para incorporar capacidades que anteriormente eram exclusivas de linguagens de programação processuais. (MOLINARO, 2005). A SQL percorreu um longo caminho nos últimos dez anos. Problemas tipicamente resolvidos usando uma linguagem

processual como C ou Java podem ser agora resolvidos diretamente no SQL, mas muitos desenvolvedores simplesmente desconhecem este fato (MOLINARO, 2005).

Essa observação enfatiza o crescente poder expressivo da linguagem, que hoje suporta funções agregadas avançadas, subconsultas correlacionadas, tratamento condicional complexo (CASE) e, mais recentemente, o uso de *Common Table Expressions (CTEs)* e funções de janela. Tais recursos ampliam significativamente o escopo de aplicação da SQL em cenários complexos de Gestão da Informação, permitindo que o processamento de dados ocorra próximo à fonte, aumentando a eficiência do sistema (LEONARDI; SHARMA, 2022).

Adicionalmente, a SQL tem sido continuamente expandida para atender às demandas emergentes de Data Science, Big Data e inteligência de negócios. Vários SGBDs, incluindo o ecossistema MySQL, oferecem extensões que permitem a integração direta com linguagens de programação como Python e R, reforçando o papel da SQL como uma ferramenta essencial e transversal em pipelines de dados modernos (PAVLO et al., 2021, p. 75).

Em suma, a combinação da infraestrutura robusta do MySQL com a versatilidade da linguagem SQL é fundamental para o sucesso técnico desta pesquisa. O domínio dessas tecnologias garante a gestão eficiente, segura e rastreável das informações de desempenho dos alunos e dos registros da gamificação, assegurando a integridade dos dados e a consistência exigida para um Ecossistema Didático de excelência (SILBERSCHATZ et al., 2020; CORONEL; MORRIS, 2023).

O Python consolida-se como uma linguagem de programação de alto nível, interpretada e multiparadigma, que se notabiliza pela concisão sintática e pela alta legibilidade de seu código. Sua natureza multiparadigma confere-lhe uma adaptabilidade singular a diversos estilos de desenvolvimento, suportando tanto a programação estruturada quanto a orientada a objetos. Essa flexibilidade arquitetural, aliada a um vasto ecossistema de bibliotecas padrão e de terceiros, permite que a linguagem integre sistemas heterogêneos de forma rápida e efetiva, sendo amplamente empregada na solução de problemas complexos na indústria tecnológica contemporânea (NASCIMENTO et al., 2023).

No contexto específico desta pesquisa, o Python desempenha a função crítica de alicerce para a API (*Application Programming Interface*) do *backend*, hospedada no servidor *Raspberry Pi*. Esta API atua como a camada de Gestão da

Informação, intermediando e orquestrando todas as transações de dados e protocolos de autenticação entre o aplicativo móvel (desenvolvido em *Flutter/Dart*) e o banco de dados MySQL (NASCIMENTO et al., 2023). A escolha estratégica desta linguagem justifica-se pela robustez de sua comunidade global e pela disponibilidade de módulos de código aberto otimizados para ambientes com restrições de hardware, como é o caso do *Raspberry Pi*, garantindo eficiência energética e computacional (PYLVÄS, L.; NOKELAINEN, P.; 2017).

A hegemonia do Python no cenário tecnológico é corroborada por seu domínio em áreas estratégicas e emergentes, tais como Data Science, Machine Learning e desenvolvimento rápido de aplicações, conforme apontam dados recentes da indústria (STACK OVERFLOW, 2024). A literatura especializada define o Python como uma linguagem robusta e ideal para *scripting* e desenvolvimento ágil em múltiplas plataformas, devido à eficiência de suas estruturas de dados nativas e à sua tipagem dinâmica (PYLVÄS, L.; NOKELAINEN, P.; 2017). A utilização do Python assegura, portanto, que o Ecossistema Didático disponha de um *backend* de alto desempenho, escalável e de fácil manutenção, alinhado ao rigor técnico exigido no desenvolvimento de software educacional de excelência.

O *Flask* é um *framework* de código aberto desenvolvido em Python, classificado como uma aplicação WEB WSGI (WEB Server Gateway Interface) leve e minimalista. Sua arquitetura foi projetada para oferecer flexibilidade, permitindo a programação ágil de APIs (*Application Programming Interfaces*) que capitalizam a maleabilidade do Python e seu vasto ecossistema de bibliotecas (DOCUMENTAÇÃO OFICIAL FLASK, 2024).

A escolha do Flask para esta tese fundamenta-se estrategicamente na Gestão de Recursos computacionais. Por ser um *micro-framework*, ele adota o princípio de "instalar apenas o essencial", diferenciando-se de *frameworks* full-stack como o Django, que trazem componentes pré-integrados nem sempre necessários. Essa característica resulta em uma aplicação de *backend* com menor overhead (sobrecarga) de processamento, o que é crítico para garantir a performance e a responsividade do sistema quando hospedado em hardware com recursos limitados, como o servidor *Raspberry Pi* (NASCIMENTO et al., 2023).

Apesar de sua leveza, o Flask demonstra alta escalabilidade, adaptando-se desde protótipos rápidos até sistemas complexos distribuídos. Suas vantagens centrais — simplicidade arquitetural, velocidade de execução e o suporte de uma

comunidade ativa — permitem uma introdução eficiente ao desenvolvimento de *backend* sem sacrificar a robustez necessária para aplicações educacionais (PYLVÄS, L.; NOKELAINEN, P.; 2017).

No contexto do Ecossistema Didático, o Flask opera como a camada de orquestração da Gestão da Informação. Ele é o responsável por estabelecer a conexão segura e eficiente entre o aplicativo móvel (desenvolvido em Flutter) e o banco de dados (MySQL). Todas as transações de dados — como o registro de pontuações da gamificação, a autenticação de usuários e a recuperação de conteúdo didático — são processadas pela API RESTful construída em Flask. Essa arquitetura assegura que o fluxo de informação entre o dispositivo do aluno e o servidor central ocorra com latência mínima, garantindo uma experiência de usuário fluida e pedagogicamente eficaz.

2.3.4 Ferramentas de modelagem e documentação: Astah, BPMN, Diagrams.net e DrawSQL

O Astah Professional é uma ferramenta CASE (Computer-Aided Software Engineering) amplamente utilizada no contexto de engenharia de software, por sua leveza, acessibilidade e interface intuitiva, especialmente voltada para o modelamento visual de sistemas orientados a objetos. A ferramenta é compatível com diversas notações e linguagens de modelagem, com destaque para os diagramas UML (Unified Modeling Language), como os diagramas de casos de uso, classes, sequência, estados, atividades e implantação. Além disso, também suporta diagramas de entidade-relacionamento (DER), diagramas de fluxo de dados (DFD) e fluxogramas, o que a torna útil tanto em projetos orientados a objetos quanto em abordagens estruturadas (ALENCAR et al., 2022; CHANGEVISION, 2023).

Originalmente lançado com o nome JUDE (Java and UML Developers Environment), o software recebeu destaque internacional em 2006 ao ser premiado como “Software Product of the Year” pela Information-Technology Promotion Agency (IPA) do Japão (IPA, 2006). A mudança de nome para Astah visou ampliar sua identidade para além do ambiente Java e refletir seu posicionamento mais generalista e multiabordagem no desenvolvimento de software.

Segundo a documentação oficial da CHANGEVISION, desenvolvedora da ferramenta, o Astah Professional “permite às equipes compreender, planejar,

comunicar e documentar projetos de software através de diagramas padronizados como UML, ER, DFD, Flowchart, Mindmap, entre outros" (CHANGEVISION, 2023). A ferramenta disponibiliza recursos de engenharia direta e reversa, permitindo ao desenvolvedor tanto gerar código-fonte a partir de diagramas modelados quanto importar código já existente para gerar automaticamente diagramas estruturais — funcionalidade essencial para manutenção de sistemas legados e documentação de código (LARMAN, 2020).

Em sua essência, o Astah Professional é uma ferramenta de Gestão da Informação (GI), pois permite às equipes "compreender, planejar, comunicar e documentar projetos de software através de diagramas padronizados" (CHANGEVISION, 2023). O software disponibiliza recursos de engenharia direta e reversa, possibilitando que o desenvolvedor gere código-fonte a partir de diagramas modelados, ou importe código já existente para gerar automaticamente diagramas estruturais. Esta funcionalidade é crucial para a documentação de código e a manutenção de sistemas, conforme o rigor da engenharia de software (LARMAN, 2020). Sua relevância histórica é notória, tendo sido originalmente lançado como JUDE (Java and UML Developers Environment) e reconhecido em 2006 com o prêmio de "Software Product of the Year" pela IPA do Japão (IPA, 2006).

No campo acadêmico e educacional, o Astah Professional tem sido amplamente adotado como ferramenta de apoio no ensino de engenharia de requisitos, análise e projeto orientado a objetos, e documentação técnica. Estudos como o de Alencar et al. (2022) demonstram que o uso de ferramentas CASE como o Astah potencializa a aprendizagem de conceitos abstratos de modelagem, proporcionando uma visualização clara e integrada das estruturas e interações do sistema.

Sua utilização nesta pesquisa justifica-se não apenas pela compatibilidade com os padrões da UML e pela capacidade de geração e visualização de múltiplos tipos de diagramas, mas também por sua aplicabilidade prática em ambientes colaborativos. O suporte à exportação de diagramas em diversos formatos, o controle de versões e a integração com ferramentas de versionamento como Git o tornam apropriado para ambientes profissionais e acadêmicos com múltiplos colaboradores (CHANGEVISION, 2023).

A aplicação do Astah nesta pesquisa é diretamente alinhada à excelência da WORLD SKILLS. Sua utilização justifica-se pela compatibilidade com os padrões

UML (exigidos em provas de TI), pela capacidade de geração de múltiplos tipos de diagramas para planejamento e, crucialmente, por sua aplicabilidade em ambientes colaborativos. O suporte à exportação de diagramas, o controle de versões e a integração com ferramentas de versionamento como o Git o tornam apropriado para replicar o fluxo de trabalho profissional e o rigor de documentação exigido em competições de alto nível (CHANGEVISION, 2023). Em suma, o Astah Professional apresenta-se como uma ferramenta sólida e academicamente validada, essencial para o desenvolvimento estruturado e visual de projetos complexos.

O BPMN Editor consiste em uma ferramenta WEB essencial para a modelagem de processos de negócios, baseada na notação Business Process Model and Notation (BPMN 2.0). Desenvolvido pela empresa Camunda, o editor está acessível por meio da plataforma bpmn.io, que oferece suporte adicional para a modelagem de decisões (Decision Model and Notation – DMN) e casos (Case Management Model and Notation – CMMN). Sua principal vantagem reside na acessibilidade, sendo operável diretamente via navegador sem a necessidade de instalação local, o que garante sua praticidade e interoperabilidade em diferentes ambientes de desenvolvimento e gestão de processos.

No contexto desta tese, o BPMN Editor é a ferramenta principal para a modelagem dos processos organizacionais e didáticos do Ecossistema de Aprendizagem, permitindo a representação gráfica das atividades, eventos e decisões envolvidas no fluxo de treinamento e feedback (SILVA; DIAS; ESCUDEIRO, 2022). A escolha da ferramenta foi determinada por sua estrita conformidade com os padrões internacionais de notação (OMG, 2022), sua interface intuitiva e sua capacidade de integração com outras soluções da suíte Camunda, que oferecem funcionalidades adicionais para simulação, automação e monitoramento de processos (CAMUNDA, 2025; CAMUNDA, 2023).

O BPMN Editor, por ser mantido pela Camunda e pela comunidade, passa por atualizações constantes que asseguram a aderência às especificações da Object Management Group (OMG, 2022). A ferramenta suporta a aplicação de regras de validação (linting) e a exportação dos modelos em formatos compatíveis com ambientes de execução, como XML e BPMN 2.0.

A aplicação do BPMN Editor neste projeto contribui significativamente para a Gestão da Informação (GI) e a sistematização dos processos. A modelagem promovida pela ferramenta oferece maior clareza na comunicação entre os

stakeholders (docentes, alunos e desenvolvedores) e facilita a análise e otimização dos fluxos de trabalho do Ecossistema Didático (BECKMAN, M. D, 2021). A adoção de notações padronizadas como o BPMN é amplamente recomendada na literatura recente como uma estratégia eficaz para aprimorar a governança da informação e a eficiência operacional em organizações educacionais e corporativas (SILVA; DIAS; ESCUDEIRO, 2022).

O Diagrams.net, anteriormente conhecido como draw.io, é uma ferramenta de código aberto voltada para a modelagem gráfica de sistemas, com suporte a diversas notações, como a Unified Modeling Language (UML) e o Diagrama Entidade- Relacionamento (ER). Por ser uma aplicação baseada em navegador, permite a criação e edição de diagramas diretamente na WEB, sem a necessidade de instalação local (JGRAPH, 2024). Essa característica favorece a acessibilidade e a colaboração remota entre equipes de desenvolvimento e pesquisa, sendo um facilitador essencial para a Gestão da Informação.

No âmbito desta pesquisa, o Diagrams.net foi utilizado para a elaboração de diagramas UML, especificamente o Diagrama de Implementação, com o objetivo de representar visualmente a arquitetura dos componentes do sistema (Flutter App, Servidor *Raspberry Pi*, Banco de Dados MySQL) e suas interações. A ferramenta oferece uma interface gráfica intuitiva, com recursos de modelagem robustos, como paletas de elementos padronizados, suporte a camadas, exportação em múltiplos formatos (PNG, SVG, XML) e integração fluida com plataformas de armazenamento em nuvem, como *Google Drive* e *OneDrive* (JGRAPH, 2024).

Segundo a literatura, o uso de diagramas UML em pesquisas de engenharia de software contribui significativamente para a identificação de requisitos, escopo e restrições dos sistemas, além de ser um veículo crucial para a comunicação entre os stakeholders (KOÇ et al., 2021). A adoção de ferramentas acessíveis e eficientes, como o Diagrams.net, é recomendada para projetos que demandam agilidade e precisão na documentação técnica.

Adicionalmente, a capacidade da ferramenta de suportar notações distintas (UML e ER) permite uma modelagem completa e coerente. Embora os diagramas ER sejam tipicamente utilizados para a modelagem conceitual de bancos de dados, os diagramas UML – especialmente os de classe e implementação – são preferidos em ambientes orientados a objetos, como o desenvolvido em Dart/Flutter, por sua

capacidade de representar herança, encapsulamento e relacionamentos complexos (DE LUCIA et al., 2009; RAVI et al., 2020).

Em suma, a utilização do Diagrams.net justifica-se por sua facilidade de uso, caráter open source, suporte a notações padronizadas e recursos de colaboração, aspectos que garantem a documentação técnica rigorosa e a clareza arquitetural do Ecossistema Didático proposto.

O DrawSQL é uma ferramenta online voltada para a modelagem e documentação de esquemas de banco de dados, com foco na criação de Diagramas de Relacionamento entre Entidades (Entity Relationship Diagram – ERD). A plataforma é projetada para atender às demandas de profissionais da área de desenvolvimento, permitindo a construção visual de modelos relacionais por meio de uma interface gráfica intuitiva e oferecendo a exportação dos diagramas em formatos como SQL, imagem ou PDF (DRAWSQL, 2025).

No contexto desta pesquisa, o DrawSQL foi utilizado para a elaboração do ERD do Ecossistema Didático, com o objetivo de representar de forma clara e estruturada os relacionamentos entre entidades essenciais ao sistema, como usuários, questões de gamificação e registros de desempenho. A ferramenta se destacou pela sua simplicidade de uso, suporte à colaboração em tempo real e pela capacidade de gerar documentação técnica precisa, o que é fundamental para a Gestão da Informação (GI) e a validação contínua dos modelos (MARSHALL, 2025).

Segundo informações oficiais da plataforma, o DrawSQL facilita o trabalho colaborativo entre desenvolvedores, permitindo a edição simultânea dos diagramas e a manutenção de uma fonte única de verdade para os esquemas de dados da aplicação (DRAWSQL, 2025). Essa abordagem é especialmente relevante em ambientes ágeis e iterativos, onde a documentação do esquema de dados deve acompanhar a evolução contínua do software (MARSHALL, 2025).

A literatura especializada destaca que o uso de diagramas ER é fundamental para o processo de modelagem conceitual de bancos de dados. Os ERDs permitem a identificação de entidades, atributos e relacionamentos de forma sistemática, contribuindo diretamente para a normalização e integridade dos dados. Ferramentas como o DrawSQL reforçam essa importância ao integrar a visualização e a geração de código SQL, o que reduz erros de implementação e acelera o desenvolvimento de sistemas (CORONEL; MORRIS, 2023). A correta modelagem dos dados é um

requisito básico para a qualidade do software e a confiabilidade das métricas de desempenho coletadas pelo Ecossistema Didático.

2.3.5 Governança de Código e Versionamento: GitHub e Git

O GitHub consolida-se como a plataforma de hospedagem e gerenciamento de código-fonte baseada em nuvem que incorpora e expande os recursos do sistema de controle de versão Git. Sua arquitetura permite que os usuários acompanhem, documentem e revertam alterações realizadas em projetos de software de forma colaborativa e em tempo real. A plataforma transcende a funcionalidade básica do Git ao oferecer uma interface gráfica mais acessível, o que facilita seu uso por profissionais de diversas áreas e por aqueles não especializados em engenharia de software, democratizando o acesso ao desenvolvimento colaborativo (KANASHIRO, et al., 2022).

A relevância do GitHub em ambientes acadêmicos e corporativos deve-se à sua capacidade robusta de hospedar repositórios públicos e privados, revisar código (code review), gerenciar tarefas (issues) e promover o desenvolvimento descentralizado. Segundo a literatura especializada, o GitHub firmou-se como uma ferramenta essencial para práticas de ciência aberta, reproduzibilidade da pesquisa e ensino de programação, sendo adotado por milhões de desenvolvedores globalmente como o padrão de fato para o compartilhamento de conhecimento técnico (BECKMAN et al., 2020).

No contexto específico desta pesquisa, o GitHub será utilizado como repositório central para a Gestão do Conhecimento (GC) e controle de versões dos artefatos digitais. Essa abordagem metodológica permite rastrear contribuições individuais, validar modificações e garantir a integridade e a rastreabilidade do código- fonte ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento (MOLDON; STROHMAIER; WACHS, 2020). O uso da plataforma promove a transparência e a colaboração entre os envolvidos, além de documentar o estado de cada versão do Ecossistema Didático, constituindo um requisito de rigor para a validação e auditoria dos resultados da tese.

Enquanto o GitHub atua como a camada de gestão e colaboração, o Git opera como o sistema de controle de versão distribuído (Distributed Version Control System – DVCS) subjacente. Gratuito e de código aberto, o Git foi projetado para

gerenciar e rastrear mudanças no código-fonte com velocidade e eficiência (BECKMAN et al., 2020). Diferentemente dos sistemas centralizados, o Git mantém um repositório local completo do histórico do projeto em cada máquina, permitindo que os usuários acompanhem o andamento do trabalho, salvem versões distintas e retornem a estados anteriores do código-fonte conforme a necessidade, garantindo segurança contra perdas de dados (KANASHIRO, et al., 2022).

Sob a ótica da Gestão da Informação, o Git é fundamental para assegurar a integridade do código e a reproduzibilidade da pesquisa (BECKMAN et al., 2020). O sistema registra as mudanças feitas por meio de versionamento contínuo, sincronizando o trabalho local com o repositório remoto hospedado no GitHub. Essa funcionalidade de rastreabilidade granular é essencial para corrigir bugs, reverter modificações indesejadas e garantir a autoria das contribuições ao longo do desenvolvimento iterativo do Ecossistema Didático (MOLDON et al., 2020).

Em suma, o Git cumpre a função de motor primário para o Controle de Versão, assegurando que todos os ativos digitais — incluindo o código em Flutter/Dart, scripts em Python e templates HTML/CSS — que compõem o Ecossistema de Aprendizagem sejam mantidos sob uma rigorosa governança de dados, preservando a memória técnica do projeto.

2.4 FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS: APRENDIZAGEM E METODOLOGIAS ATIVAS

A concepção de um Ecossistema Didático Embarcado transcende a mera implementação de infraestrutura de hardware e software; ela exige uma fundamentação teórica robusta que legitime a tecnologia como um artefato de mediação pedagógica. A eficácia de ferramentas digitais no ensino não reside em suas características técnicas intrínsecas, mas na intencionalidade com que são empregadas para mobilizar processos cognitivos e promover a construção do conhecimento. Conforme destacam Abreu et al. (2023, p. 2), o desenvolvimento de tecnologias educacionais deve ser guiado por requisitos pedagógicos claros, assegurando que o recurso digital não seja um fim em si mesmo, mas um facilitador da interação entre o sujeito aprendiz e o objeto de conhecimento.

A dinâmica contemporânea de ensino, especialmente na Educação Profissional e Tecnológica (EPT), impõe a superação de modelos transmissivos

tradicionais em favor de abordagens que privilegiem o protagonismo discente. A integração entre a tecnologia e as teorias de aprendizagem é o alicerce para a criação de ambientes de Metodologias Ativas, onde o estudante é desafiado a resolver problemas, colaborar e aplicar conceitos em cenários práticos (BACICH; MORAN, 2018, p. 15). Neste contexto, o Ecossistema proposto não atua apenas como um repositório de conteúdo, mas como um espaço de experimentação e feedback contínuo, desenhado para ativar os mecanismos cognitivos de atenção, memória e raciocínio lógico fundamentais para a excelência técnica. A mediação pedagógica em ambientes digitais e híbridos evoluiu significativamente. Moran (2023) argumenta que a educação mediada por tecnologia não se sustenta apenas pela plataforma, mas exige 'intencionalidade, diálogo e acompanhamento humano constante', reafirmando a presença docente como elemento estruturante. Corroborando essa visão, Valente (2024) postula que ambientes virtuais tornam-se eficazes apenas quando articulados a metodologias onde o papel do docente é ressignificado de transmissor para designer de experiências de aprendizagem, capaz de orquestrar os recursos do ecossistema para engajar o estudante.

Portanto, a arquitetura pedagógica desta tese estrutura-se na convergência entre os teóricos clássicos da educação e as demandas da era digital. A seleção das teorias abordadas a seguir — do Construtivismo à Aprendizagem Experiencial — não é aleatória; ela visa fornecer o substrato teórico que justifica por que a "mão na massa" (hands-on) mediada pelo *Raspberry Pi* e a motivação gerada pela gamificação são estratégias eficazes para o desenvolvimento de competências complexas. Ao alinhar a prática tecnológica com a compreensão profunda de como o ser humano aprende, busca-se garantir que a inovação técnica se traduza efetivamente em sucesso educacional. A preparação para as modalidades de TI da *WORLDSKILLS* ocorre em um cenário de rápida transformação tecnológica, marcado por tendências como computação em nuvem, segurança cibernética, desenvolvimento ágil de software, automação de redes e cultura DevOps. Pesquisas recentes evidenciam que o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no processo de ensino e aprendizagem pode produzir efeitos positivos quando integrado de forma intencional ao desenho pedagógico, com foco em resolução de problemas, projetos reais e desenvolvimento de competências digitais avançadas (GABARDA MÉNDEZ et al, 2025; BENTLEY-GOCKMANN., 2020).

Bentley-Gockman. (2020), ao investigar o desenvolvimento de soft skills em estudantes de cursos de TIC, demonstra que práticas pedagógicas que combinam projetos práticos, trabalho em equipe e feedback sistemático contribuem para consolidar competências como comunicação, liderança, pensamento crítico e colaboração – essenciais para o bom desempenho em competições como a WORLD SKILLS. De modo semelhante, Raziana (2025) ressalta que abordagens baseadas em jogos e simulações digitais em cursos profissionalizantes favorecem o desenvolvimento de habilidades do século XXI, ao integrar desafios lúdicos com metas de aprendizado claras e alinhadas ao mundo do trabalho.

2.4.1 Teorias da aprendizagem e o suporte tecnológico

A Aprendizagem é um processo complexo, dinâmico e multifacetado, que envolve aspectos cognitivos, sociais, emocionais e culturais do desenvolvimento humano (GONZÁLEZ ALBA, 2025). Ao longo da história, diversos teóricos contribuíram significativamente para a compreensão dos mecanismos de construção do conhecimento, estabelecendo bases sólidas para práticas pedagógicas. Atualmente, com o avanço das tecnologias digitais, amplia-se esse debate, integrando novas abordagens que ressaltam o papel da tecnologia como mediadora do conhecimento, especialmente em contextos educacionais inovadores (GONZÁLEZ ALBA, 2025). A relação entre o sujeito e o aprendizado é potencializada quando mediada por tecnologias que respeitam os processos cognitivos. A neuroeducação e a neurodidática emergem como disciplinas que, aliadas à tecnologia, oferecem subsídios para uma educação de qualidade. Segundo Nascimento et al. (2022), essa parceria é emergente e necessária, pois facilita a criação de ambientes de aprendizagem que estimulam não apenas a retenção de conteúdo, mas o desenvolvimento integral do estudante frente aos desafios da era digital.

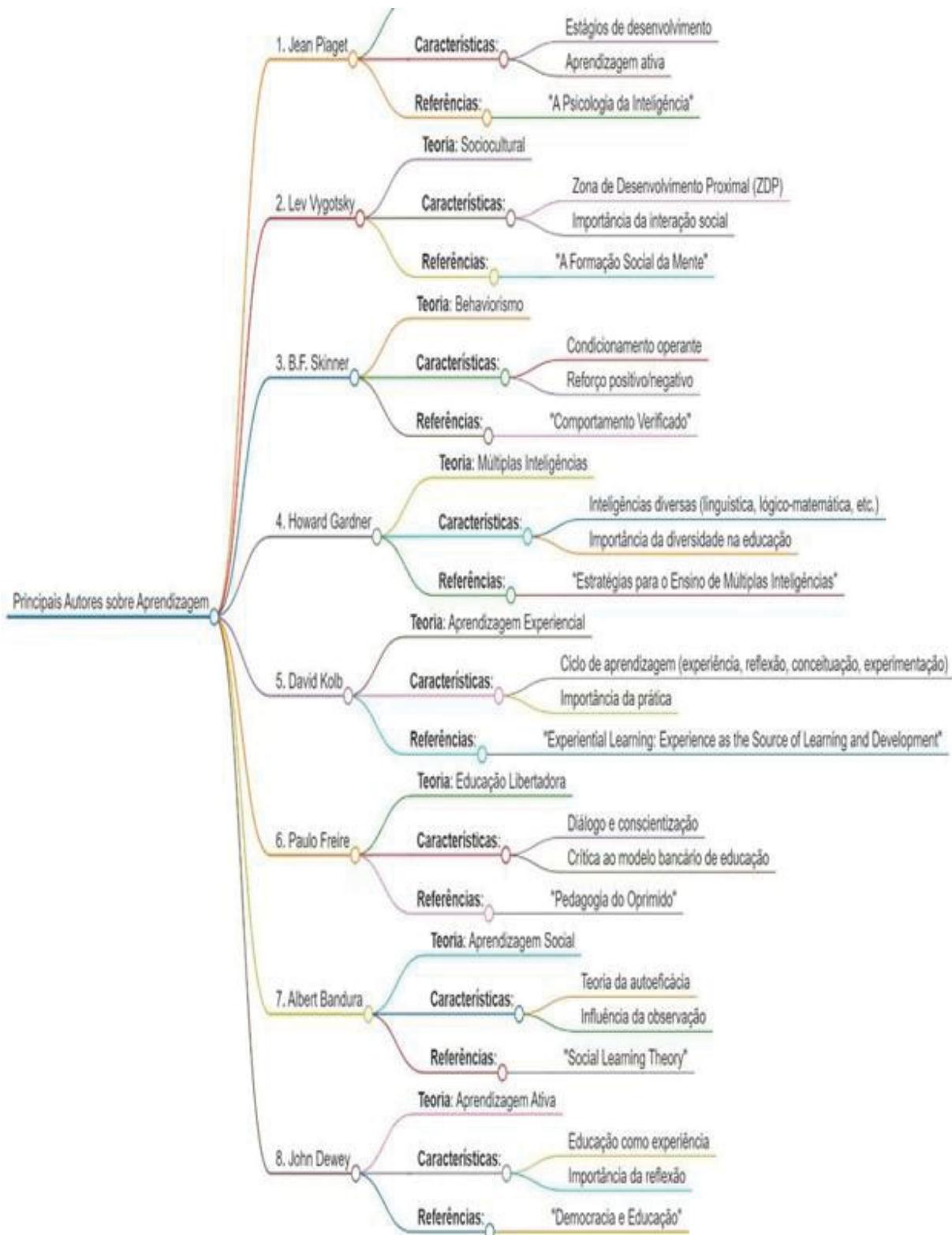
Entre os teóricos clássicos da aprendizagem, destaca-se Jean Piaget (1971), cuja teoria do Construtivismo afirma que o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito em sua interação com o meio. A partir dos estágios do desenvolvimento cognitivo, Piaget defende a importância da aprendizagem ativa, centrada no estudante como protagonista do processo educativo (PIAGET, 1971). Em consonância, Lev Vygotsky (1998) propôs a Teoria Sociocultural, enfatizando o

papel da linguagem e da interação social na mediação da aprendizagem. Seu conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) revela como o aprendizado é potencializado por meio da cooperação e do suporte entre indivíduos (VYGOTSKY, 1998). A aplicação dessas teorias é fundamental no Ecossistema Didático, pois justifica a Aprendizagem Baseada em Desafios e o caráter colaborativo do treinamento (MACEDO et al., 2023).

Outras perspectivas teóricas são vitais para a estrutura de feedback e gamificação do Ecossistema. B.F. Skinner (1974), representante do Behaviorismo, direcionou suas pesquisas ao comportamento observável e aos efeitos do reforço no processo de ensino-aprendizagem. A partir do condicionamento operante, ele propôs métodos de ensino pautados em estímulo-resposta, buscando eficiência e controle do comportamento educativo (SKINNER, 1974). Essa base teórica é o alicerce para os algoritmos de recompensa e reforço positivo utilizados na gamificação do software AprendaS (KICHEROVA et al, 2020). Complementando essa visão, Albert Bandura (1977) apresentou a Teoria da Aprendizagem Social, ressaltando o papel da observação, da modelagem e da autoeficácia como fatores determinantes para o desempenho e motivação dos estudantes (BANDURA, 1977).

No campo das inteligências, Howard Gardner (1995) introduziu a Teoria das Inteligências Múltiplas, destacando que os indivíduos aprendem de diferentes formas (linguística, lógico-matemática, espacial, etc.), e que as estratégias pedagógicas devem ser adaptadas a essas múltiplas potencialidades (GARDNER, 1995). Esta teoria suporta a diversificação das atividades de treinamento da WORLD SKILLS. Por sua vez, David Kolb (1984) propôs a Teoria da Aprendizagem Experiencial (TAE), segundo a qual o conhecimento se consolida por meio de um ciclo contínuo de experiência concreta, reflexão, conceitualização e experimentação ativa (KOLB, 1984). Conforme detalhado no Tópico 2.2.2, a TAE é o modelo central para transformar a prática do Ecossistema Didático em conhecimento estruturado (MOKRONOSOV et al, 2022). A interconexão entre as teorias clássicas e a sua aplicação prática no Ecossistema Didático é ilustrada pela Figura 1 (O autor), que mapeia os principais fundamentos da construção do conhecimento.

FIGURA 1 – PRINCIPAIS AUTORES SOBRE APRENDIZAGEM



FONTE: O autor (2025).

Autores da Educação Libertadora e Progressista também fornecem pilares conceituais. Paulo Freire (1987) contribuiu com uma abordagem crítica e libertadora, destacando o diálogo, a consciência crítica e a valorização da experiência do

educando como fundamentos de um processo educativo emancipador. Já John Dewey (1916), precursor da educação progressista, defendeu uma escola voltada à vida prática e à formação para a cidadania, valorizando a experiência, a investigação e o pensamento reflexivo como centrais no processo de aprendizagem (DEWEY, 1916).

Com o avanço das tecnologias da informação e da comunicação (TICs), autores contemporâneos vêm destacando o potencial transformador desses recursos no contexto educacional. Freire (1996), mesmo escrevendo antes da consolidação da era digital, já reconhecia a mediação tecnológica como possibilidade de diálogo e autonomia, desde que utilizada de forma crítica e contextualizada (FREIRE, 1996). Seymour Papert (1980), influenciado pelo construtivismo piagetiano, propôs a Aprendizagem Baseada em Projetos (Project-Based Learning - PBL) e o uso de linguagens de programação como formas de tornar o conhecimento mais significativo e conectado à realidade do aluno (PAPERT, 1980). A teoria das múltiplas inteligências de Gardner (1983) também encontra ressonância na utilização de tecnologias, à medida que estas permitem personalizar o ensino e ampliar as estratégias didáticas, atendendo às diferentes formas de aprender (GARDNER, 1983).

O potencial da aprendizagem auto-organizada é evidenciado por Sugata Mitra (2005) em seu experimento conhecido como "Buraco na Parede" (Hole in the Wall), que demonstrou como crianças podem aprender de forma colaborativa e autônoma com o simples acesso a dispositivos conectados (MITRA, 2005). Nesse contexto, o desenvolvimento do talento vocacional de alto nível está intrinsecamente ligado à capacidade de autorregulação da aprendizagem. Pylväs e Nokelainen (2017), em estudo com medalhistas da WORLDSKILLS, identificaram que a expertise vocacional é sustentada por fortes habilidades de autorreflexão e pela capacidade de gerenciar o próprio processo de aprendizado e trabalho. O design do aplicativo AprendaS, com seus mecanismos de feedback e progresso, é estruturado justamente para fomentar essa metacognição, permitindo que o estudante monitore sua evolução rumo à excelência.

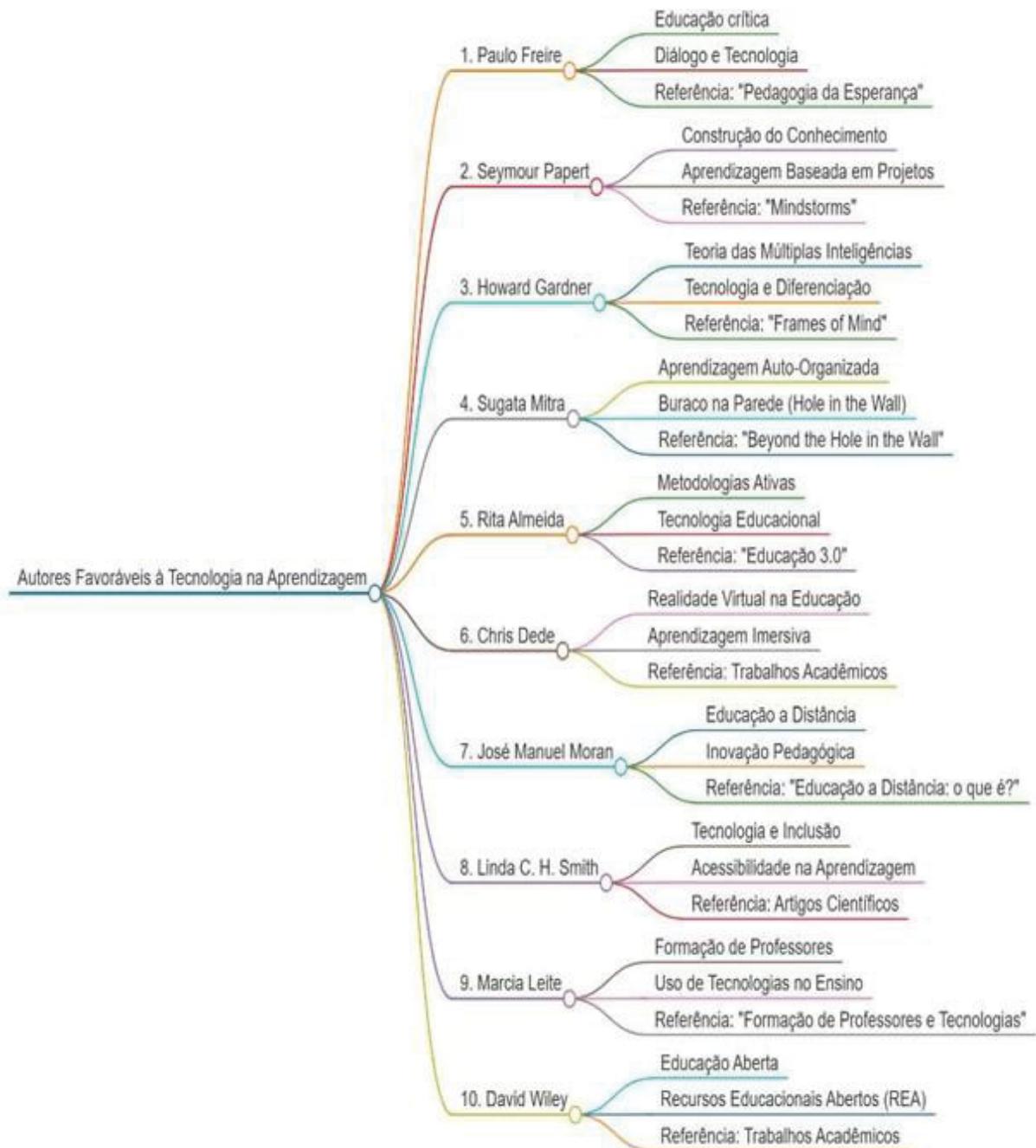
Nesse contexto, a Gestão da Informação apoia a aplicação de Metodologias Ativas (MAs) que promovem engajamento e aprendizagem significativa. Autores apontam para ambientes imersivos e recursos de tecnologia educacional como

amplificadores do engajamento (MACEDO et al., 2023). A tecnologia reforça o papel da inovação pedagógica, ampliando o acesso ao conhecimento e a personalização do ensino, aspectos fundamentais para a democratização da educação (GONZÁLEZ ALBA, 2025).

A tecnologia também desempenha um papel central na promoção da inclusão e acessibilidade (SEO, 2021). Os recursos tecnológicos podem tornar a educação mais equitativa, sobretudo para estudantes com deficiência (SEO, 2021). Nesse mesmo sentido, é crucial a importância da formação docente para o uso crítico e criativo das tecnologias, o que implica repensar a prática pedagógica e o currículo escolar (MIRANDA e PEREIRA NETO, 2021). Por fim, a defesa dos Recursos Educacionais Abertos (REA), promovida por Wiley (2010), fortalece a ideia de que o conhecimento deve ser livre, colaborativo e acessível (WILEY, 2010). A educação aberta, apoiada por plataformas digitais, amplia as possibilidades de aprendizagem ao permitir que os conteúdos sejam compartilhados, adaptados e reutilizados de forma democrática (WILEY, 2010).

Dessa forma, a integração entre os fundamentos clássicos da aprendizagem e as abordagens contemporâneas mediadas pela tecnologia proporciona um arcabouço teórico robusto para pensar a educação no século XXI. Essa perspectiva valoriza o estudante como sujeito ativo e criativo, reconhecendo a importância do contexto sociocultural, da diversidade, da experiência e da mediação tecnológica na construção do conhecimento. A Figura 2 (O autor) sintetiza a visão dos principais autores favoráveis à integração da tecnologia na aprendizagem.

FIGURA 2 – PRINCIPAIS AUTORES FAVORÁVEIS À TECNOLOGIA NA APRENDIZAGEM



FONTE: O autor (2025).

2.4.2 Aprendizagem experimental de david Kolb e o suporte do ecossistema didático

A fundamentação pedagógica para o treinamento prático de alto desempenho, exigido pelos padrões da WORLDSKILLS, encontra base sólida na Teoria da Aprendizagem Experiencial (TAE) de David Kolb. Esta teoria postula que o conhecimento não é uma entidade fixa, mas um processo continuamente construído e reconstruído através da transformação da experiência (KOLB, 1984, p. 38). No

contexto da formação técnica em TI, onde a obsolescência do conhecimento é acelerada, a capacidade de aprender através da prática reflexiva torna-se a competência central do profissional. O Ecossistema Didático proposto nesta tese não apenas incorpora o ciclo de Kolb, mas atua como um Sistema de Suporte à Decisão Pedagógica, instrumentalizando cada uma das quatro fases do aprendizado com ferramentas de Gestão da Informação.

O ciclo se inicia com a Experiência Concreta (EC). Nesta fase, o estudante deve imergir em uma atividade prática e tangível. No ecossistema, isso é viabilizado pelas simulações de infraestrutura de redes e desenvolvimento de software hospedadas no servidor *Raspberry Pi*. Diferente de uma aula teórica expositiva, o ambiente embarcado oferece uma experiência de hibridez (*hybridity*), onde o aluno interage fisicamente com o hardware de baixo custo enquanto navega por um espaço digital complexo, mimetizando os desafios de alta fidelidade e pressão da competição (LAMB et al., 2022, p. 5). A tecnologia aqui não é apenas um meio, mas o próprio território onde a experiência profissional se materializa.

Subsequentemente, o processo avança para a Observação Reflexiva (OR). É o momento crucial em que o aluno analisa o resultado de sua ação (o "código que não rodou" ou a "rede que falhou"). Em métodos tradicionais, esse feedback pode demorar dias para chegar (correção do professor). No Ecossistema Didático, a Gestão da Informação automatiza essa etapa: o software de gamificação e o Learning Management System (LMS) fornecem dados imediatos sobre erros, tempo de execução e comparação com benchmarks de excelência. Estudos recentes de meta-análise confirmam que intervenções tecnológicas que oferecem esse tipo de feedback estruturado são determinantes para promover a autorregulação da aprendizagem, permitindo que o estudante monitore seu próprio desempenho e ajuste suas estratégias cognitivas em tempo real (SÁEZ-DELGADO et al., 2023, p. 12).

A partir da reflexão, o aluno entra na fase de Conceituação Abstrata (CA). Aqui, a experiência prática e os dados de erro devem ser transformados em modelos mentais e teorias lógicas. O Ecossistema suporta essa etapa através da curadoria de conteúdo inteligente: ao identificar um erro na fase anterior, o sistema sugere pílulas de conhecimento, documentação técnica (conhecimento explícito) e exemplos de melhores práticas armazenados no servidor NAS. A plataforma atua, portanto, na conversão de dados brutos em conhecimento estruturado, permitindo

que o aluno comprehenda não apenas "o que" errou, mas "por que" errou, fundamentando a prática na teoria (MARIN et al, 2024).

Finalmente, o ciclo se completa na Experimentação Ativa (EA). Munido de novas hipóteses e conceitos, o aluno retorna ao ambiente prático para testar suas soluções. No Ecossistema, isso se traduz na reescrita do código ou na reconfiguração do servidor *Raspberry Pi* para superar o desafio inicial. A repetição desse ciclo, mediada pela tecnologia, é o que conduz ao desenvolvimento do talento vocacional de excelência. Pesquisas com medalhistas da *WORLDSKILLS* indicam que essa capacidade de iterar rapidamente entre a prática, a reflexão e a nova tentativa é o fator distintivo dos competidores de elite (PYLVÄS; NOKELAINEN, 2017, p. 102). O Ecossistema Didático, ao gerenciar esse fluxo contínuo de informação e feedback, estabelece-se como o mecanismo ideal para transformar a experiência técnica em competência profissional robusta e sustentável.

2.4.3 Aprendizagem prática baseada em desafios (APBD)

A Aprendizagem Prática Baseada em Desafios (APBD), ou Challenge-Based Learning (CBL), consolida-se como a metodologia ativa mais aderente à simulação do ambiente de alta performance exigido pela *WORLDSKILLS*. Diferente de abordagens tradicionais, a APBD é caracterizada pela exploração colaborativa e pela resolução de problemas complexos, autênticos e abertos, que frequentemente carecem de soluções pré-definidas. Essa natureza incerta mimetiza os cenários reais da indústria de TI, exigindo dos estudantes não apenas a aplicação de conceitos, mas o desenvolvimento de soluções inéditas para contextos específicos.

No âmbito da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), a APBD demonstra eficácia singular no ensino de Tecnologia da Informação. A metodologia atua como catalisadora do pensamento crítico e da aplicação integrada do conhecimento teórico- prático. Ao deslocar o estudante da posição passiva de receptor para a de agente de solução, a APBD fomenta o desenvolvimento de competências socioemocionais (*soft skills*) essenciais para o mercado contemporâneo, como a resiliência, a adaptabilidade e a comunicação técnica eficaz.

Um fator crítico para o sucesso dessa abordagem em ambientes mediados por tecnologia é o desenvolvimento da autorregulação da aprendizagem. Uma meta-

análise recente conduzida por Sáez-Delgado et al. (2023, p. 10) confirma que intervenções tecnológicas bem desenhadas possuem um efeito estatisticamente significativo na promoção de estratégias de autorregulação em estudantes universitários. Essa evidência científica válida a arquitetura do Ecossistema Didático proposto, onde os mecanismos de feedback imediato e os painéis de progresso (elementos de gamificação) não são meros adereços, mas ferramentas de suporte cognitivo que permitem ao aluno monitorar, avaliar e ajustar suas próprias estratégias de aprendizado em tempo real.

Nesse cenário, a Gestão da Informação (GI) desempenha um papel nevrálgico. A prática da APBD gera um fluxo contínuo de dados não estruturados — como tentativas de código, logs de erro do servidor e tempos de execução. O Ecossistema Didático opera como um sistema de GI ao capturar esses dados brutos e estruturá-los em informação de desempenho acionável. Ao transformar logs técnicos em métricas pedagógicas claras, o sistema facilita a fase de Observação Reflexiva do ciclo de Kolb, permitindo que o aluno analise criticamente suas decisões. Dessa forma, a APBD, suportada pela GI, transcende a prática mecânica, promovendo um aprendizado profundo onde os padrões abstratos de benchmark da *WORLDSKILLS* são traduzidos em competências tangíveis e mensuráveis.

2.4.4 Sequência didática em T.I e didática com metodologias ativas

A Sequência Didática (SD) define-se como um conjunto estruturado de atividades e conteúdos, rigorosamente planejados para promover o aprendizado de um tema ou área do conhecimento de forma gradual e sequencial. Originalmente concebida como um procedimento didático estruturado, a SD é um "conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero [ou tema]" (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004, p. 97). Sua finalidade primordial é orientar o processo de ensino-aprendizagem, organizando os conteúdos de maneira lógica para o desenvolvimento progressivo das competências e habilidades necessárias ao domínio de um determinado assunto (DOLZ; SCHNEUWLY, 2010).

Para que a SD seja efetiva no ensino de TI, seu planejamento deve transcender a mera organização de tarefas. É imperativo considerar a Teoria da Carga Cognitiva (TCC), evitando que o aluno seja sobrecarregado por informações

excessivas que prejudiquem a aprendizagem. Neto et al. (2023, p. 5) destacam que a integração da TCC com a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia é essencial na formação, pois instrumentaliza o docente a criar recursos que respeitem a arquitetura cognitiva humana, facilitando a aquisição de conhecimentos complexos, como a programação e a física, presentes neste ecossistema.

Adicionalmente, o planejamento de uma SD eficaz exige uma articulação dialética entre o conteúdo técnico e a realidade social do estudante. Firme e Silva (2022, p. 18) ressaltam que a estruturação dessas sequências, quando fundamentada em uma abordagem crítica, permite problematizar a prática social inicial do aluno, instrumentalizá-lo com novos saberes tecnológicos e promover uma catarse que transforma sua visão de mundo e sua atuação profissional.

No contexto do Ecossistema Didático de TI, a SD atua como um instrumento de Gestão Curricular que garante o aprendizado adaptativo. A estrutura em fases (apresentação da situação, produção inicial, módulos e produção final) inerente à SD (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004, p. 98) é ideal para o acompanhamento contínuo e a avaliação formativa, que consiste em diagnosticar o que o aluno já dispõe e o caminho que tem a percorrer, constituindo a "essência da avaliação formativa" (SCHNEUWLY; DOLZ, 2010).

A SD é concebida de forma interdisciplinar, servindo de veículo para a integração de Metodologias Ativas (MAs), como a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL). Tais metodologias estimulam a investigação, o pensamento crítico e a colaboração, conferindo significado aos saberes e promovendo a responsabilidade do aluno (Firme e Silva, 2024). A integração entre teoria e prática por meio de estudos de caso e ferramentas tecnológicas, como softwares de Gestão da Informação, favorece um aprendizado profundo e significativo, preparando os estudantes para a resolução de problemas reais e para a atuação profissional completa (MORAN, 2015; PINTO; COSTA, 2024).

Por fim, a organização sistemática da SD permite que o docente observe os avanços e identifique as dificuldades específicas dos estudantes, facilitando uma intervenção pedagógica assertiva. Essa característica é potencializada pela Cultura Digital, que exige do professor a capacidade de utilizar dados para ajustar as práticas em tempo real e planejar intervenções personalizadas (SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO, 2025). O caráter dinâmico e adaptável da SD, mediado pela TI, é sua principal vantagem, garantindo o desenvolvimento das

competências de TI e de Governança de forma prática e alinhada às demandas atuais do mercado.

As Metodologias Ativas (MAs) consolidam-se como estratégias de ensino que visam subverter a passividade tradicional, incentivando os estudantes a aprenderem de forma autônoma, crítica e participativa. Essa abordagem fundamenta-se na resolução de problemas e em situações reais, engajando os discentes em tarefas que estimulam o pensamento complexo, a iniciativa e o debate, tornando-os corresponsáveis pela construção do próprio conhecimento. Nesse modelo, o papel do docente é ressignificado: ele deixa de ser o único detentor do saber para atuar como mediador e coadjuvante, garantindo ao estudante o protagonismo de sua trajetória de aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018, p. 27).

A articulação entre as Metodologias Ativas (MAs) e as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) amplia substancialmente o potencial pedagógico nos ambientes educacionais contemporâneos. Bacich e Moran (2018, p. 11) ressaltam que “o acesso fácil e as competências digitais são fundamentais para implementar propostas educacionais atuais, motivadoras e inovadoras”, evidenciando que a tecnologia não é apenas um suporte operacional, mas um elemento estruturante das práticas de aprendizagem. Nesse sentido, as TDICs funcionam como catalisadoras de processos formativos mais dinâmicos, possibilitando a personalização do ensino, a flexibilização dos percursos formativos e a expansão dos espaços de aprendizagem para além da sala de aula física. Essa integração torna-se ainda mais decisiva em contextos de ensino híbrido e a distância, nos quais autonomia, interatividade e acesso multimodal são essenciais. Conforme afirmam Gabarda Méndez et al. (2025, p. 10), quando as tecnologias são empregadas de maneira articulada às metodologias ativas, observam-se melhorias significativas no desempenho acadêmico, no engajamento e na satisfação dos estudantes no ensino superior.

O espectro das metodologias ativas é vasto, abrangendo estratégias como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), o Ensino Híbrido, a Gamificação e os Estudos de Caso. Dentre estas, a Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*) mediada por tecnologia destaca-se por seus impactos positivos na motivação e na criatividade discente. Salas-Rueda, Cabrera-Rodríguez e Domínguez-Herrera (2024, p. 445) observaram que a utilização de plataformas virtuais para o acesso prévio ao conteúdo teórico permite

otimizar o tempo em sala (ou laboratório) para a troca de ideias, a colaboração e a resolução prática de problemas complexos. Essa dinâmica alinha-se perfeitamente às demandas de treinamento de alto desempenho, como as exigidas na WORLD SKILLS, onde a teoria deve servir de base imediata para a prática de excelência.

2.5 A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO COMO VETOR DE MEDIAÇÃO E INCLUSÃO

A Tecnologia da Informação (TI) transcende a definição de um conjunto instrumental de recursos didáticos; ela se configura, na contemporaneidade, como o tecido que conecta e reconfigura os espaços de aprendizagem. A inclusão de novas tecnologias trouxe mudanças consideráveis para a educação (KENSKI, 2007, p. 46), mas a análise atual exige uma perspectiva pós-digital, onde o digital e o material, o biológico e o social estão intrinsecamente conectados e são co-determinantes (LAMB et al., 2022, p. 3). Nesse cenário, a utilização dessas tecnologias em sala de aula não apenas contribui para o aprendizado, mas redefine a própria natureza da presença e da interação, convertendo a sala de aula em um espaço onde as fronteiras entre o "*online*" e o "*offline*" se tornam fluidas (BELLONI; GOMES, 2008, p. 722).

A relevância da TI é respaldada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), cujo Art. 22 estabelece que a Educação Básica deve fornecer "meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores" (BRASIL, 1996). O uso das tecnologias é, portanto, um facilitador normativo e um imperativo socio material. O ambiente de aprendizagem não é apenas um cenário passivo, mas uma montagem (*assemblage*) complexa de atores humanos (alunos, professores) e não-humanos (dispositivos, algoritmos, redes), onde a agência do aprendizado é distribuída (LAMB et al., 2022, p. 4). Contudo, deve-se observar que a tecnologia não é uma panaceia neutra; sua influência é relacional a outras restrições sociais e materiais (LAMB et al., 2022, p. 10). Isso reforça a necessidade de soluções como o Ecossistema Didático proposto, que visa mitigar desigualdades de acesso através de hardware de baixo custo.

2.5.1 O recurso didático-pedagógico no ensino-aprendizagem

Essa nova maneira de integrar as tecnologias demanda um modelo de aprendizado flexível e híbrido. A sala de aula equipada com recursos de TI se integra aos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) para desenvolver atividades de pesquisa. Tais atividades se complementam por meio da hibridez (hybridity), termo que reconhece a convergência dos ambientes físicos e virtuais de aprendizagem (LAMB et al., 2022, p. 5). Neste cenário, o aluno pode estar fisicamente na sala de aula, mas ativamente presente na rede digital da instituição ou em plataformas globais de conhecimento, o que exige do Ecossistema Didático uma infraestrutura capaz de suportar essa multiplicidade de espaços (MORAN, 2000, p. 137).

A eficácia do uso de tecnologia no ensino de disciplinas exatas, que exigem alto grau de abstração como a matemática e a lógica de programação, é amplamente discutida na literatura europeia. Gabarda Méndez et al. (2025) indicam que a integração de recursos tecnológicos nos processos formativos é uma realidade consolidada que favorece a compreensão de conceitos complexos. No entanto, a eficácia de uma tecnologia educativa não reside apenas na sua inovação técnica, mas na sua validação pedagógica. Ribeiro et al. (2020) destacam que a construção de tecnologias visuais e interativas deve passar por um processo rigoroso de validação de conteúdo e aparência. No contexto desta tese, essa premissa orientou o design das interfaces do sistema, buscando clareza e usabilidade para maximizar a retenção do conhecimento.

Para que a excelência pedagógica mediada pela TI ocorra, são cruciais a infraestrutura e a qualificação docente. A integração eficaz da tecnologia na sala de aula depende diretamente da percepção de autoeficácia e competência dos professores. Cristóvão et al. (2022) observaram que, quando os docentes recebem formação adequada e percebem a utilidade das ferramentas digitais, há um impacto direto na melhoria das aprendizagens. A realidade pós-digital requer do professor novas competências para atuar não apenas como transmissor, mas como designer de experiências de aprendizagem que fluem entre o físico e o digital (SILVA; PACHECO, 2024).

A implementação de padrões de excelência internacional no ensino técnico exige a requalificação do corpo docente para operar nesse novo paradigma. Kholina

et al. (2020) propõem um modelo de treinamento avançado que integra competências profissionais com a participação em competições como a WORLD SKILLS. Smirnova et al. (2018, p. 170) demonstram que a utilização da metodologia WORLD SKILLS no treinamento de professores (*pedagogical staff*) resulta em uma melhoria mensurável na qualidade do ensino. Ao expor os docentes aos rigores e critérios da competição, o Ecossistema Didático serve também como plataforma de formação continuada, alinhando a prática de sala de aula às fronteiras tecnológicas da indústria e facilitando a Gestão da Informação no ambiente de aprendizado (BECKMAN, 2021).

2.5.2 Barreiras sistêmicas e o papel da tecnologia educacional

A exclusão de grupos sub-representados nas áreas tecnológicas não ocorre por uma suposta falta de interesse intrínseco, mas é resultado de uma complexa teia de barreiras sistêmicas e culturais. A compreensão desse fenômeno exige uma análise multifatorial. Noviyanti et al. (2025, p. 2), em estudo sobre equidade de gênero em aprendizagem a distância em STEM, identificam desafios críticos como a baixa autoeficácia, a escassez de modelos de referência (role models) e restrições severas de infraestrutura digital que afetam desproporcionalmente as estudantes do sexo feminino.

Essas barreiras estruturais são agravadas por fatores psicossociais que influenciam as escolhas educacionais precoces. Schwerter et al. (2025, p. 2), ao aplicarem modelos preditivos, identificaram que o autoconceito matemático e a percepção de valor das tarefas são determinantes para a entrada de mulheres em campos tecnológicos. Contudo, ambientes acadêmicos marcados por uma "cultura masculina" (dude culture) tendem a minar esse autoconceito, criando um ciclo de insegurança e exclusão (MILLER et al., 2021, p. 345). Kalender et al. (2020, p. 5) corroboram que a baixa autoeficácia impacta diretamente a retenção, mesmo quando a habilidade técnica real é equivalente à dos pares masculinos.

Nesse contexto desafiador, o Ecossistema Didático proposto nesta tese atua como uma intervenção estratégica de dupla via. Primeiramente, ao oferecer uma infraestrutura offline e acessível baseada em *Raspberry Pi*, o sistema atua diretamente na mitigação das barreiras de acesso físico e digital apontadas por Noviyanti et al. (2025), democratizando as ferramentas de produção técnica

independentemente da conectividade local. Isso é crucial para garantir que a tecnologia atue como vetor de equidade e não de segregação (CHERUTTI; ZUCCHETTI, 2022, p. 238).

Em segunda instância, a literatura de Gestão da Informação aponta que diferenças de gênero moderam a aceitação e a interação com tecnologias de aprendizagem. Al-Azawei (2019, p. 270) demonstra que, embora o Modelo de Aceitação Tecnológica (TAM) seja válido universalmente, existem nuances comportamentais distintas: enquanto a autoeficácia computacional é um preditor forte de uso para o público masculino, o público feminino tende a valorizar significativamente a facilidade de uso e a acessibilidade da interface.

Esses achados reforçam a importância estratégica da Experiência do Usuário (UX) na Gestão da Informação do aplicativo AprendaS. O design da ferramenta não é meramente estético, mas funcional e inclusivo; ele deve priorizar interfaces intuitivas que reduzam a carga cognitiva estranha, garantindo que a percepção de complexidade do sistema não se torne um obstáculo adicional para a apropriação do conhecimento (AL-AZWEI, 2019, p. 271). Ao combinar uma infraestrutura democrática com uma interface amigável e gamificada, o Ecossistema cria um ambiente seguro que favorece o desenvolvimento da autoeficácia e a permanência de mulheres na trajetória de excelência técnica.

2.5.3 O processo de Aprendizagem como vetor de equidade em T.I

A Gestão da Informação e do Conhecimento, quando aplicada ao contexto educacional e corporativo de Tecnologia da Informação (TI), não pode prescindir da análise crítica sobre o Capital Humano. A maximização da Gestão do Conhecimento (GC) e o consequente impulso à inovação dependem intrinsecamente da qualidade e, sobretudo, da diversidade dos indivíduos que compõem a organização. O conhecimento tácito, enraizado na experiência e nos valores dos indivíduos, é a matéria-prima do ciclo de criação de conhecimento (NONAKA; TAKEUCHI, 1997), e seu enriquecimento é diretamente proporcional à pluralidade de perspectivas presentes no ambiente de trabalho ou ensino (TREVISAN et al., 2022).

Nas últimas décadas, a TI tornou-se central para a economia digital. No entanto, a participação feminina permanece marcadamente desigual, criando um hiato de competência que limita o potencial inovador do setor. Relatórios globais

indicam que mulheres representam menos de um terço dos profissionais em ciência da computação e engenharia de software (WORLD ECONOMIC FORUM, 2024). No Brasil, esse cenário repete-se com barreiras estruturais e culturais que limitam a trajetória acadêmica e profissional de mulheres em STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) (WOMEN IN STEM BRAZIL, 2024). Meyer, Du e Gouda (2025, p. 2) alertam que a sub-representação feminina na política de inovação e tecnologia não é apenas uma questão social, mas um entrave que "continua a dificultar a inovação global e o avanço científico", limitando a diversidade de soluções para problemas complexos.

Essa exclusão sistêmica é reforçada por culturas acadêmicas e profissionais excluidentes. Miller et al. (2021, p. 345) identificam a predominância de uma "cultura masculina" (dude culture) nos cursos de STEM, que marginaliza identidades minoritárias e cria um ambiente inóspito para a aprendizagem colaborativa. Thorsen, Madsen e Holmegaard (2025, p. 300), em estudo etnográfico, demonstram como interações sutis em sala de aula reproduzem inseguranças de gênero, onde as estudantes mulheres frequentemente têm sua competência técnica questionada ou invisibilizada. Kalender et al. (2020, p. 5) corroboram que essa dinâmica impacta diretamente a autoeficácia (self-efficacy), criando um ciclo vicioso onde a menor confiança resulta em menor desempenho e retenção, mesmo quando a habilidade técnica real é equivalente à dos pares masculinos.

Neste cenário, a busca pela excelência técnica em plataformas de alto desempenho, como a WORLD SKILLS, não pode prescindir da diversidade. Bentley-Gockmann (2020, p. 688) argumenta que a exclusão de grupos sub-representados nas competições de habilidades limita o pool de talentos e a capacidade de inovação do setor. Para que o ecossistema de TI atinja seu potencial máximo, é imperativo implementar estratégias intencionais que removam essas barreiras culturais. O Ecossistema Didático proposto nesta tese atua como uma intervenção pedagógica estratégica ao criar um ambiente de aprendizagem inclusiva e motivacional. Sung e Huang (2024, p. 8), aplicando o modelo de design motivacional ARCS (Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação), evidenciam que ambientes de aprendizagem online bem estruturados podem mitigar o isolamento e aumentar a motivação de estudantes mulheres em engenharia.

A promoção de redes de apoio e mentoring para o desenvolvimento profissional de mulheres na tecnologia configura-se, assim, como uma estratégia

organizacional de socialização e combinação do conhecimento (HAGERER et al; 2025; LINS et al, 2024). Thaiduong (2025, p. 2), ao investigar líderes femininas em indústrias dominadas por homens, destaca que o desenvolvimento de carreira é fortemente influenciado por sistemas de suporte e pela capacidade de adaptação a novos ambientes tecnológicos. O Ecossistema Didático, ao simular os desafios reais do mercado e da competição WORLD SKILLS em um ambiente controlado e gamificado (HAGERER, 2025, p. 5), serve como um laboratório para desenvolver essa resiliência e adaptabilidade, garantindo que jovens de todos os gêneros tenham acesso equitativo às oportunidades de alta performance.

No contexto da formação profissional avançada, é imperativo distinguir conceitualmente a diferença entre competência e excelência. Enquanto a competência refere-se ao cumprimento de padrões mínimos necessários para a atuação profissional segura, a excelência vocacional — alvo central do treinamento WORLD SKILLS e deste Ecossistema Didático — exige um nível superior de domínio. Este nível é caracterizado pela fluidez técnica, adaptabilidade imediata e pela resolução criativa de problemas sob pressão extrema. James Relly (2016, p. 325) argumenta que o papel dos treinadores (Training Managers) e das ferramentas de suporte é fundamental nessa transição, atuando como líderes pedagógicos que modelam não apenas a habilidade técnica (hard skill), mas a identidade profissional de elite (soft skill) dos competidores.

Em suma, a Gestão do Conhecimento em nível regional e nacional depende da capacidade de adaptação contínua de toda a força de trabalho, sem distinção de gênero. O Ecossistema Didático, ao ser modular, acessível e fundamentado em princípios de inclusão e usabilidade, potencializa essa formação contínua, permitindo a atualização rápida de competências técnicas em resposta às mudanças tecnológicas (KORSHUNOV; SHIRKOVA; GORBUNOVA, 2023, p. 1095).

2.6 GESTÃO DO CONHECIMENTO, INOVAÇÃO E CAPITAL HUMANO

A Gestão do Conhecimento (GC) consolida-se como uma disciplina fundamental para a sustentabilidade e a competitividade das organizações na era da informação, na qual o conhecimento é reconhecido como o fator de produção mais crítico (SANTOS; RADOS, 2020). A GC pode ser definida como um conjunto articulado de práticas organizacionais que possibilitam a identificação, captura,

organização, armazenagem, compartilhamento, aplicação e criação do conhecimento que circula dentro da organização (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

O motor dessa dinâmica de inovação é o Modelo SECI (Socialização, Externalização, Combinação e Internalização), proposto por Nonaka e Takeuchi (1997). Este processo central converte o conhecimento tácito (experiências subjetivas e habilidades não articuladas) em conhecimento explícito (documentos, manuais, procedimentos) e vice-versa. A criação contínua de conhecimento, resultante dessa espiral, é o objetivo primordial da GC e a base para a inovação organizacional (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

No entanto, a gestão da inovação no cenário contemporâneo exige mais do que processos internos; ela demanda a capacitação dos indivíduos para lidar com o chamado Mundo VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity). Rodrigues, Souza e Mello (2022, p. 215) argumentam que, em contextos de assimetrias sociais, a criação de habitats de aprendizagem tecnológica — como o Ecossistema Didático aqui proposto — é fundamental para dotar os jovens de competências resilientes que lhes permitam navegar por essas incertezas do mercado de trabalho, promovendo inclusão e adaptabilidade.

Nesse sentido, a inovação no ambiente educacional requer a construção de novos cenários que apoiem as iniciativas empreendedoras e criativas dos estudantes. Colette e Silva (2014, p. 60), em uma pesquisa-ação focada em cursos de Ciência e Tecnologia, reforçam que há uma demanda discente latente por apoio às suas ideias inovadoras. Um ecossistema de aprendizagem eficiente deve, portanto, atuar como um suporte estrutural para que essas iniciativas se concretizem, alinhando sustentabilidade, inovação e formação técnica de ponta.

Em um cenário de aceleração tecnológica e competitividade global, a Tecnologia da Informação (TI) torna-se o principal mecanismo e facilitador da Gestão do Conhecimento. O progresso tecnológico posicionou a TI como ferramenta essencial para a obtenção, guarda e distribuição da informação, otimizando e potencializando a performance organizacional em suas diversas funcionalidades (ARAÚJO; RAZZOLINI FILHO, 2017). A profunda integração entre GC e TI é evidenciada pelo crescimento na solicitação de patentes em Gestão do Conhecimento, com concentração em áreas de Engenharia e Ciência da Computação, indicando que a inovação em GC reside crescentemente no desenvolvimento de artefatos e processos digitais (PEREIRA et al., 2025).

As práticas adequadas de GC geram benefícios tangíveis, sendo o mais significativo a competitividade organizacional. Organizações que investem em estratégias de GC demonstram maior probabilidade de lançar novos produtos e serviços com sucesso (MCKINSEY & COMPANY, 2020). Além disso, o compartilhamento e o uso eficaz do conhecimento entre os colaboradores registram um aumento médio na produtividade, tornando a empresa mais ágil e eficiente (OCDE, 2020).

Essa alta produtividade e a otimização de processos decorrem, em grande parte, da valorização do Capital Humano e do Capital Intelectual, que estão intimamente relacionados à GC, visto que são as pessoas que detêm o conhecimento tácito (NOVIYANTI, 2025). Ao estar conectada à Memória Organizacional, a GC garante que o conhecimento e a experiência não se percam com a rotatividade de pessoal ou a mudança de demandas. Programas de capacitação, treinamentos e a valorização da experiência dos colaboradores são as formas mais recorrentes para a criação e retenção desse conhecimento vital (HAGERER et al, 2025; PINHEIRO, 2020). Desta forma, as práticas de Gestão do Conhecimento, mediadas pela TI e focadas no capital humano, favorecem o aumento da Inteligência Organizacional, assegurando que o ciclo de criação e as inter-relações de inovação ocorram de forma constante e sustentável.

2.6.1 A gestão do conhecimento na tomada de decisões

A Gestão do Conhecimento (GC) estabelece-se como uma premissa fundamental para a eficácia da Tomada de Decisão (TD) estratégica, exigindo que os gestores disponham de estruturas cognitivas e conhecimentos específicos voltados para tal finalidade (TREVISAN et al, 2022). Mesmo em contextos organizacionais onde não vigorem processos de GC formalmente estruturados, as práticas inerentes ao ciclo de vida do conhecimento fornecem o suporte informacional necessário à TD, as quais podem e devem ser objeto de aprimoramento contínuo (DAVENPORT; PRUSAK, 1998). No ambiente corporativo, a qualidade da TD — seja ela estruturada, semiestruturada ou não estruturada — é intrinsecamente dependente de procedimentos, normas e regras que garantam a aplicação de informações significativas, precisas e confiáveis (MENDONÇA; VARVAKIS, 2018).

Nesse sentido, a GC atua como o motor que impulsiona o desenvolvimento de estratégias para criar percepções sistêmicas de resolução de problemas, fator crucial para a eficácia decisória (TREVISAN et al, 2022). O conhecimento configura-se como o recurso essencial à inteligência organizacional; pautado na informação qualificada, ele constitui a base do processo decisório (MENDONÇA; VARVAKIS, 2018). O processo de TD evidencia as incógnitas de diversas variáveis para a GC e, consequentemente, orienta o direcionamento das empresas rumo ao modelo de Organizações de Conhecimento. Para tanto, a gestão deve ser organizada com o objetivo de estabelecer metas de conhecimento claras, que sejam continuamente analisadas e realimentadas, promovendo o compartilhamento e a distribuição do saber para, por fim, preservá-lo e aplicá-lo na prática organizacional (TREVISAN et al, 2022).

A representação da espiral de criação de conhecimento, o modelo SECI, proposta por Nonaka e Takeuchi (1997), possibilita o desenvolvimento de uma infraestrutura corporativa otimizada, dotada de visão sistêmica, cultura organizacional favorável e estilos gerenciais participativos. É relevante, neste ambiente, fomentar o desenvolvimento da criatividade para que emergam tomadas de decisões inovadoras, processo este que é exponencialmente potencializado pelo uso de tecnologias emergentes (SINGH; KUMAR; TRIPATHY, 2022). Sistemas de apoio à decisão, como *Business Intelligence* (BI) e Data Science, utilizam a análise de grandes aglomerados de dados operacionais (Big Data) para gerar novos conhecimentos e resultados eficazes, suportando a TD em tempo real. A utilização contínua e sistemática das práticas de Gestão do Conhecimento, portanto, garante o suporte informacional e o conhecimento necessário para qualificar o processo de tomada de decisão, tanto em contextos corporativos quanto nos cenários educacionais propostos nesta tese.

2.6.2 Gestão e inovação em ambientes educacionais

A intersecção entre a Gestão do Conhecimento (GC) e a Inovação constitui o ponto de partida para a sustentabilidade e a competitividade organizacional. O processo decisório, essencial em qualquer organização, deve considerar intrinsecamente o potencial da inovação e seus impactos na gestão estratégica (TREVISAN et al, 2022). O Manual Frascati, referenciado pela Organização para a

Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) apud Sáenz e Capote (2002), estabelece que a inovação tecnológica se define como:

A transformação de uma ideia em produto novo ou melhorado que se introduz no mercado, ou em novos sistemas de produção, e em sua difusão, comercialização e utilização. Entende-se também por inovação tecnológica, a melhoria substancial de produtos ou processos já existentes (OCDE apud SÁENZ; CAPOTE, 2002).

Essa definição é complementada pela Teoria da Inovação, cujo maior expoente é Joseph Schumpeter (1982), que descreve a inovação como a introdução de um novo bem, processo ou mercado. A inovação distingue-se da invenção ao gerar resultado prático: programar a inovação significa gerar valor mediante uma nova solução para um problema, reescrevendo as regras do negócio (DI SERIO; VASCONCELLOS, 2009). A criatividade e a imaginação humana são os motores desse processo, mas a concretização da inovação ocorre apenas quando uma resposta mais efetiva é implementada e absorvida pelo mercado consumidor (SCHUMPETER, 1982; OCDE, 2005).

No cenário contemporâneo, a gestão da inovação exige a capacitação dos indivíduos para lidar com o chamado Mundo VUCA (*Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity*). Rodrigues, Souza e Mello (2022, p. 215) argumentam que, em contextos de assimetrias sociais, a criação de habitats de aprendizagem tecnológica — como o Ecossistema Didático aqui proposto — é fundamental para dotar os jovens de competências resilientes que lhes permitam navegar por essas incertezas do mercado de trabalho, promovendo inclusão e adaptabilidade.

Para obter vantagens competitivas sustentáveis nesse ambiente volátil, as organizações utilizam a inovação como forma de criar valor. O acesso à informação e ao conhecimento torna-se, portanto, de importância capital (PEREIRA et al., 2025). O conhecimento — e não apenas a informação técnica bruta — é reconhecido como a maior vantagem competitiva de uma organização, pois sua apropriação exige esforço cognitivo para ser compreendido e explorado (NOVIYANTI, 2025). Neste sentido, o foco da competição desloca-se das conquistas puramente técnicas para as habilidades organizacionais e o desenvolvimento de competências (OCDE, 2012).

A inovação está intrinsecamente ligada à capacidade de aprendizado interativo e coletivo da empresa (GUNASEKARA, 2006). Para conquistar posições de liderança, as organizações necessitam estar em processo de contínua inovação,

dedicando esforços na criação e gestão de seu recurso mais importante: o conhecimento (SANTOS; RADOS, 2020).

Neste ambiente de negócios, a Tecnologia da Informação (TI) é fundamental e determina claramente o desenvolvimento tecnológico, impactando a qualidade, o custo e a flexibilidade dos produtos e processos (DI SERIO; VASCONCELLOS, 2009). A TI exerce um papel de extrema importância para o sucesso estratégico, permitindo que as empresas que a utilizam de forma intensiva se tornem competitivas no mercado global (ARAÚJO; RAZZOLINI FILHO, 2017). O Ecossistema Didático, ao integrar a GC, a inovação e o aprendizado prático em TI, posiciona-se como um mecanismo de benchmarking que visa elevar a competitividade dos estudantes brasileiros aos padrões globais exigidos.

2.6.3 Intervenções estruturadas: mentoria e ambientes de aprendizagem ativa

A reversão das assimetrias de gênero e a potencialização do capital humano na área de Tecnologia da Informação exigem mais do que a simples disponibilização de conteúdo; demandam intervenções pedagógicas intencionais e baseadas em evidências. Uma revisão sistemática conduzida por Hulus (2025, p. 1) analisou estratégias globais para fomentar o engajamento feminino em engenharia e computação, concluindo que a implementação de ações estruturadas resulta em melhorias substanciais nos indicadores de permanência. Especificamente, a integração de programas de mentoria a ambientes de aprendizagem tecnologicamente avançados gerou um aumento de 15% a 20% nas taxas de retenção de mulheres em comparação com métodos convencionais.

O Ecossistema Didático proposto nesta tese operacionaliza esses princípios ao integrar a gamificação e o feedback imediato como ferramentas de suporte cognitivo e emocional. Essa abordagem cria um "ambiente seguro para o erro", fator crucial para o desenvolvimento da autoeficácia técnica. Kricorian et al. (2020, p. 2) reforçam que o sentimento de pertencimento e a identidade científica de grupos sub-representados são significativamente fortalecidos quando os estudantes têm acesso a mentorias e a ambientes de aprendizagem que desafiam estereótipos vigentes.

Contudo, a literatura alerta para a necessidade de cautela na aplicação de metodologias ativas. Aguillon et al. (2020, p. 2) identificaram que, em salas de aula de aprendizagem ativa não estruturadas, podem emergir lacunas de participação de

gênero, onde estudantes do sexo masculino tendem a dominar as interações verbais e a tomada de decisão em grupos. O uso do aplicativo AprendaS atua como um mecanismo de mitigação desse risco ao oferecer um canal individualizado de participação e validação do conhecimento. A plataforma garante que todas as estudantes tenham voz e visibilidade sobre seu próprio progresso através dos rankings e *badges*, promovendo uma competição saudável, equitativa e baseada em métricas objetivas, e não em dinâmicas sociais exclucentes.

Além do ambiente de sala de aula, as Competições de TI, *Hackathons* e Maratonas de Inovação configuram-se como habitats poderosos para o desenvolvimento acelerado de competências técnicas, sociais e empreendedoras.

Quando organizadas sob uma ótica inclusiva, essas iniciativas transcendem a competição técnica e funcionam como estratégias de empoderamento. Pesquisas sobre *hackathons* educacionais indicam que a participação de mulheres em equipes multidisciplinares fortalece a autoconfiança, o senso de pertencimento e a percepção de capacidade de liderança em projetos complexos (GAMA et al, 2019). Experiências que adotam ações proativas — como reservas de vagas para equipes mistas, mentoria especializada e critérios de avaliação que valorizam a diversidade — tendem a gerar trajetórias de continuidade, onde protótipos evoluem para *startups* ou projetos de pesquisa (PYLVAS; NOKEAINEN, 2017; GAMA et al, 2019).

Entretanto, a busca por alto desempenho em competições e carreiras de TI não pode prescindir da dimensão do bem-estar e da saúde mental, variáveis críticas para a sustentabilidade da Gestão do Conhecimento. Estudos sobre ambientes de alta exigência tecnológica apontam que a pressão por resultados, jornadas extensas e a cultura de "disponibilidade total" podem gerar estresse, ansiedade e burnout (WORLD BANK, 2022; ITU, 2023). Esses fatores, embora afetem todos os profissionais, possuem impacto desproporcional sobre mulheres quando somados a experiências de discriminação ou isolamento profissional. Portanto, iniciativas de excelência em TI devem ser acompanhadas de políticas de promoção de ambientes de respeito e reconhecimento, valorizando trajetórias profissionais sustentáveis em detrimento de narrativas de heroísmo exaustivo.

Por fim, a base material para qualquer intervenção de equidade reside na Inclusão Digital. Relatórios do Banco Mundial e da União Internacional de Telecomunicações (ITU) evidenciam que a "divisão digital de gênero" permanece como uma barreira estrutural para a participação feminina em carreiras digitais,

especialmente em países em desenvolvimento (WORLD BANK, 2022; ITU, 2023). O documento *"What Works to Advance Women's Digital Literacy?"* (WORLD BANK, 2022) destaca a eficácia de programas que aumentam o acesso a dispositivos e conexões de qualidade.

Neste ponto, a arquitetura do Ecossistema Didático baseada em *Raspberry Pi* demonstra sua relevância social. Ao funcionar como um servidor local de baixo custo, a solução alinha-se às recomendações internacionais para ampliar pontos de acesso e subsidiar equipamentos para populações de baixa renda. Sem o acesso adequado à infraestrutura, torna-se inviável que mulheres ingressem em formações avançadas em TI ou se mantenham atualizadas em um campo de mudança rápida. O Ecossistema, portanto, atua na base da pirâmide de necessidades digitais, garantindo o acesso para que a excelência possa ser desenvolvida.

A maximização da Gestão do Conhecimento depende da diversidade do capital humano. Contudo, a área de TI enfrenta um desafio persistente de equidade. Relatórios globais indicam que mulheres representam menos de um terço dos profissionais em ciência da computação (WORLD ECONOMIC FORUM, 2024). No Brasil, pesquisas de 2025 apontam que a participação feminina em cargos técnicos gira em torno de 20% a 30% (SILVA; OLIVEIRA; TEIXEIRA, 2025).

Nesse cenário, o Ecossistema Didático atua como um vetor de inclusão. A literatura aponta que a exclusão de grupos sub-representados limita a capacidade de inovação do setor (BENTLEY-GOCKMANN, 2020). Ao oferecer uma plataforma acessível e gamificada, que prioriza a usabilidade e o feedback imediato, o sistema busca mitigar barreiras de entrada e fortalecer a autoeficácia de estudantes mulheres, alinhando-se às melhores práticas de diversidade na Gestão do Conhecimento.

2.6.4 Métodos de alto desempenho: Hackathons e competições

As competições práticas de tecnologia, como Hackathons e o treinamento intensivo para a WORLD SKILLS, configuram-se como formas extremas e altamente eficazes de Aprendizagem Baseada em Desafios (Challenge-Based Learning - CBL) (MACEDO et al., 2023). Esses eventos simulam o ambiente turbulento, incerto e de alta pressão característico da inovação industrial schumpeteriana (SCHUMPETER, 1982), exigindo dos estudantes não apenas a retenção passiva de conteúdo, mas a

aplicação imediata de conhecimento explícito (normas e linguagens de programação) e a criação rápida de novo conhecimento (soluções originais) para problemas complexos.

Na literatura contemporânea, os hackathons são redefinidos não apenas como eventos de programação, mas como 'laboratórios vivos de aprendizagem'. Gama et al (2019) define que esses ambientes permitem que equipes heterogêneas transformem conhecimento teórico em soluções tangíveis em prazos reduzidos, favorecendo o desenvolvimento acelerado de competências socioemocionais como liderança e autogestão, essenciais para o perfil do profissional de TI moderno.

O sucesso nesses ambientes de alta performance depende intrinsecamente da competência de Aprendizagem Cooperativa. Silva et al. (2024, p. 5) validaram que a interdependência positiva e as competências interpessoais são fatores estruturantes para o aprendizado em grupo no ensino superior tecnológico. No contexto deste Ecossistema, as atividades de gamificação e os desafios em equipe são desenhados para fomentar essa interação estimuladora, onde o sucesso individual está atrelado ao sucesso do grupo, simulando a realidade colaborativa dos projetos de TI no mercado corporativo.

O foco dessas competições reside na resolução de problemas em tempo real, no desenvolvimento de competências socioemocionais (como resiliência e trabalho em equipe) e no reforço acelerado do aprendizado técnico. Elas funcionam como laboratórios de alto desempenho para a fase de Experimentação Ativa do ciclo de Kolb, onde a hipótese teórica é testada contra a realidade prática de forma imediata e iterativa (MOKRONOSOV et al, 2022). A integração dessas dinâmicas competitivas ao Ecossistema Didático é, portanto, uma estratégia pedagógica fundamentada para maximizar a performance e a prontidão profissional dos estudantes.

2.6.5 A validação do conhecimento na academia: O papel do ENADI

A produção de conhecimento, no âmbito da Ciência da Informação e da Gestão do Conhecimento (GC), não se encerra na criação ou na aplicação prática de uma solução tecnológica; ela requer, imperativamente, sua validação e disseminação junto à comunidade de pares. Conforme estabelecido pelo Manual de Frascati (OCDE apud SÁENZ; CAPOTE, 2002), a difusão é uma etapa intrínseca ao

processo de inovação tecnológica. Nesse contexto, eventos científicos, como o Encontro Nacional de Gestão da Informação (ENADI), desempenham um papel crucial não apenas como vitrines de produção, mas como mecanismos formais de Inovação Aberta e Validação Externa do Conhecimento.

Essas plataformas acadêmicas operam como catalisadores da etapa de Externalização do modelo SECI (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). Durante o desenvolvimento do Ecossistema Didático, grande parte do conhecimento gerado permanece em estado tácito (a experiência prática de configurar o hardware *Raspberry Pi*, a intuição pedagógica na gamificação). A submissão de trabalhos ao ENADI exige que esse conhecimento tácito seja codificado em linguagem formal (artigos, papers e apresentações), tornando-o conhecimento explícito passível de compartilhamento e crítica. Colette e Silva (2014, p. 60) reforçam que a criação de novos cenários de aprendizagem e inovação depende dessa troca constante, onde a demanda por novas ideias é confrontada com a teoria estabelecida.

A participação no ENADI permite a combinação de diferentes perspectivas teóricas e práticas, submetendo o artefato desenvolvido ao escrutínio crítico da comunidade científica. Esse processo de feedback externo é vital para a robustez da tese, pois valida a relevância social e acadêmica da pesquisa, mitigando o viés de autoconfirmação. Além disso, integra o Ecossistema Didático a uma rede mais ampla de conhecimento em Gestão da Informação, permitindo que a solução proposta contribua para a resiliência e a evolução da área (TREVISAN et al, 2022). Dessa forma, o evento científico atua como um elo final na cadeia de valor da GC, transformando uma inovação local em um ativo de conhecimento acessível e validado globalmente.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente capítulo delineia a arquitetura metodológica que fundamenta a investigação, detalhando o itinerário percorrido desde a concepção teórica até a validação empírica do artefato tecnológico. A natureza complexa do problema de pesquisa — que envolve a mitigação de lacunas de infraestrutura e a qualificação profissional de alto desempenho — exige um rigor metodológico que transcenda a mera descrição de ferramentas, avançando para a sistematização de processos de design, implementação e avaliação.

A condução da pesquisa foi estruturada em ciclos iterativos de desenvolvimento e intervenção, organizados para responder à questão central sobre a eficácia de tecnologias embarcadas na educação profissional. O percurso investigativo articula-se em três eixos dialéticos: a) O Eixo de Construção do Artefato: Compreende o desenvolvimento da infraestrutura de hardware (servidor *Raspberry Pi*) e dos sistemas de software (aplicativos de gamificação e o sistema como o *Bibliotech*), desenhados para atender aos requisitos de baixo custo e alta acessibilidade; b) O Eixo de Intervenção em Cenários Reais: Envolve a aplicação prática das soluções em ambientes de alta complexidade, como maratonas de inovação (*Hackathons*) e treinamentos baseados nos padrões internacionais da *WORLDSKILLS*, atuando como "laboratórios vivos" de aprendizagem; c) O Eixo de Validação Analítica: Consiste na triangulação de dados para mensurar a eficácia do modelo, utilizando indicadores de desempenho técnico (alinhados ao ENADE), métricas de engajamento gamificado e análises críticas sobre inclusão e equidade de gênero na tecnologia.

Para o tratamento dos dados, adota-se uma abordagem robusta que combina a análise estatística descritiva das métricas de sistema com a Análise de Conteúdo, seguindo as diretrizes clássicas de Bardin (1977). Esta estratégia visa organizar o corpus documental e os feedbacks coletados, formulando categorias de análise que permitam interpretar não apenas se o sistema funcionou, mas como ele impactou a autonomia e a competência técnica dos discentes.

3.1 CLASSIFICAÇÃO E ABORDAGEM DA PESQUISA

A presente investigação adota uma abordagem de Métodos Mistos (Mixed Methods), integrando perspectivas qualitativas e quantitativas para compreender a complexidade do fenômeno educativo mediado por tecnologia. Segundo Creswell e Guetterman (2019), essa abordagem é ideal para pesquisas em que uma única fonte de dados é insuficiente; a combinação permite que os dados quantitativos (métricas de desempenho do sistema) forneçam generalização, enquanto os dados qualitativos (percepções dos estudantes) oferecem profundidade e contexto.

Quanto aos seus fins, a pesquisa classifica-se como Exploratória e Descritiva:

Exploratória: Justifica-se pela inovação da proposta de integrar hardware de baixo custo (*Raspberry Pi*) com metodologias de alto desempenho (*WORLDSKILLS*) em contextos de vulnerabilidade digital. A natureza de sondagem permite a familiarização com um problema ainda pouco sistematizado na literatura nacional, possibilitando a construção de novas hipóteses sobre a eficácia de tecnologias frugais na educação (RICHARDSON; WALLACE, 2012; HOSSAIN, 2021; BLIKSTEIN et al, 2021; REYES, 2024).

Descritiva: Manifesta-se no detalhamento rigoroso das características do artefato desenvolvido, descrevendo a arquitetura do sistema, os fluxos de interação e as funcionalidades dos aplicativos. O objetivo é registrar com precisão os fenômenos observados, estabelecendo correlações entre as variáveis de design instrucional e o desempenho dos estudantes (HERNÁNDEZ SAMPIERI; MENDOZA, 2023).

3.1.1 O método Design Science Research (DSR) em Gestão da Informação (GI)

Dada a necessidade de projetar, desenvolver e validar um artefato tecnológico inovador, esta tese adota como método estruturante a Design Science Research (DSR). Na Ciência da Informação e em Sistemas de Informação, a DSR consolidou-se como o paradigma metodológico adequado para pesquisas que não apenas descrevem o mundo, mas buscam modificá-lo através da criação de novos artefatos (HEVNER et al., 2004, p. 77).

A DSR fundamenta-se epistemologicamente no pragmatismo, buscando a validação do conhecimento através da sua utilidade e eficácia na resolução de problemas do mundo real. Segundo Santana et al. (2023, p. 275), o método permite

conduzir investigações com rigor científico e relevância prática, superando a dicotomia entre teoria e ação. A escolha deste método justifica-se por três razões centrais, alinhadas aos objetivos desta tese:

- a) Orientação para Solução de Problemas: O foco da pesquisa é resolver o problema prático da falta de acesso a ambientes de treinamento de alta qualidade. A DSR fornece o *framework* para construir essa solução (o Ecossistema) baseada em conhecimento teórico prévio.
- b) Ciclo de Construção e Avaliação: A DSR exige que o artefato não seja apenas construído, mas rigorosamente avaliado. Isso fundamenta a estrutura deste capítulo, que prevê ciclos de teste em cenários reais (Hackathons, Bibliotech, WORLD SKILLS).
- c) Contribuição Teórica via Design: Conforme proposto por Gregor, Chandra Kruse e Seidel (2020, p. 1625), a pesquisa não se encerra no produto final, mas na abstração de Princípios de Design. A tese busca, portanto, gerar conhecimento prescritivo sobre como projetar ecossistemas de aprendizagem offline e de baixo custo que sejam eficazes na promoção da autorregulação e da competência técnica.

Para estruturar essa contribuição, o estudo alinha-se ao *framework* de Baskerville et al. (2018, p. 365), buscando o equilíbrio entre a instanciação (a construção física do servidor *Raspberry Pi* e dos aplicativos) e a teorização (a validação dos modelos pedagógicos de Construcionismo e Gamificação em ambientes tecnológicos). O ciclo de pesquisa segue as etapas iterativas propostas por Peffers et al. (2007), compreendendo: (1) a identificação e motivação do problema; (2) a definição dos objetivos da solução; (3) o design e desenvolvimento; (4) a demonstração; (5) a avaliação; e (6) a comunicação.

A estratégia de avaliação do artefato, componente crítico para o rigor da DSR, segue o modelo FEDS (*Framework for Evaluation in Design Science*), proposto por Venable, Pries-Heje e Baskerville (2016, p. 82). O FEDS orienta a seleção de uma trajetória de avaliação híbrida, combinando métodos *ex ante* (como a validação da arquitetura por experts e análise documental dos *Skills Standards*) e métodos *ex post* (avaliação naturalística do uso do sistema em cenários reais). Essa abordagem assegura que a eficácia do Ecossistema seja comprovada empiricamente, validando sua utilidade, qualidade e usabilidade frente aos desafios da educação profissional contemporânea (NGUYEN et al., 2024, p. 5).

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA: O CICLO DA DSR

O delineamento metodológico desta tese foi estruturado com base no Design Science Research Methodology (DSRM) Process Model, proposto por Peffers et al. (2007). A abordagem DSRM oferece um roteiro nominal para a condução de pesquisas que visam a produção de artefatos inovadores, garantindo que o processo de design seja rigoroso, transparente e reaplicável. O ciclo de pesquisa foi operacionalizado em seis etapas sequenciais e interativas.

3.2.1 Etapa 1: identificação do problema e motivação

A fase inicial consistiu na definição precisa do problema de pesquisa e na justificativa do valor da solução proposta. O problema foi identificado como a lacuna crítica na formação técnica em TI, exacerbada pela falta de infraestrutura adequada para o treinamento de alto desempenho (padrão WORLDSKILLS) em contextos de restrição de recursos. A motivação reside na necessidade de democratizar o acesso a ferramentas de excelência vocacional.

Para fundamentar esta etapa, realizou-se uma Revisão da Literatura (RL), visando mapear o estado da arte e identificar as limitações das soluções existentes. A análise bibliométrica revelou uma carência de estudos que integrem hardware de baixo custo com metodologias de competição de elite, validando a oportunidade de pesquisa.

3.2.2 Etapa 2: Definição dos objetivos da solução (requisitos)

Com base no diagnóstico, foram definidos os objetivos do artefato (o Ecossistema Didático). A meta foi criar um sistema que fosse, simultaneamente: (i) acessível (baixo custo de hardware); (ii) autônomo (funcionamento offline); e (iii) engajador (baseado em gamificação e desafios). Os requisitos funcionais foram derivados da análise documental dos *Skills Standards* da WORLDSKILLS (conhecimento explícito) e validados através de uma análise preliminar de personas e cenários de uso.

3.2.3 Etapa 3: Design e desenvolvimento do artefato

Esta etapa compreendeu a construção efetiva do artefato, dividida em duas frentes de engenharia:

Infraestrutura de Hardware: Configuração do servidor *Raspberry Pi 4B* para operar como WEB Server (Apache) e NAS, garantindo a estabilidade necessária para o acesso local e a replicação em laboratórios escolares.

Engenharia de Software: Desenvolvimento do aplicativo AprendaS e do portal WEB, utilizando a stack tecnológica Flutter/Dart e Python/Flask. O processo seguiu metodologias ágeis, permitindo a incorporação contínua de melhorias com base em testes de usabilidade.

3.2.4 Etapa 4: demonstração – intervenção

A viabilidade do artefato foi demonstrada através de sua aplicação em três cenários reais de intervenção, descritos detalhadamente na seção 3.4:

Cenário Modelo (Bibliotech): Identificação inicial de um projeto similar para validação de governança e segurança de dados.

Cenário de Estresse (Hackathons): Uso durante maratonas de inovação para testar a resiliência do sistema sob pressão de tempo e carga cognitiva.

Cenário de Excelência (WORLDSKILLS): Aplicação no treinamento de competidores de alto nível, validando a aderência aos padrões internacionais.

3.2.5 Etapa 5: avaliação

A eficácia do artefato foi avaliada utilizando uma estratégia mista, alinhada ao *framework* FEDS. A avaliação combinou métricas quantitativas de desempenho (tempo de resposta, taxas de acerto nos quizzes) com dados qualitativos de percepção dos usuários (questionários de aceitação tecnológica e entrevistas). A análise focou na utilidade pedagógica e na capacidade do sistema de promover a inclusão e a autorregulação.

3.2.6 Etapa 6: comunicação

A última etapa do ciclo DSR consiste na comunicação dos resultados para a comunidade acadêmica e profissional. Isso se materializa na escrita desta tese, na publicação de artigos em eventos da área (como o ENADI) e na disponibilização do código-fonte em repositórios abertos (GitHub), contribuindo para a base de conhecimento da área de Gestão da Informação e Tecnologia Educacional.

3.3 DESIGN E DESENVOLVIMENTO DE ARTEFATO

Esta etapa, centrada na metodologia Design Science Research (DSR), consistiu na materialização dos requisitos teóricos e funcionais identificados na fase de diagnóstico. O artefato final, denominado Ecossistema Didático Embarcado, é composto por uma arquitetura integrada de hardware e software, projetada para operar de forma autônoma e resiliente em ambientes educacionais com infraestrutura limitada. O processo de construção seguiu ciclos iterativos de prototipagem, teste e refinamento, visando assegurar a utilidade, a usabilidade e a escalabilidade da solução.

3.3.1 Infraestrutura de hardware: O servidor Raspberry PI como artefato de baixo custo

O primeiro passo dado foi realizar uma análise com base em pesquisas coletando diferentes fontes para identificar os requisitos necessários a fim de permitir que o projeto do protótipo fosse realizado de forma a atender ao escopo estabelecido no projeto. Conforme destacam Silva, Dias e Escudeiro (2022), a definição clara dos requisitos é uma etapa determinante para o sucesso de qualquer solução computacional, especialmente em ambientes restritos de hardware.

Com os requisitos identificados, foi realizada uma análise para selecionar os elementos de hardware que atendem a essas necessidades, o que inclui a versão do *Raspberry Pi* utilizada. De acordo com a *Raspberry Pi Foundation* (2024), “a escolha do modelo adequado deve considerar memória, capacidade de I/O e perfil de uso pretendido” (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2024, p. 2).

A engenharia da infraestrutura física iniciou-se com a análise de requisitos para a implementação de um servidor de borda (*edge server*) capaz de suportar simultaneamente serviços de armazenamento (NAS) e hospedagem WEB (LMS/Gamificação). Como afirmam Silva; Dias e Escudeiro (2022), soluções de *edge computing* baseadas em SBCs reduzem custos e capacitam o acesso local a sistemas educacionais sem depender da nuvem pública. A premissa de baixo custo e alta replicabilidade direcionou a seleção para a família de computadores de placa única (SBC).

A seleção do hardware baseou-se em uma análise comparativa entre as versões disponíveis do *Raspberry Pi* (3B, 3B+ e 4B), considerando critérios de capacidade de processamento, memória e largura de banda de I/O (Entrada/Saída). Conforme detalhado no Quadro 1, a versão *Raspberry Pi 4B* foi selecionada como a arquitetura ideal. A escolha justifica-se tecnicamente pela presença dos componentes e capacidades que mais se adequam ao ecossistema embarcado.

O processador Cortex-A72 (1.5 GHz) foi essencial para suportar a carga concorrente do servidor WEB (Apache) e do banco de dados (MySQL) sem latência perceptível para os alunos. Segundo o datasheet oficial do *Raspberry Pi 4*, “o salto arquitetural do Cortex-A53 para o Cortex-A72 resulta em ganhos de desempenho de 2 a 3 vezes nas operações de servidor” (RASPBERRY PI LTD., 2024, p. 3).

A memória RAM de 4 GB (LPDDR4) foi um requisito crítico para a execução fluida do sistema operacional e dos serviços de *backend* em Python/Flask, evitando o gargalo de swap comum em versões de menor capacidade. Como descrevem Silva, Dias e Escudeiro (2022), a disponibilidade de 4 GB ou mais é um divisor de águas para utilização do *Raspberry Pi* como servidor, especialmente para serviços WEB e banco de dados.

Quanto à conectividade e USB 3.0, foi fundamental para a função de NAS. As portas USB 3.0 permitem taxas de transferência de até 300 MB/s com HDDs externos, garantindo que o acesso a materiais didáticos pesados (vídeos e imagens ISO) via rede local seja ágil. A documentação oficial confirma que “as portas USB 3.0 do *Raspberry Pi 4* atingem velocidades significativamente superior em comparação ao barramento USB 2.0 presente nos modelos anteriores” (RASPBERRY PI LTD., 2024, p. 6).

A implementação do artefato seguiu um roteiro de configuração otimizado. No protótipo, foram testados dois sistemas operacionais baseados em Linux: o

Ubuntu 24 (no *Raspberry Pi 3B*) e o Raspbian OS (no *Raspberry Pi 4B*). A validação dos testes indicou que o Raspbian OS, por ser nativamente otimizado para a arquitetura ARM, oferece maior estabilidade e menor consumo de recursos ociosos, firmando-se como a escolha definitiva. A própria documentação reforça que “o *Raspberry Pi* OS fornece otimizações específicas para ARMv8, oferecendo melhor desempenho e menor latência em serviços de rede” (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2023, p. 5).

A configuração do servidor WEB envolveu a instalação e parametrização do servidor Apache, configurado para escutar requisições HTTP na porta 80 e servir a aplicação gamificada desenvolvida em Flutter/WEB. A Figura 4 detalha o fluxo de instalação, enquanto a Figura 6 demonstra o sucesso da implementação, exibindo o acesso remoto à aplicação via IP local, comprovando a viabilidade do conceito de nuvem local (local cloud) para inclusão digital. Como afirmam Paes et al. (2020, p. 11), “o uso de servidores locais viabiliza o acesso educacional mesmo em contextos de conectividade limitada, ampliando as oportunidades de aprendizagem”.

A seleção do minicomputador foi feita com base nos requisitos levantados, sendo aquele que satisfez completamente o minicomputador *Raspberry Pi*, graças à alta disponibilidade de software licenciado GNU/Linux, que permitiu executar programas com atualizações constantes, proporcionando assim um nível de segurança robusto. Segundo Miranda e Pereira Neto (2021), o ecossistema GNU/Linux garante atualizações contínuas, estabilidade e uma das maiores comunidades colaborativas do mundo, o que o torna ideal para ambientes educacionais e prototipagem.

Além disso, o *Raspberry Pi* conta com uma comunidade muito grande e ativa, onde é possível encontrar informações específicas sobre aplicações que podem rodar nessa plataforma. A quantidade de hardware compatível com o *Raspberry Pi* é alta porque foi desenvolvido hardware específico, como gabinetes, ventoinhas, fontes de alimentação, periféricos, entre outros. Atualmente existem quatro versões comerciais amplamente difundidas no mercado: a versão 3B, 3B+, 4B e a versão 5. Como o contexto é de baixo custo, observa-se no Quadro 1 os principais modelos inicialmente considerados no projeto, reforçando por que o *Raspberry Pi* 4B apresenta a melhor relação custo–benefício para aplicações educacionais embarcadas.

QUADRO 1 – PRINCIPAIS MODELOS DO RASPBERRY PI DE BAIXO CUSTO

Detalle	Raspberry Pi 3 B	Raspberry Pi 3B +	Raspberry Pi 4B
Procesador	Quad Core Cortex A53 1.2 (GHz)	Quad Core Cortex A53 a 1.4 (GHz)	Quad Core Cortex A72 a 1.5 (GHz)
RAM	1 (GB) LPDDR2	1 (GB) LPDDR2	1,2,4,8 (GB) LPDDR4
USB	4 puertos USB 2.0	4 puertos USB 2.0	2 puertos USB 2.0 2 puertos USB 3.0
Alimentación	Micro USB	Micro USB	USB tipo C
HDMI	1 puerto HDMI	1 puerto HDMI	2 puertos Micro HDMI
Ethernet	Hasta 300 (Mbps)	Hasta 300 (Mbps)	Hasta 1 (Gbps)
Wi-Fi	2.4 (GHz)	Doble banda 2.4 / 5 (GHz)	Doble banda 2.4 / 5 (GHz)
Bluetooth	4.1	4.2	5

FONTE: O autor (2025).

Na comparação entre as versões *Raspberry Pi* 3B, 3B+ e 4B foi decidido selecionar a versão 4B devido à superioridade em recursos de hardware, conforme mostrado na Figura 3.1 Peças do *Raspberry Pi* 4B Figura 3.1. Possui uma CPU que trabalha em velocidades maiores, já para RAM a versão selecionada foi a de 4 (GB) RAM, isso se justifica já que o protótipo deve ser capaz de executar dois serviços ao mesmo tempo NAS junto com um Servidor WEB com o qual é necessário que os processos possam ser executados com folga suficiente e não tenham problemas de desempenho. Na figura 3 observa-se as principais partes e pontos de conexão.

FIGURA 3 – PRINCIPAIS PARTES E PONTOS DE CONEXÃO DO RASPBERRY PI 4B



FONTE: O autor (2025).

A versão das portas USB precisa ser 3.0, pois o dispositivo lida com unidades de armazenamento HDD, cuja velocidade varia entre 80 e 150 MB/s. Utilizando a versão USB 3.0, obtém-se velocidades próximas a 300 MB/s, o que representa cerca de cinco vezes o desempenho da USB 2.0, que alcança até 60 MB/s. Segundo a *Raspberry Pi Ltd.* (2024, p. 6), “as portas USB 3 do *Raspberry Pi 4* apresentam desempenho até 10 vezes superior ao USB 2.0, tornando-se adequadas para storage externo e aplicações de alta taxa de transferência”.

O dispositivo fornece serviço de NAS e servidor multimídia, portanto, é essencial que as velocidades de transferência dentro da rede local sejam as mais altas possíveis. Entre os dispositivos comparados, o *Raspberry Pi 4B* destaca-se novamente, devido à sua porta *Gigabit Ethernet*, capaz de suportar velocidades de até 1 Gbps. O datasheet oficial do Pi 4 reforça que “a conexão *Gigabit Ethernet* não é mais limitada pelo barramento USB, oferecendo *throughput* significativamente maior que os modelos anteriores” (RASPBERRY PI LTD., 2024, p. 4).

No entanto, existe a alternativa de que, em determinadas situações, a conexão de rede pode ser obtida usando o adaptador sem fio integrado Broadcom BCM4345, compatível com o padrão 802.11a/b/g/n/ac. Conforme Miranda e Pereira Neto (2021), a conectividade sem fio dos modelos recentes do Raspberry Pi possibilita aplicações educacionais e computacionais mesmo em ambientes com infraestrutura de rede reduzida.

O uso de *single board computers* de baixo custo como o *Raspberry Pi* tem se consolidado como alternativa viável para criação de microservidores educacionais, capazes de hospedar AVAs, repositórios de conteúdos e serviços WEB acessados por smartphones e notebooks em contextos com pouca infraestrutura e conectividade limitada. Estudos recentes mostram que o *Raspberry Pi*, pela combinação de baixo custo, baixo consumo de energia e portabilidade, apresenta desempenho adequado para apoiar atividades formativas em escolas e universidades, inclusive em regiões vulneráveis. Como enfatizam Silva, Dias e Escudeiro (2022), SBCs permitem arquiteturas educacionais sustentáveis, reduzindo custos operacionais e ampliando o alcance de plataformas de *e-learning*.

No campo específico dos AVAs, soluções como o *MoodleBox* evidenciam que é possível executar uma instância reduzida do *Moodle* em *Raspberry Pi 3, 4 ou 5*, oferecendo acesso local via Wi-Fi para turmas inteiras, inclusive por meio de

aplicativos móveis. De acordo com Paes et al. (2020, p. 10), “o *MoodleBox* oferece uma infraestrutura de LMS portátil, acessível via Wi-Fi, dispensando conexão com a internet e ampliando o alcance de atividades educacionais”.

Em um estudo recente, Ali Al-Muqarm (2023) implementou um *learning management system* móvel baseado em *Raspberry Pi 4* e *MoodleBox*, permitindo que estudantes acessassem o ambiente diretamente de smartphones e laptops, mesmo sem conexão à internet pública. O autor destaca que “a combinação de *Raspberry Pi 4* com *MoodleBox* fornece um ambiente completo de aprendizagem móvel, capaz de operar de forma autônoma e com baixa demanda energética” (AL-MUQARM, 2023, p. 7).

Além disso, experimentos de longo prazo relatam o uso de *Raspberry Pi 4* com 4 GB de RAM para hospedar o *Moodle* para turmas entre 25 e 30 estudantes, apresentando desempenho satisfatório para atividades assíncronas, como fóruns, quizzes e envio de tarefas. Segundo Ramos, Oliveira e Takahashi (2023, p. 19), “o *Raspberry Pi 4*, quando configurado adequadamente, suporta turmas de médio porte utilizando *Moodle*, mantendo estabilidade em tarefas típicas de LMS”.

Nesse contexto, a escolha entre *Raspberry Pi 3, 4 e 5* impacta diretamente a escalabilidade do ecossistema embarcado que integrará:

- sites focados no aprendizado (materiais estáticos, simuladores, wikis locais);
- AVA/*Moodle* (incluindo variações como *MoodleBox*);
- acesso por aplicativos móveis (app oficial do *Moodle* e PWA de sistemas educacionais).

Na literatura recente, há consenso de que o *Raspberry Pi* é “um computador de baixo custo e fácil utilização, além de muito eficiente em termos energéticos, o que reforça sua adequação para escolas e laboratórios com restrições de infraestrutura” (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2023, p. 1).

A seguir, apresentam-se dois quadros comparativos que subsidiam a definição da arquitetura final do sistema embarcado.

QUADRO 2 – ESPECIFICAÇÕES DE HARDWARE RELEVANTES PARA UM ECOSISTEMA DIDÁTICO EMBARCADO

Item	Raspberry Pi 3 Model B+	Raspberry Pi 4 Model B (4–8 GB)	Raspberry Pi 5 (8–16 GB)
Processador (CPU)	Broadcom BCM2837B0, quad-core ARM Cortex-A53 64 bits @ 1,4 GHz	Broadcom BCM2711, quad-core ARM Cortex-A72 64 bits @ 1,5–1,8 GHz (revisões recentes chegam a 1,8 GHz)	Broadcom BCM2712, quad-core ARM Cortex-A76 64 bits @ 2,4 GHz (≈2–3× mais rápido que o Pi 4)
Memória RAM	1 GB LPDDR2	1, 2, 4 ou 8 GB LPDDR4	2, 4, 8 ou 16 GB LPDDR4X (dependendo do modelo)
Armazenamento principal	Cartão microSD	Cartão microSD	Cartão microSD (I/O mais rápido)
I/O de alta velocidade	4× USB 2.0; sem USB 3.0	2× USB 3.0 + 2× USB 2.0 (suporte a SSD via USB 3.0)	USB melhorado + interface PCIe 2.0 x1 exposta , permitindo NVMe ou outros dispositivos de alto desempenho
Rede cabeada	Ethernet 10/100 sobre USB 2.0 (≈300 Mbps máx.)	Ethernet Gigabit dedicada	Ethernet Gigabit com I/O otimizado
Rede sem fio e Bluetooth	Wi-Fi 2,4/5 GHz 802.11b/g/n/ac + Bluetooth 4.2	Wi-Fi 2,4/5 GHz 802.11ac + Bluetooth 5.0	Wi-Fi 2,4/5 GHz (802.11ac) + Bluetooth 5.x, com melhor desempenho geral

Vídeo / uso em laboratório	1× HDMI padrão	2× micro-HDMI (até 4Kp60)	2× micro-HDMI e pipeline gráfico mais rápido (adequado a demonstrações mais ricas)
Consumo energético (ordem de grandeza)	Baixo (~3–5 W típicos)	Baixo a moderado (~4–7 W, dependendo da carga)	Moderado (~5–12 W, sobretudo com NVMe ou cargas intensivas)
Observações para AVA/Moodle	Limitado pela RAM (1 GB) e I/O; adequado para protótipos e turmas pequenas	Bom compromisso custo × desempenho; recomendado para AVAs com dezenas de usuários	Melhor opção técnica para cenários com mais usuários, múltiplos serviços e maior longevidade
Aspecto / Uso educacional	Raspberry Pi 3 Model B+	Raspberry Pi 4 Model B (4–8 GB)	Raspberry Pi 5 (8–16 GB)
Perfil de uso recomendado	Protótipos, pilotos, turmas muito pequenas, oficinas de introdução a	Servidor principal de AVA local (<i>Moodle/MoodleBox</i>) para turmas de porte	Servidor AVA mais completo, com múltiplos serviços (<i>Moodle</i> ,

FONTE: O autor (2025).

Na literatura, reforça-se que o *MoodleBox* “oferece a possibilidade de gerir grupos de até 30 alunos, em um ambiente de aprendizado sem necessidade de configuração pesada de um servidor WEB” (PAES et al., 2020, p. 11). Essa característica alinha-se diretamente com a proposta de um ecossistema embarcado em contexto escolar, no qual a simplicidade de implantação, o baixo custo e a autonomia da infraestrutura são requisitos fundamentais.

QUADRO 3 – COMPARAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DE *RASPBERRY PI* 3,4 E 5 PARA ECOSSISTEMAS EMBARCADOS DE APRENDIZAGEM

Aspecto / Uso educacional	Raspberry Pi 3 Model B+	Raspberry Pi 4 Model B (4–8 GB)	Raspberry Pi 5 (8–16 GB)
	AVA e robótica	pequeno a médio	repositórios, dashboards, microserviços)
<i>Moodle / MoodleBox</i>	<i>MoodleBox</i> “versão reduzida” em Pi 3 permite gerir grupos de até ~30 alunos em sala de aula, sem necessidade de servidor WEB robusto.	Estudos relatam implantação de <i>Moodle</i> em Pi 4 (4 GB) atendendo coortes de 15–28 alunos com acesso simultâneo, com uso principal assíncrono.	Com CPU 2–3× mais rápida e RAM até 16 GB, tende a suportar turmas maiores, cursos mais pesados (muitos plugins) e maior número de acessos concorrentes, mantendo boa responsividade.

Sites focados no aprendizado	Hospeda páginas estáticas, wikis simples e pequenos simuladores, desde que o número de usuários simultâneos seja reduzido	Adequado para múltiplos sites educacionais (documentação, tutoriais, simuladores WEB), especialmente com armazenamento em SSD via USB 3.0	Superta cenário com vários sites, APIs e serviços analíticos, tirando proveito de NVMe via PCIe para reduzir latência de I/O
Aplicativos móveis (smartphones/tablets)	Acesso via navegador ou app Moodle para poucos alunos; Wi-Fi e CPU podem se tornar gargalo em cenários mais intensos	Projetos com MoodleBox em Pi 4 demonstram acesso estável por smartphones e laptops a partir de um ponto de acesso Wi-Fi	Melhor para cenários com forte uso móvel (muitos acessos concorrentes, downloads frequentes, quizzes), dado o ganho de CPU e RAM
Número típico de usuários simultâneos (sem videoconferência, uso assíncrono)	Em torno de 15–20 usuários é um cenário mais conservador, mesmo que a literatura cite até 30 alunos em MoodleBox reduzido.	Experimentos práticos indicam estabilidade para 20–30 usuários concorrentes em Moodle com atividades tradicionais (fóruns, tarefas, quizzes).	Potencial para superar confortavelmente a faixa de 30 usuários simultâneos, dependendo da otimização (cache, banco de dados, compressão) e do perfil de uso
Integração com outros serviços educacionais	Possível, mas limitado pela RAM; difícil executar, simultaneamente, banco de dados,	Consegue hospedar AVA + banco de dados + alguns serviços complementares (repositório de materiais,	Mais apropriado para combinar AVA, microserviços, análise de logs, integração com

Aspecto / Uso educacional	Raspberry Pi 3 Model B+	Raspberry Pi 4 Model B (4–8 GB)	Raspberry Pi 5 (8–16 GB)
	Moodle, servidor de arquivos e ferramentas analíticas	wiki, dashboard simples)	ferramentas síncronas leves (chat, mensageria interna)
Complexidade de configuração	Menor complexidade; bom para fins didáticos, mas exige cuidado com performance	Equilíbrio: configuração ainda simples (Raspberry Pi OS + Nginx/Apache, PHP e MariaDB/PostgreSQL), com bom ganho de desempenho	Exige maior cuidado com resfriamento, fonte adequada e uso correto de NVMe/PCIe, mas oferece maior “folga” de recursos no médio prazo
Cenários típicos para esta tese	Nó secundário (por exemplo, servidor de conteúdos estáticos ou nó experimental em sala de aula)	Plataforma de referência para o ecossistema embarcado descrito na tese (Raspberry Pi 4B com 4–8 GB)	Opção “premium” para futuras expansões, clusters Pi ou aumento expressivo de usuários e serviços

FONTE: O autor (2025).

Do ponto de vista da arquitetura computacional, o *Raspberry Pi 4* e, sobretudo, o *Raspberry Pi 5* ampliam significativamente a capacidade de processamento e memória em relação ao *Raspberry Pi 3*, tornando-os mais adequados para AVAs com maior número de recursos, materiais multimídia e usuários simultâneos. A *Raspberry Pi Ltd.* (2024, p. 3) afirma que “o *Raspberry Pi 4* apresenta desempenho de CPU até três vezes superior ao *Raspberry Pi 3*, devido à adoção do Cortex-A72 e memória LPDDR4”. Já o modelo *Raspberry Pi 5* evolui

ainda mais, incorporando o processador Cortex-A76 com ganhos substanciais em instruções por ciclo e suporte a até 16 GB de RAM. Segundo o datasheet oficial, “o *Raspberry Pi 5* representa um salto geracional significativo, oferecendo desempenho até 2,5 vezes maior que o *Raspberry Pi 4* em tarefas de uso intensivo de CPU” (RASPBERRY PI LTD., 2024, p. 5).

Além disso, iniciativas recentes como soluções MoodleBox alimentadas por energia solar e microservidores para formação de professores indicam que a combinação *Raspberry Pi* + Moodle pode ser escalada para diferentes cenários educacionais, mantendo baixo custo e consumo energético. Silva, Dias e Escudeiro (2022) destacam que SBCs como o *Raspberry Pi* permitem ecossistemas educativos sustentáveis, com consumo energético drasticamente inferior ao de servidores tradicionais e com maior acessibilidade econômica.

Do ponto de vista de desempenho de hardware, o *Raspberry Pi 3B+* ainda é relevante para fins didáticos, mas sua combinação de apenas 1 GB de RAM e I/O baseado em USB 2.0 limita fortemente a execução de um AVA completo com banco de dados — especialmente quando se pretende integrar múltiplos serviços (sites educativos, APIs, relatórios, repositórios multimídia). Silva, Dias e Escudeiro (2022) afirmam que o *Raspberry Pi 3*, embora útil para aplicações introdutórias, não atende adequadamente cenários de múltiplos serviços simultâneos devido à limitação de memória e largura de banda de I/O.

O *Raspberry Pi 4 Model B*, especialmente nas versões com 4 GB ou 8 GB de RAM, representa atualmente o melhor compromisso entre custo, potência computacional e estabilidade para um ecossistema didático embarcado que envolva:

- hospedagem de um AVA baseado em Moodle ou MoodleBox;
- oferta de sites educativos e recursos estáticos;
- acesso por aplicativos móveis conectados via Wi-Fi local.

Ramos, Oliveira e Takahashi (2023, p. 19) demonstraram empiricamente que “o *Raspberry Pi 4*, quando configurado como servidor de Moodle, mantém desempenho estável para turmas de até 30 estudantes realizando atividades assíncronas”.

O *Raspberry Pi 5*, por sua vez, adiciona um salto significativo em desempenho de CPU (Cortex-A76 @ 2,4 GHz), atingindo performance até três vezes

maior que o Pi 4, além de suportar até 16 GB de RAM. A presença da interface PCIe 2.0 x1 para SSDs NVMe expande a capacidade de armazenamento e reduz drasticamente a latência de acesso a dados. Segundo a *Raspberry Pi Ltd.* (2024, p. 7), “o suporte a NVMe eleva o *Raspberry Pi* 5 a uma nova categoria de aplicações de alto desempenho, incluindo pequenas instâncias de servidores de aprendizagem e análise de dados educacionais”.

Diante da análise comparativa entre *Raspberry Pi* 3, 4 e 5, esta pesquisa adota o *Raspberry Pi* 4 Model B, com 4 GB ou 8 GB de RAM, como plataforma de referência do ecossistema didático embarcado. Essa opção equilibra custo, disponibilidade no mercado brasileiro, desempenho computacional e capacidade de atender ao perfil de uso projetado — qualifica-se para a execução de um AVA baseado em Moodle, oferta de sites e serviços educacionais complementares e acesso simultâneo por estudantes por meio de smartphones e notebooks.

O *Raspberry Pi* 3 permanece relevante para aplicações de menor escala e uso demonstrativo em sala de aula, enquanto o *Raspberry Pi* 5 é considerado a evolução natural para cenários que demandem maior desempenho de CPU, maior número de usuários, uso de plugins complexos do Moodle ou integração com serviços analíticos avançados. Como sintetiza Miranda e Pereira Neto (2021), o *Raspberry Pi* 5 reposiciona os SBCs como plataformas viáveis não apenas para prototipagem, mas para soluções completas de infraestrutura educacional.

Um servidor WEB é um componente fundamental da infraestrutura da internet, consistindo em um conjunto de software e hardware responsável por receber, interpretar e responder às requisições enviadas por clientes, geralmente navegadores de internet. Conforme descrito por Pinto Jaramillo (2022), um servidor WEB é um programa que aceita requisições HTTP de clientes e responde com documentos, geralmente arquivos HTML, imagens, scripts ou outros recursos necessários para composição de uma página, o mesmo é corroborado por Upton e Halfacree (2020).

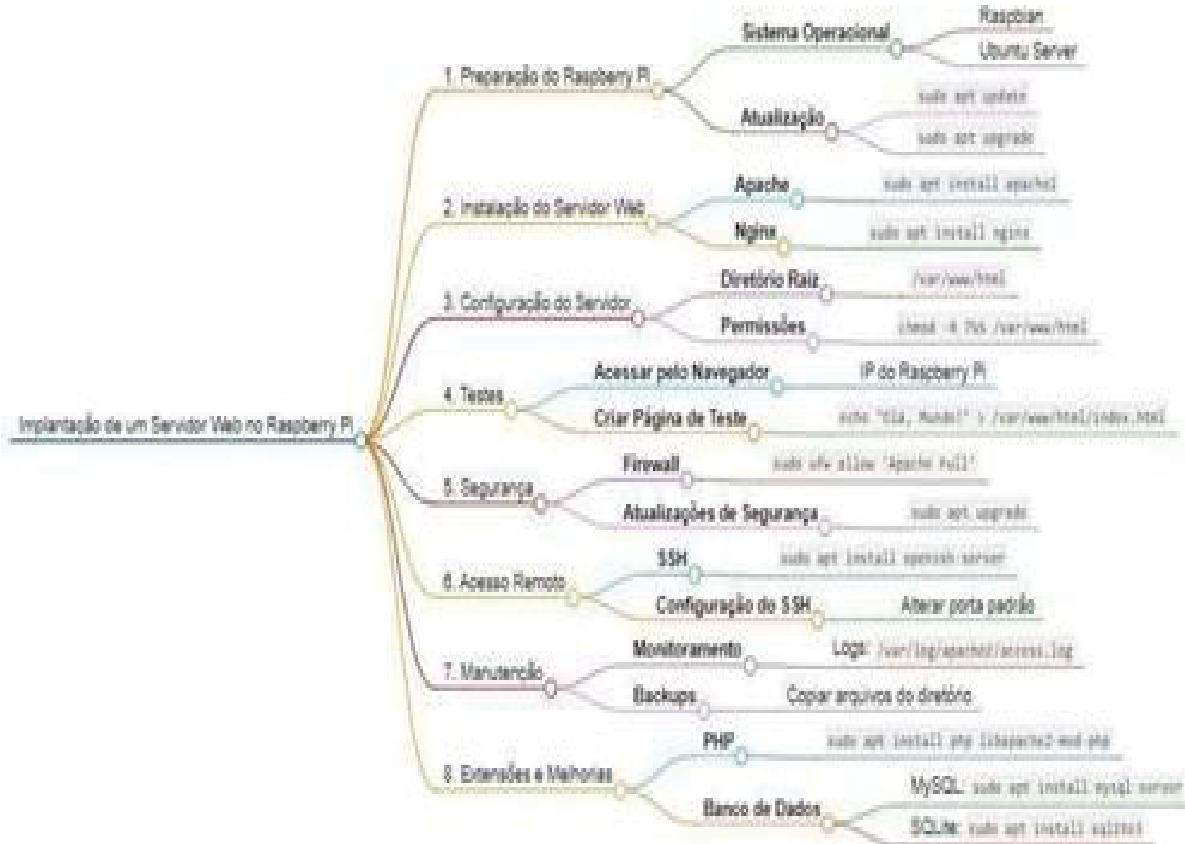
Esse processo ocorre através do protocolo HTTP (Hypertext Transfer Protocol), padrão para a comunicação entre navegadores (clients) e servidores. A documentação da *Apache Software Foundation* (2023, p. 2) afirma que “o servidor WEB atua como um mediador entre o cliente e o conteúdo solicitado, entregando páginas e recursos conforme a demanda”.

Quando o usuário digita um endereço de site no navegador — como www.exemplo.com — o navegador envia uma requisição HTTP ao servidor WEB que hospeda aquele site. O servidor processa essa requisição e envia de volta o conteúdo solicitado, como páginas HTML, imagens, vídeos ou qualquer outro tipo de arquivo que faça parte do sistema. O ciclo requisição– resposta é a base da navegação WEB e depende de servidores capazes de entregar conteúdo de forma rápida, segura e eficiente. (UPTON; HALFACREE, 2020; MONK; SIMON, 2022)

O funcionamento básico de um servidor WEB pode ser organizado em etapas sucessivas. A primeira é o recebimento da requisição: o servidor permanece em listen mode em portas específicas — tradicionalmente porta 80 para HTTP e porta 443 para HTTPS. Após receber uma requisição, ele identifica o método (GET, POST, HEAD etc.), valida o recurso solicitado e busca o arquivo correspondente no sistema. A Apache Foundation (2023, p. 4) reforça que “o servidor analisa o cabeçalho da requisição, interpreta o método HTTP e decide qual ação executar para retornar o recurso compatível”.

Na Figura 4 observa-se um exemplo dos passos essenciais para instalação e configuração de um servidor WEB, contemplando a instalação do Apache, o mapeamento das portas e a disponibilização dos conteúdos que serão acessados pelos clientes.

FIGURA 4 – SEQUÊNCIA PARA IMPLANTAÇÃO DE SERVIDOR WEB NO RASPBERRY PI



FONTE: O autor (2025).

Na figura 5 temos respectivamente o *Raspberry Pi* 3B e 4b utilizados neste projeto, que foi utilizado para implantação do servidor WEB, onde foi implantado **como teste o sistema operacional Ubuntu 24 no Raspberry 3b e o Raspbian O/S no Raspberry 4b.**

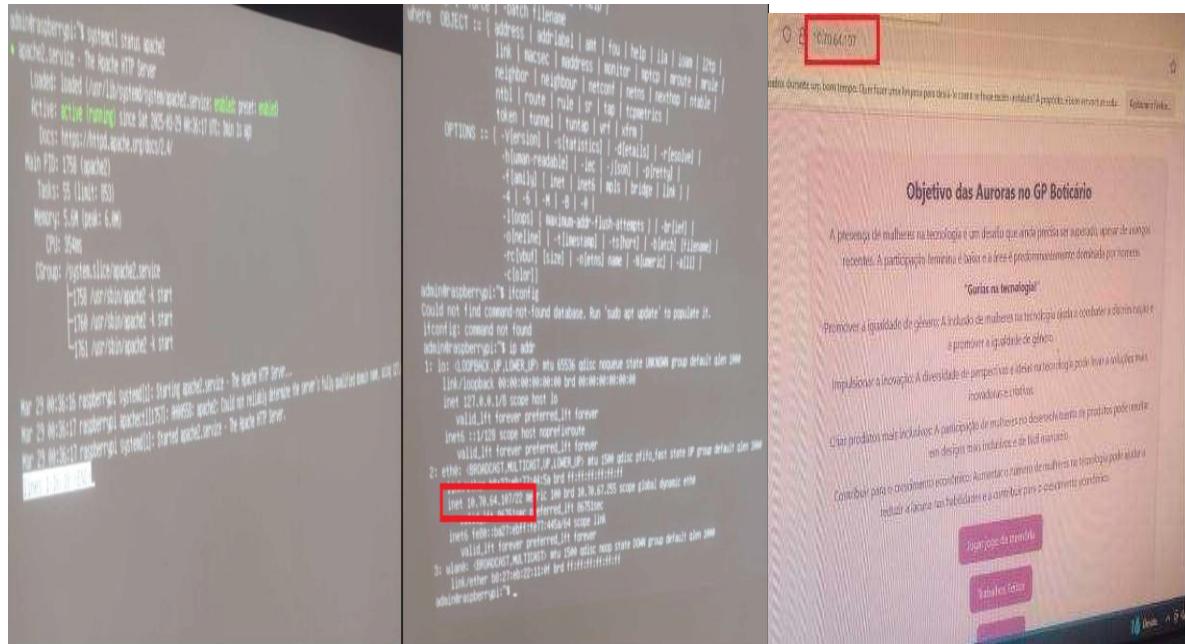
FIGURA 5 – RASPBERRY 3B E RASPBERRY 4B UTILIZADOS NESSE PROJETO



FONTE: O autor (2025).

Na sequência a Figura6 respectivamente com o Apache instalado, o Ip do servidor WEB, e o acesso remoto de um aplicativo desenvolvido já no servidor.

FIGURA 6 – APACHE INSTALADO, IP DO SERVIDOR E ACESSO DE APLICATIVO



FONTE: O autor (2025).

3.3.2 Engenharia de software e gameficação

A programação competitiva é uma prática em que programadores competem em desafios de resolução de problemas, geralmente em tempo limitado, com o objetivo de encontrar soluções eficientes e corretas. Esses desafios envolvem a implementação de algoritmos e estruturas de dados para resolver problemas de lógica, matemática e computação.

As competições de programação, como ACM ICPC, Codeforces, TopCoder e LeetCode, são populares no cenário da programação competitiva. Nesses eventos, os participantes precisam demonstrar habilidades em otimização, análise de complexidade, e desenvolvimento de soluções rápidas e eficientes.

A programação competitiva também é uma excelente maneira de melhorar as habilidades de raciocínio lógico, pensamento algorítmico, resolução de problemas e habilidade em linguagens de programação, além de ser valorizada por muitas empresas de tecnologia no processo de contratação.

O componente de software do Ecossistema, denominado AprendaS (Aprenda Skills), foi concebido como um artefato de mediação pedagógica baseado nos princípios da gamificação e da programação competitiva. O desenvolvimento

seguiu as diretrizes da WORLD SKILLS para a modalidade de Desenvolvimento de Aplicativos Móveis (#08), utilizando o *framework* Flutter e a linguagem Dart para garantir a portabilidade entre sistemas Android e iOS a partir de uma base de código única.

A arquitetura do aplicativo foi estruturada para promover o engajamento através de loops de feedback rápidos. O sistema de gamificação permite que os alunos acumulem pontos ao responder corretamente a questões técnicas, competindo em um ranking estadual que oferece recompensas tangíveis. Essa mecânica visa simular a pressão e a competitividade saudável dos ambientes de alto desempenho, desenvolvendo habilidades de raciocínio lógico sob restrição de tempo.

O design da interface do usuário (UI/UX) priorizou a usabilidade e a clareza, conforme demonstrado nos protótipos de alta fidelidade:

Tela de Splash e Boas-Vindas (Figura 7): Projetada para criar uma identidade visual imediata e acolhedora, com animações suaves de carregamento que indicam a responsividade do sistema.

Autenticação e Perfil (Figura 8): Fluxos simplificados de login e cadastro, com campos essenciais (Nome, Cidade, Curso) para a personalização da experiência de aprendizado.

Módulo de Matérias: Interface de listagem com busca semântica e rolagem vertical (scroll), permitindo o acesso rápido aos conteúdos específicos de cada curso técnico.

A implementação técnica utilizou a abordagem reativa do Flutter, onde a interface é reconstruída automaticamente em resposta às alterações no estado da aplicação. A comunicação com o servidor *Raspberry Pi* é realizada via API RESTful desenvolvida em Python/Flask, garantindo que os dados de desempenho sejam sincronizados em tempo real com o banco de dados MySQL, permitindo ao docente o acompanhamento granular da evolução dos estudantes.

Para a seleção do software livre, foi analisado com base em parâmetros adicionais às características como, por exemplo: facilidade de uso, compatibilidade, etc. Com base no hardware e software selecionados, foi projetado o dispositivo no qual as conexões, configurações e outros aspectos necessários. A implementação do sistema foi feita unindo o hardware e os softwares selecionados, para os quais foram instalados softwares como o sistema operacional e programas adicionais,

consequentemente, foram feitas as configurações necessárias de parâmetros adicionais que permitem a implementação do servidor multimídia em um NAS usando um *Raspberry Pi*, seguindo a montagem de hardware para o protótipo. Após a conclusão da implementação do protótipo, os testes foram realizados em operação que permite verificar e validar o correto desempenho do protótipo em diversas circunstâncias cotidianas de trabalho. Os resultados obtidos a partir dos testes foram utilizados para corrigir erros caso existissem e desta forma. Isto garantirá que o protótipo atenda a todos os requisitos estabelecidos neste documento.

O AprendaS (Aprenda Skills), todo o código no apêndice C, é um aplicativo educacional com a proposta inovadora de transformar o aprendizado em uma experiência envolvente e recompensadora. Com um ambiente simples e intuitivo, o AprendaS introduz um sistema de gamificação em que os alunos ganham pontos ao responder perguntas relacionadas aos temas estudados em sala de aula. Esses pontos os ajudam a subir em um ranking, onde aqueles que obtêm mais pontos no final do mês são premiados.

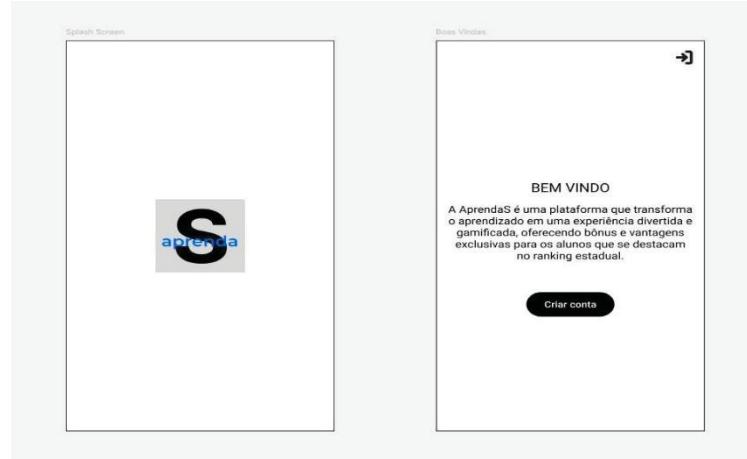
O aplicativo tem suas instruções na próxima sessão, seguindo a guia de estilo prezando pela usabilidade e experiência do usuário.

Quando necessário as telas contém uma barra de rolagem na vertical. Nenhuma tela possui uma barra de rolagem na horizontal, logo, todos os itens deverão ser organizados para atender a este requisito;

Todos os Wireframes disponibilizados são apenas protótipos de baixa fidelidade, você pode aplicar a organização que julgar necessário, respeitando a guia de estilo e manual da marca além de prezar pela usabilidade e experiência do usuário.

Utilizando a ferramenta Figma, o competidor deverá demonstrar suas habilidades de design e prototipagem criando uma sequência de telas para o aplicativo AprendaS.

FIGURA 7 – SPLASH SCREEN



FONTE: O autor (2025).

Os protótipos devem respeitar as seguintes regras: A splash screen deverá ser exibida sempre ao iniciar a aplicação, contendo o logotipo da plataforma “AprendaS” centralizado tanto na vertical quanto na horizontal (Figura 8).

FIGURA 8 – LOGIN, CADASTRO E MATERIAS



FONTE: O autor (2025).

Foi necessário criar uma animação de carregamento para essa tela de apresentação, com uma transição suave para a tela de boas-vindas.

A tela de boas-vindas tem a escrita “Bem-vindo”, com um breve resumo do app: “A AprendaS é uma plataforma que transforma o aprendizado em uma experiência divertida e gamificada, oferecendo bônus e vantagens exclusivas para os alunos que se destacam no ranking estadual.”, com um ícone na parte superior para acessar a plataforma e um botão para criar uma nova conta.

No login contém o ícone do AprendaS, campos para inserção de e-mail e senha, botão entrar, voltar e recuperar senha.

Já o cadastro tem o ícone do AprendaS, campos para inserção de nome completo, cidade, curso, e-mail, senha e confirmar senha. As matérias aparecerão numa opção de buscar pôr termo específico e uma lista de matérias e assuntos condizentes com o curso que o usuário estuda com scroll vertical.

A área de desenvolvimento *mobile* envolve a criação de aplicativos para dispositivos móveis, como smartphones e tablets. Esses aplicativos podem ser nativos (desenvolvidos especificamente para um sistema operacional, como Android ou iOS) ou híbridos (desenvolvidos para funcionar em várias plataformas com o mesmo código base).

O Flutter é um *framework* de desenvolvimento de aplicativos móveis criado pelo Google. Ele permite a criação de aplicativos nativos para Android e iOS com um único código base, utilizando a linguagem de programação Dart. O Flutter é bastante popular por sua alta performance, interface rica e personalizada e produtividade, permitindo o desenvolvimento rápido de apps com design atraente e responsivo. O software também pode ser usado para criar aplicativos para outras plataformas, como WEB e desktop.

O Flutter se destaca pela abordagem reativa, onde a interface do usuário é atualizada de maneira eficiente em resposta às mudanças nos dados, o que torna o processo de desenvolvimento mais ágil e eficiente.

Esta seção vai explicar sobre a programação de cada tela que irá aparecer no app utilizando o *framework* Flutter, descrevendo o funcionamento de cada bloco do código para melhor entendimento ao observar o código.

A tela inicial começa com uma animação (Splash Screen) dizendo "Bem-vindo" e uma transição para a tela de bem-vindo, com um botão para criar ou fazer login na sua conta no app.

Este dispositivo para WORLDSKILLS demonstra como a tecnologia pode ser utilizada como uma ferramenta de aprendizado, e com o AprendaS é possível ajudar a desenvolver a performance acadêmica dos discentes em outras disciplinas, já que trata-se de uma gamificação, assim como a programação competitiva que é utilizada pela própria WORLDSKILLS.

3.3.3 Questionários em profundidade

Nesta pesquisa, os dados primários foram coletados por meio de questionários. O questionário em profundidade, no contexto da pesquisa qualitativa, constitui-se em um dos principais instrumentos de coleta de dados, visto que permite confrontar informações obtidas de ambos os contextos, melhor compreensão e integralização dos dados na fase de análise (Moré et al., 2015). Quanto à análise das respostas em um questionário, é preciso observar as inferências, com a interpretação para se analisar fidedignamente a opinião do questionário (Duarte, 2004).

Realizou-se questionários com o formulário do google, observando os termos da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD):

A Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural. Conforme o art. 5º da LGPD, dado pessoal é toda informação relacionada a pessoa natural identificada ou identificável [...] (BRASIL, 2021).

3.3.4 Formulários sobre pesquisa

Problema de pesquisa: O uso da tecnologia da informação, baseada em didáticas apropriadas ao aprendizado, podem colaborar para as melhorias de desempenho dos discentes do ensino básico e profissional em exames e competições?

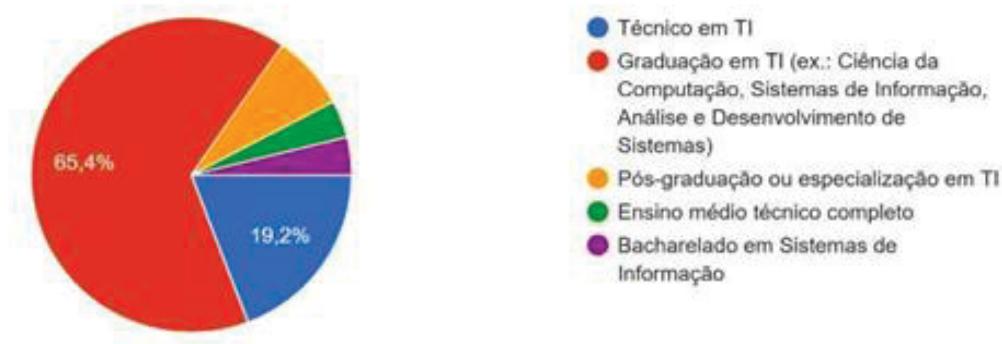
As melhores didáticas com tecnologia para o aprendizado incluem a utilização de plataformas de aprendizagem, jogos educativos, realidade aumentada e virtual, e ferramentas de colaboração online, como o Google Sala de Aula. A chave é integrar a tecnologia de forma a tornar o aprendizado mais interativo, engajador e personalizado para cada aluno.

Formulário realizado para diversas instituições de ensino públicas e particulares, 23 responderam:

GRÁFICO 1 – INSTITUIÇÕES DE ENSINO PÚBLICAS E PARTICULARES

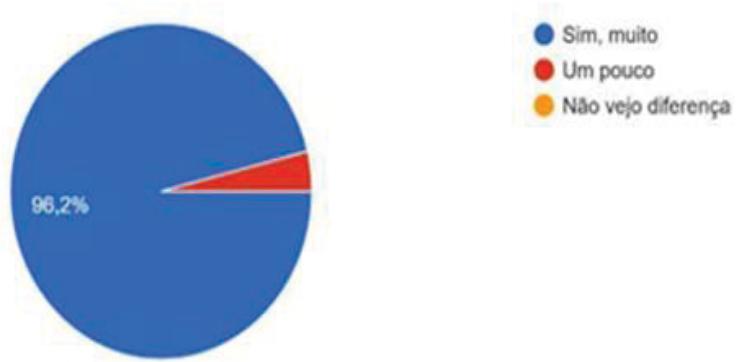
1. Perfil do Participante: Qual seu nível de ensino?

26 respostas



Você acredita que ferramentas tecnológicas melhoraram seu aprendizado?

26 respostas



FONTE: O autor (2025).

QUADRO 4 – QUESTIONÁRIOS ÀS INSTITUIÇÕES DE ENSINO

O que poderia ser melhorado no ensino de TI com tecnologia? 23 respostas de 26 participantes

- 1) Reforçar materiais didáticos para estudo da tecnologia
- 2) Uso de metodologia ágeis
- 3) Mais aulas práticas melhoram o aprendizado.
- 4) Ter mais aulas práticas em formato de jogos de computador, que não sejam pagos

- | |
|--|
| 5) Aulas práticas com mais exemplos e trabalhos. |
| 6) Acompanhamento |
| 7) Algumas explicações complexas, algumas plataformas não explicadas corretamente deixa uma dúvida imensa, e certos desafios práticos sem auxílio. |
| 8) Laboratório com acesso as ferramentas com custos muito reduzido, pois muitos não treinam porque a ferramenta cobra valores altos pra utilizar de forma um pouco mais avançada os recursos. |
| 9) Infelizmente não sei dizer. |
| 10) Mais conteúdos de fácil acesso na internet, em especial aplicativos famosos como Youtube, aprendizado com IA, Internet sem custo. |
| 11) Trazer formas alternativas de aprendizado, simplificar conceitos muito complexos com exemplos mais lúdicos |
| 12) Ir direto para a programação |
| 13) Internet mais acessível, se possível gratuita. |
| 14) Manter uma padronização do sistema operacional nos computadores, como o windows, isso facilita que determinados arquivos como Powerpoint, Excel e dentre outros, ainda possam ser acessados sem nenhum problema, caso seja acessado em um sistema operacional diferente, seria preciso converter determinados arquivos para que o arquivo seja reconhecido para edição ou adição, seja ele um projeto ou para outra finalidade qualquer. |
| 15) Ter principalmente a infraestrutura adequada para as criações de redes, redes é uma tecnologia importante que é ignorado na maioria dos cursos/faculdade, ter um ambiente adequado é a maior dificuldade hoje em dia. |
| 16) O método de explicação. |
| 17) Mais recomendações de uso de ferramentas on-line. Desde ferramentas de organização, sites informativos e outras ferramentas visuais que facilitem o entendimento na sala de aula. |
| 18) Interação com laboratórios virtuais. |
| 19) PCs de última geração para todos os alunos e gameficação. |

20) Ensinar aos alunos o bom uso da inteligência artificial e implementar práticas mais lúdicas de aprendizado com o auxílio da tecnologia.

21) A tecnologia em TI é algo extremamente fascinante porem ainda um nicho muito fechado em si que ainda se utiliza de palavras diferentes o que pode acabar que o aluno apenas leia a palavra mas nada é muito “palpável” para que possa ligar com algum exemplo simples e prático. Claro que temos exemplos que sejam fáceis de se compreender para alguns porem para outros ainda não se conecta, então o quanto mais simples for melhor será e logo em seguida colocar em prática, diria que deveria se usar a realidade do outro, vivencias ou coisas que gostam de fazer para ai sim poder ter uma relação mais amigável com o mundo de TI, ele ainda tem coisas que são muito técnicas.

22) O ensino de TI pode ser aprimorado com mais prática, uso de inteligência artificial para personalização, gamificação para engajamento e plataformas interativas que simulam o ambiente de trabalho. Além disso, o ensino híbrido e o desenvolvimento de *soft skills*, como trabalho em equipe e comunicação, preparam melhor os alunos para o mercado.

23) Scrum

FONTE: O autor (2025).

Formulário realizado para os alunos do IME (Instituto militar de Engenharia).
Graduação em engenharia da computação em que 16 responderam.

GRÁFICO 2 – RESPOSTAS DOS ESTUDANTES DO IME

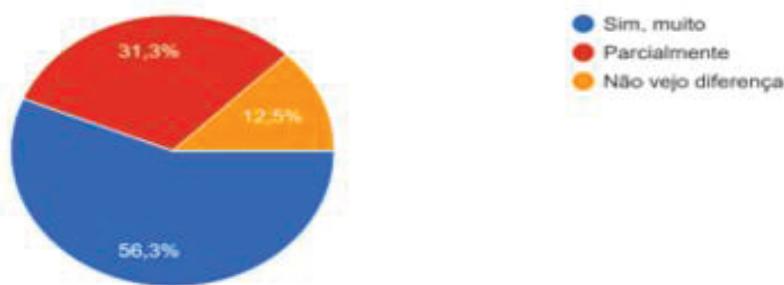
Com que frequência você utiliza tecnologias digitais para aprendizado?

16 respostas



Você acredita que o uso da tecnologia melhora sua performance acadêmica?

16 respostas



Você possui experiência anterior na área de TI/Computação antes do IME?

16 respostas



FONTE: O autor (2025).

Segue abaixo o Quadro 5 em que compilei o questionário enviado aos estudantes do IME e que geraram as respostas desse setor.

QUADRO 5 – QUESTIONÁRIOS AOS ESTUDANTES DO IME

O que poderia ser melhorado no ensino de Engenharia da Computação no IME com o uso da tecnologia? 15 respostas de 16

1) Digitalizar/indexar todo o material histórico do curso

2)Ferramentas específicas
3)Metodologias ágeis auxiliando o aprendizado, utilizando o Trelo.
4)Integrar (repensar) mais as novas ferramentas de IA com o aprendizado
5)integrar com IA
6)Integração em relação a IA
7)Integrar plataformas de versionamento como GitHub no currículo
8)Aumento do dinamismo de aulas muito teóricas, favorecendo a retenção do conhecimento.
9)resolver um problema aplicando engenharia (mais oportunidades dessa)
10)gamificação
11)mais avaliações práticas, menos provas de decorar coisas (esse é um problema do ensino no Brasil em todos os níveis). Acredito que existem maneiras melhores de avaliar o aprendizado.
12)projetos interativos com IoT e microcontroladores tipo arduino e esp
13)Desafios virtuais práticos, para estimular o aprendizado com gameficação
14)Mais IA
15)Mais tempo para executar projetos.

FONTE: O autor (2025).

Formulário realizado para os treinadores da *WORLDSKILLS* em que houveram 3 respostas de um grupo de 5 treinadores.

QUADRO 6 – QUESTIONÁRIOS AOS TREINADORES DA *WORLDSKILLS*

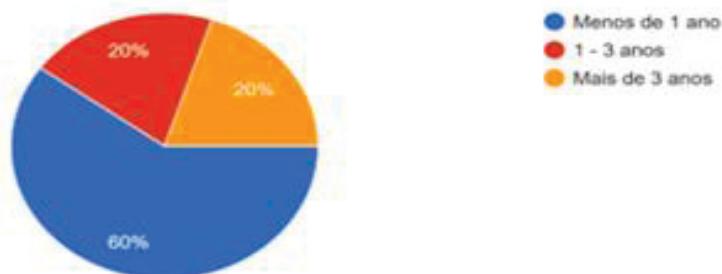
O que poderia ser melhorado no uso da tecnologia para otimizar o treinamento dos competidores? 3 respostas de 5 participantes
A utilização de ferramentas ágeis durante o treinamento, como o trello para organização dos projetos, daily (metodologia scrum) para os alunos mostrar o que já fizeram e alinhamentos dos projetos, além de os alunos estarem se preparando para a <i>WORLDSKILLS</i> , estão se preparando para o mercado de trabalho.
Introdução das ferramentas de inteligência artificial para os softwares de modelagem CAD que ainda.
Laboratórios específicos para cada modalidade, com todas as ferramentas necessárias. Uso de aplicativos desenvolvidos próprio para o aprendizado da <i>WORLDSKILLS</i> .

FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 3 – RESPOSTAS DOS TREINADORES DA *WORLDSKILLS*

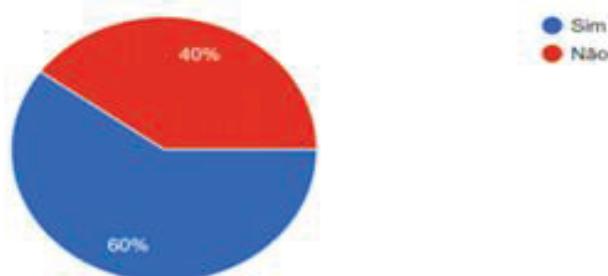
Há quanto tempo você atua como treinador da WorldSkills?

5 respostas



Além da WorldSkills, você também atua como docente ou instrutor em outras instituições?

5 respostas



Com que frequência os competidores utilizam tecnologia no treinamento?

5 respostas



Você acredita que a tecnologia melhora significativamente o desempenho dos competidores?

5 respostas



FONTE: O autor (2025).

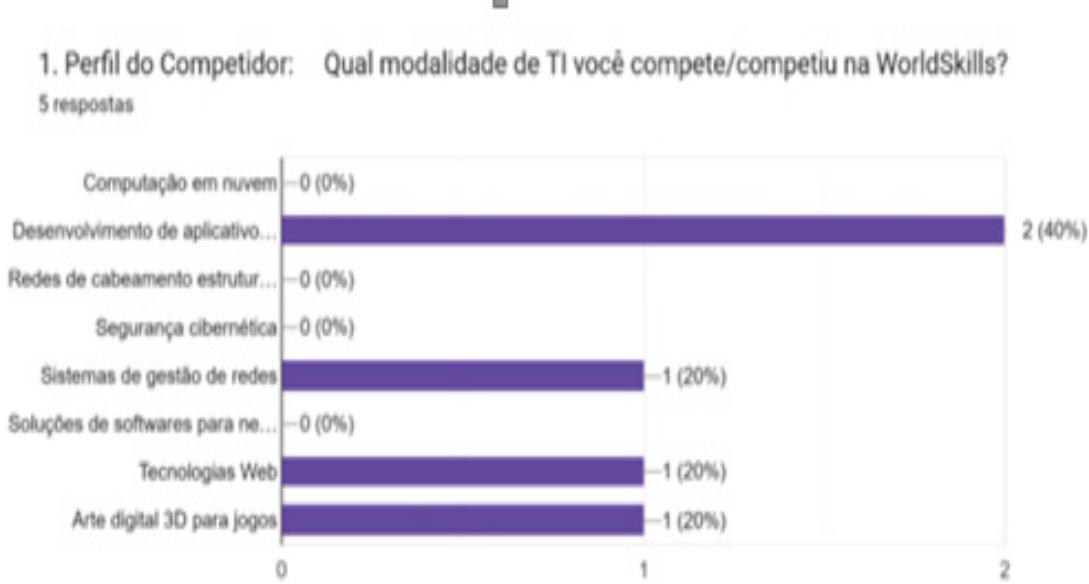
O quadro 7 e o gráfico 4, abaixo trazem o formulário realizado com os competidores da WORLDSKILLS em que 5 pessoas responderam.

QUADRO 7 – QUESTIONÁRIOS AOS COMPETIDORES DA WORLDSKILLS

O que ajudaria a melhorar seu aprendizado com tecnologia para a WORLDSKILLS?
professores especializados na modalidade
Organização com gestão de projetos
Maior quantidade de conteúdos específicos para as modalidades
Suporte de um professor para sanar pequenas dúvidas mais específicas sobre determinado assunto
Mais acessibilidade à licença de softwares mais caros, como os do Autodesk ou da Maxon e gamificação no treinamento,

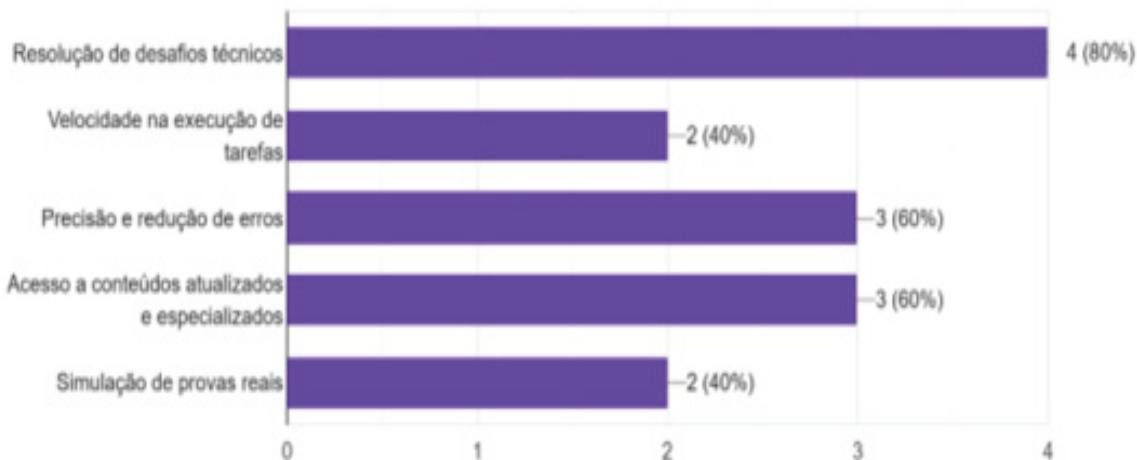
FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 4 – RESPOSTAS DOS COMPETIDORES DA WORDSKILLS



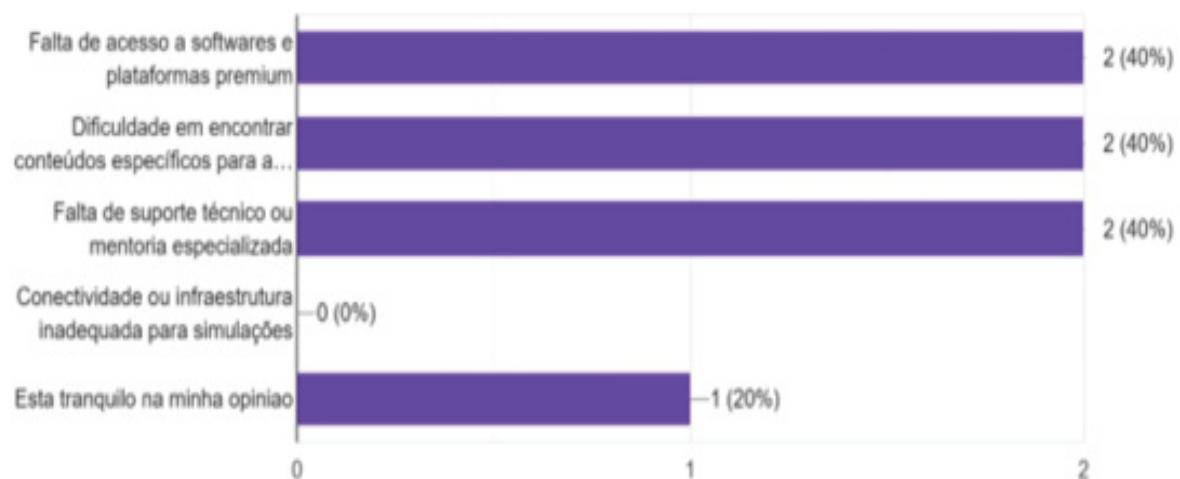
Quais aspectos do seu treinamento foram mais aprimorados com tecnologia? (Escolha até 3)

5 respostas



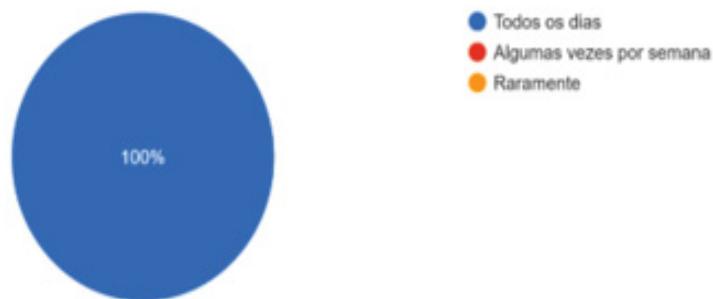
Quais dificuldades você enfrenta ao usar tecnologia no treinamento? (Marque as que se aplicam)

5 respostas



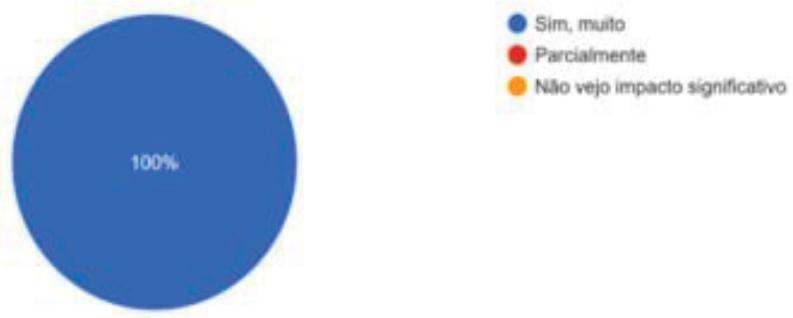
Com que frequência você utiliza tecnologia no seu treinamento?

5 respostas



Você acredita que o uso da tecnologia melhora seu desempenho na competição?

5 respostas



FONTE: O autor (2025).

3.4 CENÁRIOS DE INTERVENÇÃO E COLETA DE DADOS

A validação da utilidade e da eficácia do Ecossistema Didático Embarcado exigiu a sua aplicação em contextos reais de ensino e aprendizagem, transcendendo os testes de laboratório controlados. Seguindo a abordagem da DSR, a fase dedemonstração foi conduzida através de ciclos de intervenção em três cenários distintos, selecionados por apresentarem níveis crescentes de complexidade e exigência técnica: (1) um ambiente de gestão acadêmica (Sistema Bibliotech); (2) um ambiente de inovação acelerada (Hackathons); e (3) um ambiente de alta performance técnica (Treinamento WORLDSKILLS).

Essa estratégia multi-cenário permitiu avaliar o artefato sob diferentes lentes: a da governança da informação, a da agilidade no desenvolvimento de soluções e a da excelência técnica padronizada globalmente.

3.4.1 Cenário 1: O Sistema Bibliotech como Piloto de Aprendizagem Situada

O primeiro ciclo foi um modelo de aplicação no qual o protótipo foi baseado, ocorreu no contexto da Escola Superior Politécnica da Universidade Internacional (ESPU), com o desenvolvimento e a implementação do Sistema Bibliotech. Originalmente concebido como uma atividade acadêmica aplicada, o Bibliotech evoluiu para se tornar uma ferramenta institucional robusta, utilizada para a gestão de bibliografias e organização curricular dos cursos de tecnologia.

Diferentemente de soluções corporativas de prateleira, o Bibliotech é uma solução autoral, desenvolvida internamente com o envolvimento direto de estudantes em situação de estágio supervisionado. Essa característica transformou o desenvolvimento do sistema em uma prática de Aprendizagem Situada, onde os alunos não apenas utilizam a tecnologia, mas participam ativamente de sua construção e manutenção, enfrentando desafios reais de engenharia de software (MOURA; SILVA, 2023, p. 14).

A transformação digital no ensino superior tem exigido das instituições acadêmicas estratégias tecnológicas cada vez mais sofisticadas para atender à complexidade das atividades de gestão, ensino e avaliação. Em meio a esse cenário, plataformas institucionais desenvolvidas internamente têm se destacado por oferecerem soluções altamente contextualizadas às necessidades pedagógicas e administrativas de cada unidade acadêmica.

No caso da Escola Superior Politécnica da Universidade Internacional (ESPU), uma dessas soluções é o Bibliotech, sistema concebido inicialmente como uma atividade acadêmica aplicada, mas que evoluiu para uma ferramenta institucional utilizada na gestão de bibliografias, organização curricular, geração de documentos e apoio administrativo. Diferentemente do que ocorre com sistemas corporativos amplamente difundidos, o Bibliotech é uma solução autoral, desenvolvida dentro da ESPU, com envolvimento direto de docentes, técnicos acadêmicos e estudantes em situação de estágio supervisionado.

Sua concepção atende, portanto, às demandas específicas dos cursos tecnológicos e de engenharia, incluindo o curso de Ciência da Computação, que encontra no sistema um ambiente favorável para organização de conteúdos, acompanhamento de atividades acadêmicas e práticas de documentação — aspectos essenciais para a formação profissional em Tecnologia da Informação.

Além disso, a evolução do Bibliotech ao longo dos últimos anos se alinha às discussões contemporâneas sobre aprendizagem mediada por tecnologia, metodologias ativas e ecossistemas digitais de ensino. De acordo com Moura e Silva (2023), “plataformas institucionais personalizadas tendem a apresentar maior eficiência pedagógica, pois são construídas em consonância com o modelo educacional interno” (p. 14). Assim, o Bibliotech configura-se como uma ferramenta estratégica para apoiar processos formativos e administrativos da ESPU, contribuindo para a qualidade do ensino ofertado.

Segundo orientações institucionais, o Bibliotech não é oficialmente conhecido ou adotado pela Universidade internacional como um todo, mas sim pela ESPU, que patrocinou e acompanhou sua concepção, testes, implantação gradual e manutenção. Portanto, tratam-se de iniciativas restritas ao escopo da Escola Superior Politécnica e de seus processos internos.

A participação de alunos ocorre exclusivamente no contexto de estágio supervisionado, quando estudantes matriculados em cursos da própria universidade internacional atuam nas rotinas da ESPU e, por isso, acessam ou colaboram com o Bibliotech. Em tais situações, a plataforma serve como objeto de aprendizagem prática em desenvolvimento, documentação, testes e manutenção de software.

Essa característica aproxima o projeto do que Farias e Oliveira (2022) chamam de “laboratórios institucionais de inovação”, ambientes internos que permitem a estudantes vivenciar problemas reais e desenvolver competências avançadas de engenharia de software. Como afirmam os autores:

“Ao envolver estudantes em sistemas reais de uso administrativo ou pedagógico, a instituição cria oportunidades formativas mais profundas que aquelas vivenciadas em atividades puramente simuladas” (FARIAS; OLIVEIRA, 2022, p. 87).

Assim, o Bibliotech não se configura como um VLE (Virtual Learning Environment) tradicional, nem como um LMS (Learning Management System). Trata-se de um sistema de gestão acadêmica interna que fortalece processos pedagógicos

por meio da organização do conteúdo curricular e das referências bibliográficas: “A gestão curricular centralizada, aliada a ferramentas de controle de versão, é essencial para cursos de Tecnologia da Informação, cuja matriz demanda ajustes periódicos” (LIMA; GUEDES, 2024, p. 102).

Este cenário serviu como laboratório primário de um PBL para validar os requisitos de Governança e Segurança da Informação em sistemas educacionais próprios. Ambientes digitais que estruturam atividades práticas auxiliam instituições na aplicação de metodologias ativas e no monitoramento contínuo das aprendizagens. (LIMA HORST; ZANKI CORDENONSI, 2021). A literatura enfatiza que a implementação de sistemas institucionais para fins pedagógicos exige protocolos rigorosos de controle de acesso, registro e supervisão para garantir a integridade dos dados acadêmicos (ARAÚJO; RAZZOLINI FILHO, 2017). A experiência com o Bibliotech permitiu testar e refinar os protocolos de autenticação e a estrutura de banco de dados (MySQL) que posteriormente seriam replicados na arquitetura do servidor *Raspberry Pi*, validando a viabilidade de soluções internas (in-house) seguras e eficientes.

Ambientes digitais que estruturam atividades práticas auxiliam instituições na aplicação de metodologias ativas e no monitoramento contínuo das aprendizagens (LIMA HORST; ZANKI CORDENONSI, 2021).

Sua concepção atende, portanto, às demandas específicas dos cursos tecnológicos e de engenharia, incluindo o curso de Ciência da Computação, que encontra no sistema um ambiente favorável para organização de conteúdos, acompanhamento de atividades acadêmicas e práticas de documentação — aspectos essenciais para a formação profissional em Tecnologia da Informação.

Além disso, a evolução do Bibliotech ao longo dos últimos anos se alinha às discussões contemporâneas sobre aprendizagem mediada por tecnologia, metodologias ativas e ecossistemas digitais de ensino. De acordo com Moura e Silva (2023), “plataformas institucionais personalizadas tendem a apresentar maior eficiência pedagógica, pois são construídas em consonância com o modelo educacional interno”. Assim, o Bibliotech fig 09 configura-se como uma ferramenta estratégica para apoiar processos formativos e administrativos da ESPU, contribuindo para a qualidade do ensino ofertado.

FIGURA 9 – SISTEMA BIBLIOTECH



FONTE: O autor (2025).

O desenvolvimento do Bibliotech compreende um processo incremental conduzido pela Escola Superior Politécnica da Universidade internacional (ESPU), motivado por demandas internas relacionadas à organização curricular, padronização documental e gestão de bibliografias de cursos Figura10. Inicialmente, não se tratava de um sistema institucional oficial, mas de uma iniciativa experimental concebida como atividade acadêmica aplicada, associada à disciplina de desenvolvimento de sistemas e à atuação de estagiários supervisionados.

FIGURA 10 – FUNÇÕES BIBLIOTECH



FONTE: O autor (2025).

3.4.2 Cenário 2: Hackathons como Ambientes de Experimentação Acelerada

O segundo cenário de intervenção focou na validação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Desafios (APBD) em condições de tempo crítico e alta pressão. Para tanto, utilizou-se a observação participante em Hackathons — maratonas intensivas de programação, design e inovação. Na literatura contemporânea, os hackathons são redefinidos não apenas como eventos de competição, mas como "laboratórios vivos de aprendizagem", onde equipes heterogêneas são desafiadas a transformar conhecimento teórico em soluções tangíveis (Working Software) em prazos extremamente reduzidos (GAMA et al., 2019).

Os hackatons — maratonas intensivas de programação, design e inovação — consolidaram-se, ao longo da última década, como um dos principais formatos pedagógicos e profissionais para estimular criatividade, colaboração e resolução ágil de problemas (ZHANG; LIU, 2021; SILVA; TORREZAN, 2023). Universidades, empresas e governos têm utilizado esses eventos para fomentar a inovação aberta, testar novas ideias, desenvolver protótipos e identificar talentos. Em sua essência, um hackaton cria um ambiente de aprendizagem acelerada, no qual equipes multidisciplinares unem conhecimentos de tecnologia, administração, design, logística, comunicação e até direito, produzindo soluções aplicáveis a desafios reais.

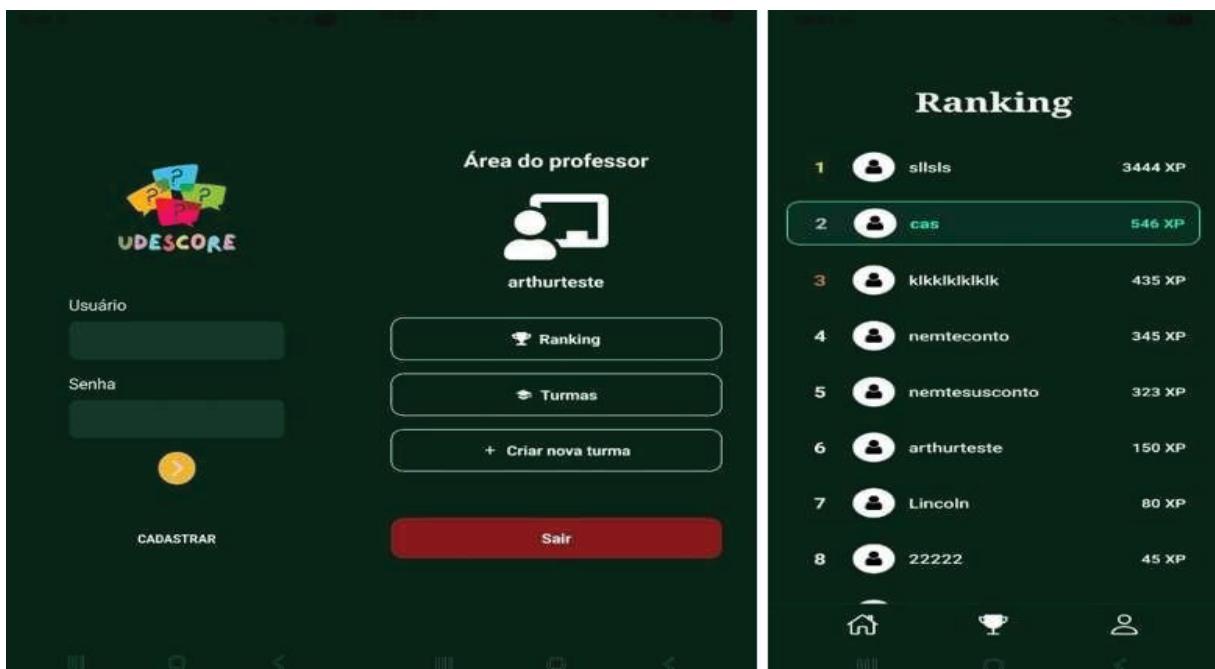
No ambiente acadêmico, hackatons têm sido adotados como práticas de aprendizagem ativa, aproximando cursos de diferentes áreas e promovendo um movimento claro de interdisciplinaridade e, mais recentemente, de transdisciplinaridade (GALVÃO; CASTRO, 2024). Em cursos de tecnologia, administração, logística, design, engenharia e direito, os hackatons se tornaram ferramentas pedagógicas para ensinar, ao mesmo tempo, habilidades técnicas, metodologias ágeis, inteligência emocional e competências digitais voltadas para a resolução de problemas complexos do século XXI.

No contexto dos competidores, a preparação para hackatons envolve muito mais do que habilidades de programação. Competidores eficazes desenvolvem competências de trabalho colaborativo, modelagem de negócios, design centrado no usuário, análise jurídica e ética de soluções tecnológicas, além de capacidades de *pitching* e comunicação profissional (PYLVAS; NOKELAINEN, 2017). Assim, preparar-se para um hackaton significa participar de um ecossistema formativo que se assemelha aos ambientes reais de *startups* e empresas inovadoras.

A preparação dos competidores para hackatons envolve etapas estruturadas que se estendem para além do domínio técnico. De acordo com Zhang e Liu (2021), equipes que se destacam tendem a: 1. Participar de sessões prévias de formação; 2. Dominar metodologias ágeis (Scrum, Lean Startup); 3. Realizar treinamentos em *pitch* e *storytelling*; 4. Estudar casos anteriores e desafios similares; 5. Treinar prototipação rápida com ferramentas de desenvolvimento.

Neste cenário, o Ecossistema Didático (o servidor offline e o aplicativo de gamificação - UDESCORE) foi introduzido como ferramenta de suporte aos competidores. A observação centrou-se na análise de como os estudantes utilizavam os recursos do sistema para mitigar o estresse e a sobrecarga cognitiva típicos desses eventos. Os dados coletados evidenciaram que a dinâmica de competição colaborativa, suportada por ferramentas adequadas, favorece o desenvolvimento acelerado de competências socioemocionais essenciais, como liderança, gestão do tempo, comunicação efetiva e autogestão (GAMA et al, 2019). A validação neste cenário confirmou a robustez do artefato para operar em ambientes de inovação ágil, preparando os alunos para a realidade do mercado de trabalho em TI.

FIGURA 11 – ÁREA DE GERENCIAMENTO DE TURMAS: UDESCORES PROFESSOR E RANKING



FONTE: O autor (2025).

3.4.3 Cenário 3: Treinamento de Alto Desempenho (Padrão WORLD SKILLS)

O terceiro e mais complexo cenário de intervenção ocorreu no contexto da preparação para a WORLD SKILLS, reconhecida como a maior competição mundial de educação profissional e o "padrão ouro" da excelência técnica. As provas da WORLD SKILLS, especialmente nas modalidades de TI como Tecnologias WEB (#17), Soluções de Software para Negócios (#09) e Computação em Nuvem (#53), simulam situações reais de trabalho com rigor extremo, exigindo um ecossistema de aprendizagem que articule currículo, treinamento prático intensivo e simulação de ambientes de produção (WORLD SKILLS, 2023; FESTO, 2023).

Pesquisas recentes sobre competições de habilidades e Competition-Based Learning (CBL) indicam que esse tipo de experiência pode potencializar significativamente a aprendizagem, desde que seja estruturado com intencionalidade pedagógica, feedback formativo e integração com o projeto pedagógico institucional (CONRAD; ANSELMANN, 2024; MOKRONOSOV, 2022; WORLD SKILLS UK, 2024).

BENTLEY-GOCKMANN (2020) evidenciam que ambientes competitivos combinados com colaboração e mentoria qualificada tendem a elevar a motivação, a perseverança e a capacidade de adaptação dos estudantes em cursos profissionalizantes. Do mesmo modo, estudos sobre competições de habilidades profissionais mostram efeitos positivos na consolidação do conhecimento, no desenvolvimento de pensamento crítico e na aproximação entre educação e demandas do mercado de trabalho (AL MARZOUQI, 2023; GABDRAKHMANOVA, 2020; AL SHUAILI, 2025).

Entretanto, uma visão crítica sobre a WORLD SKILLS e sobre a preparação para as provas de TI precisa considerar, além dos benefícios, os riscos educacionais de uma abordagem excessivamente centrada em desempenho competitivo, tais como: pressão psicológica sobre os competidores, estreitamento curricular, foco restrito em resultados de curto prazo e desigualdades de acesso a recursos entre instituições e regiões (RUAN, 2025; BENTLEY-GOCKMANN, 2020).

A preparação para a WORLD SKILLS nas modalidades de TI não se limita a treinos pontuais. Trata-se de um ecossistema de aprendizagem que envolve: seleção criteriosa de competidores; planejamento de ciclos de treino; definição de metas de desempenho; construção de materiais didáticos específicos;

desenvolvimento de simulados de prova; parcerias com empresas de tecnologia; e uso de dados para monitorar a evolução dos estudantes (WORLD SKILLS UK, 2024; WORLD SKILLS NETHERLANDS, 2020).

O X-Factors Toolkit, desenvolvido por uma parceria entre WORLD SKILLS Netherlands e instituições europeias, destaca que a participação em competições de habilidades é uma estratégia eficaz para desenvolver tanto a expertise dos estudantes quanto a dos docentes, pois obriga as instituições a repensar currículos, metodologias e modos de avaliação (WORLD SKILLS NETHERLANDS, 2020). Na prática, o treinamento para a WORLD SKILLS funciona como um laboratório de inovação pedagógica, em que novas abordagens são experimentadas e, posteriormente, incorporadas ao ensino regular.

No Brasil, depoimentos de treinadores e ex-competidores indicam que a jornada da WORLD SKILLS promove uma cultura de estudo contínuo, disciplina, gestão do tempo e resiliência emocional, características fortemente relacionadas ao desempenho acadêmico e profissional em TI (SENAI, 2025a; SENAI, 2025b). A figura do treinador adquire um papel central, atuando simultaneamente como mentor técnico, coach emocional e mediador pedagógico entre os desafios da competição e o currículo formal dos cursos.

A intervenção consistiu na aplicação do Ecossistema Didático como plataforma central de treinamento para os competidores. O objetivo foi validar se a infraestrutura de baixo custo (*Raspberry Pi*) conseguia suportar a demanda de processamento e se a estratégia de gamificação (AprendaS) contribuía para a manutenção da motivação e do engajamento durante os longos e exaustivos ciclos de preparação. Pesquisas recentes indicam que ambientes competitivos, quando combinados com colaboração e mentoria qualificada, tendem a elevar significativamente a motivação, a perseverança e a capacidade de adaptação dos estudantes (BENTLEY-GOCKMANN; 2020). A atualização curricular baseada em competições é um processo dinâmico, e o relatório Learnings from WORLD SKILLS Lyon and beyond (WORLD SKILLS UK, 2024) destaca que as lições aprendidas nessas competições devem ser retroalimentadas para os sistemas de ensino. O Ecossistema demonstrou ser um vetor eficaz para essa transferência, permitindo que os padrões de excelência internacional fossem praticados localmente.

3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A validação de um artefato no âmbito da Design Science Research (DSR) exige uma abordagem multimétodo para garantir a triangulação das evidências. A coleta de dados nesta tese foi estruturada para capturar tanto a dimensão técnica (eficácia do sistema) quanto a dimensão pedagógica e social (impacto no aprendizado e inclusão). Para tanto, foram mobilizados três instrumentos complementares: a análise documental de padrões técnicos, a aplicação de questionários e entrevistas em profundidade, e a observação participante em cenários de alta performance.

3.5.1 Pesquisa Documental e Análise de Padrões (Benchmarks)

A primeira etapa de coleta consistiu na análise de fontes primárias de conhecimento explícito que regem a formação técnica de alto nível. O objetivo foi extrair os requisitos funcionais e pedagógicos que balizaram o desenvolvimento do Ecossistema Didático. O corpus documental abrangeu:

Documentação Técnica da WORLD SKILLS: Foram analisados os *Technical Descriptions* e *Skills Standards* das modalidades de TI (#09 Soluções de Software para Negócios, #17 Tecnologias WEB e #53 Computação em Nuvem). Estes documentos representam o "estado da arte" das competências globais, servindo de benchmark para a modelagem dos desafios no aplicativo AprendaS (WORLD SKILLS, 2023).

Relatórios e Diretrizes do ENADE/INEP: A análise dos relatórios-síntese do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) para os cursos de Tecnologia permitiu identificar as lacunas de formação mais recorrentes no cenário brasileiro. O cruzamento desses dados com os padrões da WORLD SKILLS definiu a matriz de competências que o Ecossistema deveria cobrir (INEP, 2023).

Diretrizes de Acessibilidade e Inclusão: Foram examinados relatórios do Banco Mundial e da ITU sobre Digital Gender Divide para incorporar requisitos de design inclusivo no artefato (WORLD BANK, 2022).

3.5.2 Questionários e Entrevistas em Profundidade

Para avaliar a utilidade, a facilidade de uso e o impacto percebido do artefato, foram aplicados instrumentos de coleta de dados primários junto aos stakeholders do processo (discentes e docentes).

Questionários Estruturados (Survey): Aplicados aos alunos após os ciclos de uso do Ecossistema (no Bibliotech e nos Hackathons). O instrumento foi desenhado com base no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), mensurando variáveis como "Percepção de Utilidade" e "Autoeficácia Computacional". Um recorte específico foi incluído para analisar as diferenças de percepção por gênero, validando as hipóteses levantadas no referencial teórico sobre a importância da interface para a inclusão feminina (AL-AZAWEI, 2019, p. 275).

Entrevistas em Profundidade: Realizadas com treinadores da WORLDSKILLS e professores de ensino técnico. O projeto semi estruturado buscou capturar a percepção docente sobre a capacidade do Ecossistema em apoiar a mediação pedagógica e a gestão da sala de aula. As entrevistas permitiram qualificar os dados quantitativos, explorando o "como" e o "porquê" o sistema facilitou ou dificultou o processo de ensino (GIL, 2002).

3.5.3 Observação Participante em Ambientes de Competição

Dada a natureza prática da competência técnica, a observação participante foi adotada como método para capturar o conhecimento tácito em ação. O pesquisador emergiu nos cenários de intervenção — especificamente durante os Hackathons e as simulações de treinamento WORLDSKILLS — para registrar a interação dos estudantes com o artefato em tempo real.

O foco da observação recaiu sobre o comportamento sob Pressão: Como os alunos utilizavam o Ecossistema (*Raspberry Pi/App*) para resolver problemas quando submetidos a restrições de tempo características do "Mundo VUCA" (Volatilidade, Incerteza, Complexidade e Ambiguidade), validando a resiliência da solução tecnológica.

Dinâmicas de Colaboração: O registro das interações entre membros das equipes, verificando se a ferramenta fomentava a Aprendizagem Cooperativa ou se criava barreiras de acesso.

Resiliência Técnica: A observação da estabilidade do servidor offline em condições de uso intenso, validando a robustez da arquitetura de hardware proposta.

Os dados observacionais foram registrados em diários de campo e posteriormente triangulados com os resultados dos quizzes e os depoimentos das entrevistas, compondo um quadro holístico da eficácia do artefato (GAMA et al., 2019).

3.6 VARIÁVEIS DE ANÁLISE E INDICADORES DE SUCESSO

A etapa de análise de dados nesta pesquisa foi estruturada para garantir a triangulação entre as evidências quantitativas de desempenho e as evidências qualitativas de percepção, validando a eficácia do artefato sob a ótica da Design Science Research. O tratamento dos dados seguiu protocolos rigorosos para assegurar a confiabilidade e a reproduzibilidade dos achados.

Para os dados qualitativos — oriundos das entrevistas em profundidade, grupos focais e campos abertos de feedback —, adotou-se a técnica de Análise de Conteúdo, estruturada nas três fases clássicas propostas por Bardin (1977), visando a sistematização e a inferência de conhecimentos a partir das mensagens coletadas. Para complementar a abordagem clássica de Bardin (1977), incorporam-se as diretrizes de Hernández Sampieri, Mendoza Torres (2023), que preconizam o uso de ferramentas digitais para a organização e codificação de grandes volumes de dados qualitativos. Essa atualização metodológica permite uma análise mais ágil e auditável, assegurando a validade das inferências em pesquisas de Design Science.

Pré-análise: Esta fase inicial consistiu na organização do corpus documental, compreendendo a leitura flutuante de todo o material coletado nos questionários, observações e pesquisas documentais. Nesta etapa, foram selecionados os documentos pertinentes e formuladas as hipóteses e objetivos de análise, assegurando a representatividade e homogeneidade do material (BARDIN, 1977; KRIPPENDORFF, 2018).

Exploração do Material: Procedeu-se à codificação e categorização sistemática dos dados, seguindo critérios semânticos para transformar dados brutos em unidades de significado. Para otimizar este processo e garantir o rigor na codificação, utilizou-se o software de apoio à análise qualitativa Atlas.ti, permitindo a criação de redes semânticas e a identificação de núcleos de sentido recorrentes.

Tratamento dos Resultados e Interpretação: A última etapa dedicou-se à inferência e interpretação dos dados categorizados. Com base nos elementos significativos emergentes, foram elaborados quadros de resultados, diagramas e modelos teóricos que condensam as informações, permitindo estabelecer correlações entre a usabilidade do sistema e o engajamento discente. Para conferir maior robustez aos achados, os resultados qualitativos foram triangulados com provas estatísticas descritivas provenientes dos dados de desempenho (BARDIN, 1977; HERNÁNDEZ SAMPIERI; MENDOZA, 2023).

3.6.1 Indicadores de Desempenho Técnico e Alinhamento com o ENADE

O Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) integra o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) e se consolidou como um dos principais instrumentos de aferição de resultados educacionais no ensino superior brasileiro. Seu propósito oficial é verificar em que medida os concluintes dos cursos desenvolveram as competências e habilidades previstas nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), por meio de um teste padronizado que combina itens de formação geral e de componente específico (INEP, 2023). A centralidade conferida ao exame nas políticas de regulação, supervisão e indução de qualidade faz com que seus resultados influenciem diretamente a reputação institucional, a alocação de recursos, o credenciamento de cursos e, em última instância, o próprio imaginário social sobre o que é um “bom” curso de graduação.

Entretanto, a literatura especializada tem problematizado a capacidade do ENADE de representar, de forma fidedigna, a complexidade do aprendizado significativo produzido ao longo dos anos de formação. Avaliações padronizadas tendem a privilegiar dimensões cognitivas mais facilmente mensuráveis, deixando à margem aprendizagens de natureza procedural, atitudinal, socioemocional e ética (DIAS SOBRINHO, 2010; LUCKESI, 2011). A pergunta que orienta este capítulo não é apenas se o ENADE mede aprendizado, mas que tipo de aprendizado ele mede e que tipo de aprendizado ele induz nas instituições e nos estudantes. Ao analisar criticamente limites metodológicos, impactos institucionais e implicações formativas, busca-se compreender em que medida exames nacionais como o ENADE contribuem – ou não – para o desenvolvimento de aprendizagens profundas, contextualizadas e socialmente relevantes.

A eficácia pedagógica do Ecossistema foi mensurada através da triangulação entre os resultados obtidos no aplicativo AprendaS e os padrões de avaliação externa, especificamente o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) e os *Skills Standards* da WORLD SKILLS.

A partir da análise dos relatórios-síntese do ENADE para os cursos de Tecnologia da Informação (INEP, 2023; 2024), foram identificadas competências críticas com histórico de baixo desempenho discente, como lógica de programação e arquitetura de computadores. O artefato foi desenhado para atacar essas lacunas. Assim, os indicadores de sucesso técnico definidos foram:

Taxa de Assertividade em Questões Complexas: Medida pela porcentagem de acertos dos alunos nas questões do app AprendaS que foram modeladas com base no banco de itens do ENADE e nos desafios teóricos da WORLD SKILLS. Um aumento na assertividade ao longo do tempo indica a efetividade do reforço gamificado.

Tempo de Resolução de Problemas (Time-to-Solve): Monitoramento da redução do tempo necessário para solucionar desafios de codificação no ambiente offline do Raspberry Pi. Este indicador valida a agilidade mental e técnica, uma competência essencial tanto para a alta performance em competições quanto para a produtividade no mercado de trabalho (WORLD SKILLS UK, 2024).

Aderência ao Currículo de Excelência: Verificação qualitativa de se os artefatos produzidos pelos alunos (códigos, configurações de rede) atendem aos critérios de qualidade especificados nos manuais técnicos da WORLD SKILLS (#09 e #17).

3.6.2 Indicadores de Inclusão e Equidade: O Recorte de Gênero

A desigualdade de gênero em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) é amplamente documentada em relatórios internacionais. O relatório “Women in STEM in Latin America and the Caribbean” destaca que, embora as mulheres tenham aumentado sua presença em diversas áreas científicas, continuam sub-representadas em engenharia, computação e tecnologias de informação (UN WOMEN; UNESCO, 2020). Em muitos países, elas compõem menos de 30% dos profissionais em TI e áreas digitais de ponta.

No relatório “*Women and the Digital Revolution*”, parte do UNESCO Science Report, aponta-se que as mulheres representam cerca de 28% dos graduados em engenharia e aproximadamente 40% dos graduados em ciências da computação no ensino superior, mas sua presença cai ainda mais quando se observa o mercado de trabalho e os cargos de decisão em tecnologia (UNESCO, 2021). Ao tratar do campo da inteligência artificial, o relatório destaca que apenas cerca de 22% dos profissionais são mulheres, apesar da expansão global dessa área estratégica.

Uma síntese divulgada pelo Fórum Econômico Mundial destaca que a lacuna de gênero em setores tecnológicos é persistente e que a “divisão digital de gênero” se tornou uma das barreiras centrais para a participação significativa de mulheres na economia baseada em dados e inovação (WORLD ECONOMIC FORUM, 2024). O relatório global de lacuna de gênero ressalta que, embora tenha havido avanços em educação básica e acesso à internet, a participação feminina em carreiras digitais continua aquém do necessário.

Considerando o referencial teórico que aponta a sub-representação feminina e as barreiras de autoeficácia em TI, a avaliação do artefato incluiu indicadores específicos para mensurar seu impacto na promoção da equidade. A premissa metodológica é que um Ecossistema Didático eficiente deve ser capaz de engajar igualmente estudantes de todos os gêneros, mitigando o viés de “cultura masculina” (dude culture) comum em laboratórios de informática (MILLER et al., 2021, p. 345).

Os indicadores de inclusão definidos foram: Autoeficácia Computacional Comparada: Mensuração, via questionários pré e pós-intervenção, da confiança dos estudantes em realizar tarefas técnicas complexas. O sucesso do artefato é indicado pela redução do gap de autoeficácia entre estudantes do gênero feminino e masculino após o uso continuado da ferramenta (AL-AZAWEI, 2019, p. 270).

Engajamento na Gamificação por Gênero: Análise dos logs de uso do aplicativo AprendaS para verificar se há disparidade na frequência de acesso e na participação nos rankings. A hipótese de sucesso é que a interface amigável e o sistema de feedback imediato (Gamificação) elevam a participação feminina, superando barreiras de intimidação técnica (HAGERER, 2025, p. 10).

Percepção de Usabilidade e Pertencimento: Coleta de dados qualitativos sobre como a interface e a dinâmica do Ecossistema influenciam o sentimento de pertencimento das estudantes mulheres ao curso de TI. Indicadores positivos

incluem relatos de maior conforto e motivação para assumir papéis de liderança técnica em projetos e *hackathons* (GAMA et al, 2019).

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 RESULTADOS OBTIDOS DOS FORMULÁRIOS

4.1.1 Quanto ao uso da tecnologia

A tecnologia tem se mostrado uma aliada poderosa no processo de aprendizado, e os resultados dos formulários corroboram essa afirmação. A maioria dos respondentes reconheceu que a tecnologia contribui significativamente para a educação, e isso pode ser explicado por diversos fatores.

Primeiramente, a tecnologia oferece acesso a uma vasta gama de recursos educacionais. Plataformas online, vídeos, tutoriais e cursos interativos estão disponíveis a qualquer momento, permitindo que os alunos aprendam no seu próprio ritmo e revisitem conteúdos sempre que necessário. Essa flexibilidade é especialmente benéfica para aqueles que têm diferentes estilos de aprendizado e horários.

A tecnologia facilita a personalização do aprendizado, com o uso de aplicativos e softwares educacionais, é possível adaptar o conteúdo às necessidades individuais de cada aluno, promovendo um aprendizado mais eficaz. Ferramentas de análise de dados também permitem que educadores monitorem o progresso dos alunos e ajustem suas abordagens conforme necessário.

Outro ponto importante é a interatividade que a tecnologia proporciona. Através de jogos educacionais, simulações e plataformas de colaboração, os alunos podem se envolver ativamente no processo de aprendizado, o que aumenta a motivação e a retenção de informações. A interação com colegas e professores em ambientes virtuais também enriquece a experiência educacional.

Em resumo, os dados coletados dos formulários refletem uma realidade crescente: a tecnologia é uma facilitadora do aprendizado, proporcionando acesso a recursos, personalização, interatividade e preparação para o futuro. Esses fatores contribuem para um ambiente educacional mais dinâmico e eficaz, beneficiando alunos e educadores.

4.1.2 Quanto a experiência dos instrutores e demanda em outras instituições.

A qualidade do ensino e a eficácia das metodologias aplicadas em competições como a WORLDSKILLS são fundamentais para o desenvolvimento das habilidades dos participantes. No entanto, uma preocupação crescente tem sido a experiência e a dedicação dos instrutores envolvidos nesse processo. Muitos desses profissionais possuem um tempo limitado de experiência na área, o que pode impactar negativamente a qualidade do treinamento oferecido.

Em primeiro lugar, a falta de experiência prática pode resultar em uma abordagem menos aprofundada e, consequentemente, em metodologias que não refletem as melhores práticas do setor. Instrutores com pouca vivência no campo podem ter dificuldades em transmitir conhecimentos complexos e em preparar os alunos para os desafios reais que enfrentarão em suas carreiras. A experiência é um fator crucial para a formação de profissionais competentes, e a ausência dela pode comprometer a eficácia do aprendizado.

Além disso, muitos instrutores da WORLDSKILLS atuam em outras instituições de ensino ou empresas, o que pode limitar o tempo que eles podem dedicar à preparação e ao treinamento dos alunos. Essa divisão de atenção pode resultar em uma abordagem superficial, onde os instrutores não conseguem se aprofundar nas habilidades necessárias ou adaptar suas metodologias às necessidades específicas dos participantes. A falta de tempo para planejamento e execução de aulas práticas pode levar a um treinamento menos eficaz, prejudicando o desempenho dos alunos nas competições.

Outro ponto a ser considerado é que a sobrecarga de trabalho pode gerar estresse e desgaste nos instrutores, o que pode afetar sua motivação e capacidade de ensinar. Quando os profissionais estão divididos entre múltiplas responsabilidades, a qualidade do ensino pode ser comprometida, resultando em uma experiência de aprendizado menos enriquecedora para os alunos.

Em suma, a combinação de pouca experiência e a necessidade de trabalhar em outras instituições pode prejudicar as metodologias de ensino dos instrutores da WORLDSKILLS. Para garantir um treinamento de alta qualidade e preparar adequadamente os participantes para os desafios do mercado de trabalho, é essencial que haja um investimento na formação contínua desses profissionais e na criação de condições que permitam uma dedicação plena ao desenvolvimento das habilidades dos alunos.

4.1.3 Quanto ao uso da IA e gameficação

A crescente adoção de gamificação e inteligência artificial (IA) no ambiente educacional tem demonstrado resultados positivos significativos, conforme evidenciado pelas respostas coletadas em seus formulários. Esses métodos inovadores não apenas tornam o aprendizado mais envolvente, mas também potencializam a eficácia do processo educacional.

A gamificação, que envolve a aplicação de elementos de jogos em contextos não lúdicos, tem se mostrado uma estratégia eficaz para aumentar a motivação e o engajamento dos alunos. Ao transformar atividades de aprendizado em desafios e competições, os educadores conseguem captar a atenção dos alunos de maneira mais eficaz. Os formulários indicaram que muitos participantes se sentem mais motivados a aprender quando estão envolvidos em atividades que incorporam jogos, como quizzes, simulações e sistemas de recompensas. Essa abordagem não apenas torna o aprendizado mais divertido, mas também promove a retenção de informações, uma vez que os alunos tendem a se lembrar melhor do que aprenderam em um ambiente interativo.

Por outro lado, a inteligência artificial está revolucionando a forma como o aprendizado é personalizado. Com a capacidade de analisar grandes volumes de dados, a IA pode identificar as necessidades individuais de cada aluno, adaptando o conteúdo e as atividades de acordo com seu ritmo e estilo de aprendizado. Os formulários revelaram que muitos educadores estão utilizando plataformas baseadas em IA para oferecer feedback instantâneo e recomendações personalizadas, o que ajuda os alunos a superarem suas dificuldades de forma mais eficaz. Essa personalização não só melhora a experiência de aprendizado, mas também aumenta a confiança dos alunos em suas habilidades.

A combinação de gamificação e IA pode criar experiências de aprendizado ainda mais impactantes. Por exemplo, sistemas de aprendizado adaptativo que incorporam elementos de jogos podem oferecer desafios personalizados que se ajustam ao progresso do aluno, mantendo-o engajado e motivado. Essa sinergia entre as duas abordagens permite que os educadores criem um ambiente de aprendizado dinâmico e responsivo, que atende às necessidades de cada aluno de maneira única.

Em resumo, os dados coletados nos formulários destacam a eficácia da gamificação e da inteligência artificial como ferramentas poderosas para melhorar o aprendizado. Ao tornar o processo educacional mais envolvente e personalizado, essas abordagens não apenas aumentam a motivação dos alunos, mas também promovem um aprendizado mais profundo e duradouro. A integração dessas tecnologias no ambiente educacional é um passo importante para preparar os alunos para os desafios do futuro.

4.1.4 Quanto ao uso de metodologias ágeis para o aprendizado utilizando o Trello

A implementação de metodologias ágeis no ambiente educacional tem se mostrado uma estratégia eficaz para otimizar o aprendizado, e os dados coletados nos formulários reforçam essa afirmação. O uso de ferramentas como o Trello para o controle das atividades propostas tem contribuído significativamente para a organização, colaboração e engajamento dos alunos.

As metodologias ágeis, que se originaram no desenvolvimento de software, priorizam a flexibilidade, a colaboração e a entrega contínua de resultados. Ao aplicar esses princípios no contexto educacional, os educadores conseguem criar um ambiente de aprendizado mais dinâmico e responsivo. Os formulários indicaram que muitos alunos se beneficiam da estrutura oferecida por essas metodologias, que permitem um acompanhamento mais claro das tarefas e objetivos a serem alcançados.

O Trello, uma ferramenta de gerenciamento de projetos baseada em quadros, é especialmente eficaz nesse contexto. Ele permite que os alunos visualizem suas atividades de forma organizada, dividindo-as em etapas e prazos. Essa visualização ajuda a aumentar a responsabilidade individual e coletiva, uma vez que os alunos podem acompanhar seu progresso e o dos colegas. Os dados coletados mostram que essa transparência no gerenciamento de tarefas contribui para um maior comprometimento com o aprendizado.

O uso do Trello facilita a colaboração entre os alunos. A plataforma permite que os estudantes trabalhem em equipe, compartilhem ideias e atualizações em tempo real, promovendo um ambiente de aprendizado colaborativo. Essa interação não apenas enriquece a experiência educacional, mas também desenvolve

habilidades importantes, como trabalho em equipe e comunicação, que são essenciais no mercado de trabalho.

Outro aspecto positivo destacado nos formulários é a capacidade de adaptação das atividades. Com as metodologias ágeis, os educadores podem ajustar rapidamente as tarefas e os objetivos com base no feedback dos alunos e nas necessidades emergentes. Isso garante que o aprendizado permaneça relevante e alinhado com os interesses e desafios dos estudantes.

Em resumo, os dados coletados nos formulários evidenciam que o uso de metodologias ágeis, aliado ao Trello para o controle das atividades propostas, tem um impacto positivo significativo no aprendizado. Essa abordagem não apenas melhora a organização e a colaboração, mas também promove um ambiente de aprendizado mais engajante e adaptável, preparando os alunos para os desafios do futuro.

4.2 RESULTADOS OBTIDOS REFERENTES À DIDÁTICA COM METODOLOGIAS ATIVAS

4.2.1 Ponte de espaguete

Esta é uma atividade tradicional nas competições das engenharias, porém como atividade multidisciplinar entre Engenharia civil e Arquitetura com cursos de T.I. (Engenharia da computação, Sistemas de informações, Desenvolvimentos de sistemas), foi uma proposta aceita que teve um grande envolvimento dos discentes dos diversos cursos e grande aprendizado.

Ao inscrever a ponte na competição, sugere-se que cada integrante do grupo doe um pacote de 500 g de massa do tipo espaguete, que será repassado posteriormente a uma instituição de caridade.

Cada grupo (Engenharia civil e T.I) poderá participar com apenas uma ponte. Antes da realização dos testes de carga das pontes, cada grupo deverá apresentar uma estimativa do valor da carga de colapso de sua ponte e uma lista das colas utilizadas na sua construção.

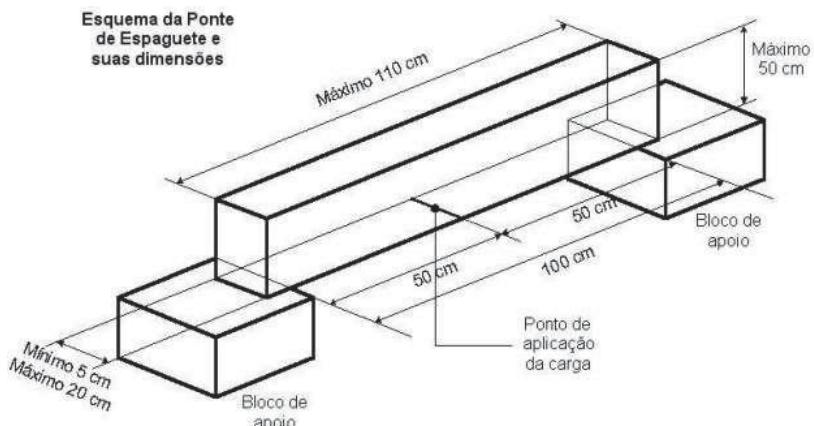
A construção será como base de Física 1, dinâmica de treliças (também chamadas de estruturas reticuladas) que envolve a análise de forças e movimentos

em estruturas compostas por barras, e também a disciplina de IOT para cidades inteligentes onde a turma de T.I. fará o projeto de iluminação e sensores da mesma.

Na semana anterior à realização dos testes de carga das pontes, será constituída uma comissão de fiscalização presidida pelo(s) professor(es) da(s) turma(s) participante(s) da competição e formada por alunos desta(s) turma(s). Esta comissão estará encarregada de verificar se as pontes se adequam às prescrições do regulamento da competição.

O peso da ponte (considerando a massa espaguete e as colas utilizadas) não poderá ser superior a 750 g. No limite de peso prescrito (750 g), não serão considerados o peso do mecanismo de apoio fixado nas extremidades da ponte, nem o peso da barra de aço para fixação da carga, que serão estimados em 150 g. A ponte só poderá receber vestimento ou pintura com as colas permitidas. A ponte deverá ser capaz de vencer um vão livre de 1 m, estando apoiada livremente nas suas extremidades, de tal forma que a fixação das extremidades não será admitida.

FIGURA 12 – ESQUEMA DA PONTE DE ESPAGUETE



FONTE: O autor (2025).

O teste de carga será avaliado pelo docente para o perfil de cada turma. Sugere-se no mínimo 20kg, a ponte tem que sustentar no mínimo esta massa.

Outra proposta é a competição entre os grupos com teste de carga aberto para equipe que sustentar o maior peso, conforme Figura13.

FIGURA 13 – AULA DE FÍSICA 1

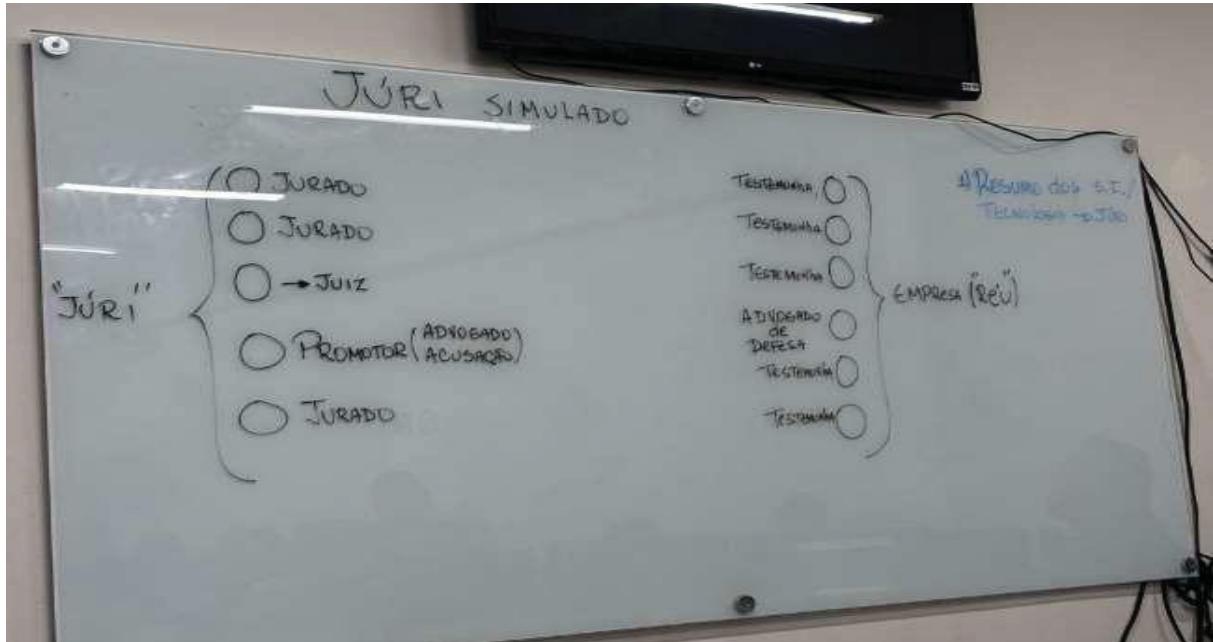


FONTE: O autor (2025).

4.2.2 Júri Simulado

O júri simulado é uma metodologia ativa da unidade de ensino superior ou técnico, que tem o objetivo de tornar os estudantes protagonistas de sua trajetória educacional e testar suas habilidades para além da academia. É um momento em que são apresentados argumentos de defesa e de acusação com a finalidade de analisar um determinado problema, ou como é mais comum falar, “o caso”. Assim, os estudantes são reunidos em grupos e seus papéis são previamente distribuídos dentro dos casos trabalhados, conforme Figura14.

FIGURA 14 – AULA DO JÚRI SIMULADO



FONTE: O autor (2025).

O júri simulado é uma metodologia ativa tradicional nos cursos de direito, porém foi proposta uma atividade multidisciplinar entre as turmas de direito e T.I. onde o réu é a empresa (Infraestrutura da mesma em tecnologia da informação) que será acusada pelo promotor e defendida pelos alunos (Advogado de defesa). Esta atividade tem um grande envolvimento, e também uma grande aceitação e comprometimento dos alunos, pois as causas defendidas tem que estar muito bem estruturadas para a fala dos mesmos.

4.3 TECNOLOGIAS WEB – WORLD SKILLS

O desenvolvimento da WEB engloba muitas habilidades e disciplinas diferentes na produção e manutenção de sites. As habilidades necessárias para um desenvolvedor WEB são diversas, muitas vezes até o ponto em que é difícil para um desenvolvedor se destacar em todos os aspectos envolvidos. Como resultado, uma equipe pode cobrir o processo de design da WEB, com cada membro da equipe com seus próprios pontos fortes, especialidades e papéis no processo de desenvolvimento.

As tecnologias da WEB envolvem a implementação de soluções específicas que seguem as regras e objetivos comerciais delineados pelo cliente. Os desenvolvedores da WEB desenvolvem uma relação profissional com seus clientes,

interagindo com eles para desenvolver uma compreensão profunda dos requisitos e convertê-los em uma especificação para o site. Forte design e habilidades de comunicação, juntamente com técnicas de pesquisa e uma compreensão de públicos-alvo, mercados e tendências, garantirão a satisfação inicial do cliente.

Tendo completado o planejamento e o design do site, o desenvolvedor da WEB integra o site com ferramentas e plataformas de terceiros. Durante o processo de desenvolvimento, o desenvolvedor da WEB implementa o design, usa suas habilidades de programação para criar funcionalidades dinâmicas, testar e depurar o site usando uma variedade de dispositivos. A tendência atual é também integrar o site com as mídias sociais para aproveitar as plataformas de marketing on-line disponíveis.

Todas essas habilidades podem ser aplicadas igualmente ao *re-design* ou a atualização de um site existente.

Um desenvolvedor da WEB possui muitas oportunidades de emprego. Isso pode variar como ser um freelancer independente, ou um empresário, para ser empregado por agências de publicidade e empresas de desenvolvimento WEB, bem como muitos outros tipos diferentes de organizações. As posições dos desenvolvedores da WEB podem ser abrangentes ou se especializar em uma área como design gráfico para a WEB, design de interface de usuário, design de experiência de usuário digital, desenvolvimento de *frontend*, desenvolvimento de *backend*, desenvolvedor de sistemas de gerenciamento de conteúdo, bem como gerenciamento de clientes e projetos. Seja qual for o papel que um desenvolvedor da WEB escolher para se especializar, eles precisarão ter acesso a instalações de TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação), bibliotecas de código aberto e *frameworks*.

Os desenvolvedores da WEB de alto desempenho podem ter habilidades gerais ou especializadas relacionadas à WEB. Eles devem entender os valores artísticos, ter habilidades sólidas de design da interface do usuário, habilidades de programação e assumir a responsabilidade pessoal por estar constantemente na vanguarda das tendências e da tecnologia da WEB. Eles também devem responder aos clientes e ter a capacidade de trabalhar em equipes e grupos estruturados e não estruturados. Essas qualidades permitem que o desenvolvedor da WEB contribua e aproveite este aspecto de rápido desenvolvimento da tecnologia de comunicação moderna.

4.3.1 Framework para desenvolvimento WEB visando à WORLD SKILLS

Especificando os padrões que determinam o conhecimento, a compreensão e as habilidades específicas que sustentam as melhores práticas das competições internacionais em desempenho técnico e profissional. Ele sustenta uma compreensão global compartilhada sobre o que o (s) papel (s) ou ocupação (s) de trabalho associado representam para indústria e negócios.

A competição de habilidades destina-se a refletir as melhores práticas internacionais, e na medida em que é capaz de fazê-lo. A Especificação de Padrões é, portanto, um guia para o treinamento e preparação necessários para a competição de habilidades.

Na competição de habilidades, a avaliação do conhecimento e compreensão será realizada através da avaliação do desempenho. Não haverá testes separados de conhecimento e compreensão.

A Especificação de Padrões é dividida em seções distintas com títulos e números de referência adicionados.

Cada seção recebe uma porcentagem das pontuações totais para indicar sua importância relativa dentro da Especificação de Padrões. A soma de todas as pontuações percentuais é 100. Deve ser informado pelo instrutor ao competidor como informação relevante para êxito na competição.

O Esquema de avaliação e o Projeto teste avaliarão apenas as habilidades estabelecidas na Especificação de Padrões. Eles refletirão a Especificação de Padrões da forma mais abrangente possível nas restrições da competição de habilidades.

O Esquema de marcação e o Projeto teste seguirão a alocação de marcas dentro da especificação de padrões na medida do possível. Uma variação de cinco por cento é permitida, desde que isso não distorça as ponderações atribuídas pela Especificação de Padrões. O *framework* citado está demonstrado na tabela 1.

TABELA 1 – O FRAMEWORK DE ESPECIFICAÇÕES DE PADRÕES DA WORLD SKILLS PARA O DESENVOLVIMENTO WEB

SEÇÃO	IMPORTÂNCIA (%)

1 – Organização e Gerenciamento do Trabalho	6
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Princípios e práticas que permitem o trabalho produtivo em equipe • Os princípios e o comportamento dos sistemas • Os aspectos dos sistemas que contribuem para produtos, estratégias e práticas sustentáveis • Como tomar iniciativas e ser empreendedoras para identificar, analisar e avaliar informações de uma variedade de fontes • Identifique múltiplas soluções para um problema e oferecê-las como opção tendo em vista o tempo disponível, orçamento e outras restrições 	
<p>O indivíduo deve poder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solucionar problemas comuns de WEB design e desenvolvimento de WEB • Levar em consideração as limitações de tempo e os prazos • Depurar e lidar com erros • Use um computador ou um dispositivo e uma variedade de pacotes de software • Aplicar técnicas de pesquisa e habilidades para manter-se atualizado com as últimas diretrizes do setor • Planeje o horário de produção de cada dia de acordo com o tempo disponível • Incluir imagens vinculadas, fontes, arquivos nativos e formato des arquivos para produção ao publicar • Usar sistemas de controle de versão 	
2 – Comunicação e Habilidades Pessoais	6
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como resolver problemas de comunicação, incluindo a identificação do problema, pesquisa, análise, geração de solução, prototipagem, testes de usuários e avaliação de resultados • Conceitos e técnicas de design, incluindo wireframes, 	

<p>storyboard e criação de fluxogramas</p> <ul style="list-style-type: none"> Conceitos e técnicas de design de software, incluindo fluxograma e diagramas ER 	
<p>O indivíduo deverá ter capacidade para:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ler e compreender documentos de especificações Entregar um produto que responda aos requisitos e especificações do cliente Reunir, analisar e avaliar informações Interpretar padrões e requisitos Atender aos requisitos do cliente <p>Apresentar um conceito para atender aos requisitos de negócio</p>	
3 – Design e interface de usuário	22
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> Como seguir os princípios e padrões de projeto, a fim de produzir interfaces estéticas agradáveis e criativas. Questões relacionadas aos contextos cognitivos, sociais, culturais, acessíveis, tecnológicos e econômicos para projeto Como criar e adaptar elementos gráficos para a WEB Diferentes públicos alvo e os elementos de design que atisfazem cada mercado Protocolos para manter uma identidade corporativa, marca e guia de estilo As limitações de dispositivos para Internet e resoluções de tela Padrões do World Wide WEB (W3C) para WCAG 	
<p>O indivíduo deve poder:</p> <ul style="list-style-type: none"> Criar, analisar e desenvolver a resposta visual aos problemas de comunicação, incluindo a compreensão da hierarquia, tipografia, estética e composição Criar, manipular e otimizar imagens para a internet Manipular multimídia pela internet (vídeo / áudio) Identificar o público alvo e criar um conceito para o projeto Criar projetos responsivos que funcionem corretamente em múltiplas resoluções de tela e / ou dispositivos Transformar uma idéia em um design estético e agradável Críticar conceitos preliminares, opções de cores e tipografia 	

<ul style="list-style-type: none"> • Criar wireframes, protótipos e interfaces de usuário completas, considerando a importância da acessibilidade. 	
4 – Layout da interface do usuário	22
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Padrões do Consórcio World Wide WEB (W3C) para HTML e CSS • Posicionamento e métodos de layout • Usabilidade e design de interação • Acessibilidade e comunicação para usuários com necessidades especiais • Combinação de WEBSites para múltiplos navegadores • Compatibilidade com vários dispositivos • Otimização para motores de busca (Search Engine Optimization - SEO) • Como incorporar e integrar animações, áudio e vídeo onde necessário 	
<p>O indivíduo deve poder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criar códigos que esteja em conformidade e alidem com os padrões do W3C • Criar interfaces WEB acessíveis e utilizáveis para uma variedade de dispositivos e resoluções de tela • Usar CSS ou outros arquivos externos para modificar a aparência da interface da WEB • Usar pré / pós processadores CSS • Criar e atualizar as interfaces da WEB para a elhorar a experiência do usuário e para melhorar o esempenho para mecanismo de pesquisa • Usar CSS para desenvolver animações e interações para a interface do usuário 	
5 – Desenvolvimento lado cliente	22
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • JavaScript • Como integrar bibliotecas, <i>frameworks</i> e outros sistemas ou recursos com JavaScript <p>O indivíduo deve poder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criar animações e funcionalidades do site para auxiliar 	

<p>nas explicações de contexto e adicionar apelo visual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criar e atualizar o código JavaScript para primorar a funcionalidade, a usabilidade e a estética dos WEBSites • Manipular dados e mídia personalizada com JavaScript • Criar código JavaScript modular e reutilizável • Utilizar bibliotecas de JavaScript de código aberto e Manipular elementos gráficos usando JavaScript 	
6 – Desenvolvimento lado servidor	14
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programação orientada a objetos usando PHP • Bibliotecas e estruturas de código aberto do lado do servidor • Como projetar e implementar bancos de dados com o MySQL • Protocolo de FTP (File Transfer Protocol) e relacionamentos de cliente e servidor e pacotes de software • Como gerenciar a troca de dados entre o servidor e os sistemas clientes • Padrões de design de software (Design Patterns E.g. MVC (Model View Controller) Segurança do aplicativo da WEB 	
<p>O indivíduo deve poder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manipular dados fazendo uso de habilidades de programação • Proteger sistemas e sites contra exploits de segurança • Integrar código existente com API (<i>Application programming Interfaces</i>), bibliotecas e <i>frameworks</i> • Criar ou manter um banco de dados para suportar os requisitos do sistema • Criar código modular e reutilizável 	
7 – Sistema de Gerenciamento de Conteúdo	8
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benefícios e limitações de sistemas de gerenciamento de conteúdo de código aberto • Como encontrar, escolher e implementar plugins / 	

nódulos adequados	
<ul style="list-style-type: none"> • Como implementar funcionalidades do lado do cliente para sites usando CMS • Compreender a necessidade de manutenção e atualizações para plugins e módulos do CMS tendo em vista segurança • Criar widgets personalizados 	
Total	100

FONTE: O autor (2025).

4.4 DESENVOLVIMENTO MOBILE: VISÃO GERAL E ESPECIFICAÇÕES DA WORLD SKILLS

O desenvolvimento *mobile* envolve uma ampla gama de competências e áreas de conhecimento que são essenciais tanto na criação quanto na manutenção de aplicativos e sistemas. As habilidades exigidas de um desenvolvedor *mobile* são variadas, tornando difícil que um único profissional domine todos os aspectos. Por isso, é comum que equipes multidisciplinares trabalhem em conjunto, com cada membro contribuindo com suas especializações e responsabilidades específicas dentro do processo.

As tecnologias voltadas ao *mobile* demandam a criação de soluções direcionadas, que sigam as diretrizes e metas estabelecidas pelo cliente. Para isso, é fundamental que os desenvolvedores estabeleçam um relacionamento profissional com os clientes, compreendendo a fundo suas necessidades e transformando essas demandas em requisitos técnicos. Ter uma boa comunicação, domínio de design, habilidades de pesquisa e conhecimento sobre o público-alvo, mercado e tendências são fatores essenciais para garantir a satisfação do cliente desde o início.

No decorrer do projeto, o desenvolvedor implementa o design planejado, aplica suas habilidades em programação para adicionar funcionalidades dinâmicas e realiza testes em diferentes dispositivos, corrigindo erros e ajustando o sistema conforme necessário.

A carreira no desenvolvimento *mobile* oferece diversas oportunidades. O profissional pode atuar como freelancer, empreendedor, colaborador em agências de publicidade ou empresas especializadas, entre outras opções. As funções também podem ser amplas ou focadas em áreas específicas, como design gráfico, UI/UX, desenvolvimento front-end ou back-end, sistemas de gerenciamento de conteúdo, ou

ainda gestão de projetos e relacionamento com clientes. Independentemente do cargo, o acesso a recursos como infraestrutura de TIC, bibliotecas de código aberto e *frameworks* é essencial.

Desenvolvedores *mobile* de alto desempenho possuem competências técnicas amplas ou específicas, além de uma compreensão estética e habilidades sólidas em design de interfaces. Devem estar sempre atualizados com as inovações e tendências da área, assumir responsabilidade pelo próprio desenvolvimento e serem capazes de colaborar em diferentes tipos de equipes. Essas características permitem que eles se destaquem e contribuam de forma significativa para o avanço da tecnologia *mobile*.

4.4.1 Frameworks para desenvolvimento mobile para WORLDSKILLS

O *framework mobile* da WORLDSKILLS define o conjunto de conhecimentos, habilidades e entendimentos necessários para representar o que há de melhor em desempenho técnico e profissional no cenário internacional. Ele expressa uma visão compartilhada globalmente sobre os papéis e responsabilidades dos profissionais da área no contexto empresarial e industrial.

As competições de habilidades refletem as melhores práticas descritas nesse *framework*, servindo como referência para o treinamento e a preparação dos participantes. A Especificação de Padrões funciona, assim, como um guia de estudo e desenvolvimento.

Durante a competição, o conhecimento e a compreensão dos participantes são avaliados por meio de suas performances práticas, sem a aplicação de testes teóricos específicos.

O *framework* das especificações de padrões está organizado em seções numeradas e com títulos distintos. Cada uma recebe uma porcentagem do total da pontuação, refletindo sua importância relativa dentro da avaliação geral. O total de pontos somados é 100%.

Tanto o Esquema de Avaliação quanto o Projeto de Teste devem contemplar exclusivamente as competências listadas na Especificação de Padrões, refletindo-a da forma mais fiel possível, dentro dos limites da competição. Uma variação de até 5% nas porcentagens é permitida, desde que não comprometa a proporção e o

equilíbrio estabelecidos no documento. O *framework* citado está demonstrado na Tabela 2.

TABELA 2 – FRAMEWORK DE ESPECIFICAÇÕES DE PADRÕES DA WORLD SKILLS PARA DESENVOLVIMENTO MOBILE

SEÇÃO	IMPORTÂNCIA (%)
1 – Organização e Gerenciamento de Trabalho	6
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Princípios e práticas que permitem o trabalho produtivo em equipe • Os princípios e o comportamento dos sistemas • Os aspectos dos sistemas que contribuem para produtos, estratégias e práticas sustentáveis • Como tomar iniciativas e ser empreendedoras para identificar, analisar e avaliar informações de uma variedade de fontes • Identifique múltiplas soluções para um problema e oferecer as como opção tendo em vista o tempo disponível, orçamento e outras restrições 	
<p>O indivíduo deve poder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solucionar problemas comuns de modelagem e desenvolvimento <i>mobile</i> • Levar em consideração as limitações de tempo e os prazos • Depurar e lidar com erros • Use um computador ou um dispositivo e uma variedade de pacotes de software • Aplicar técnicas de pesquisa e habilidades para manter-se atualizado com as últimas diretrizes do setor • Planeje o horário de produção de cada dia de acordo com o tempo disponível • Incluir imagens vinculadas, fontes, arquivos nativos e formato destes arquivos para produção ao publicar • Usar sistemas de controle de versão 	

2 – Comunicação e habilidades interpessoais	6
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como resolver problemas de comunicação, incluindo a identificação do problema, pesquisa, análise, geração de solução, prototipagem, testes de usuários e avaliação de resultados • Conceitos e técnicas de design, incluindo Figma, Adobe XD, Framer e criação de fluxogramas • Conceitos e técnicas de design de software, incluindo fluxograma e diagramas ER 	
<p>O indivíduo deve poder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ler e compreender documentos de especificações • Entregar um produto que responda aos requisitos e especificações do cliente • Reunir, analisar e avaliar informações • Interpretar padrões e requisitos • Atender aos requisitos do cliente • Apresentar um conceito para atender aos requisitos de negócio 	
3 – Design e interface do usuário	22
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como seguir os princípios e padrões de projeto, a fim de produzir interfaces estéticas agradáveis e criativas. • Questões relacionadas aos contextos cognitivos, sociais, culturais, acessíveis, tecnológicos e econômicos para o projeto • Como criar e adaptar elementos gráficos para a WEB • Diferentes públicos alvo e os elementos de design que satisfazem cada mercado • Protocolos para manter uma identidade corporativa, marca e guia de estilo • As limitações de dispositivos para Internet e resoluções de tela • Padrões <i>Mobile WEB Best Practices</i> (MWBP) 	

<p>O indivíduo deve poder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criar, analisar e desenvolver a resposta visual aos problemas de comunicação, incluindo a compreensão da hierarquia, tipografia, estética e composição • Criar, manipular e otimizar imagens para a internet • Manipular multimídia pela internet (vídeo / áudio) • Identificar o público alvo e criar um conceito para o projeto • Criar projetos responsivos que funcionem corretamente em múltiplas resoluções de tela e / ou dispositivos • Transformar uma idéia em um design estético e agradável • Críticar conceitos preliminares, opções de cores e tipografia • Criar wireframes, protótipos e interfaces de usuário completas, considerando a importância da acessibilidade. 	
<p>4 – Layout da interface do usuário</p> <p>recomendações que se alinham com os MWBP ao usar Dart e Flutter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posicionamento e métodos de layout • Usabilidade e design de interação • Acessibilidade e comunicação para usuários com necessidades especiais • Combinação de WEBSites para múltiplos navegadores • Compatibilidade com vários dispositivos • Otimização para motores de busca (Search Engine Optimization - SEO) • Como incorporar e integrar animações, áudio e vídeo onde necessário 	22
<p>O indivíduo deve poder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criar códigos que esteja em conformidade e validem com os padrões do MWBP 	

<ul style="list-style-type: none"> • Criar interfaces WEB acessíveis e utilizáveis para uma variedade de dispositivos e resoluções de tela • Usar CSS para sejam visualmente atraentes e funcionais em dispositivos móveis • Criar e atualizar as interfaces da WEB para a melhorar a experiência do usuário e para melhorar o desempenho para mecanismo de pesquisa • Usar CSS para desenvolver animações e interações para a interface do usuário 	
5 – Desenvolvimento lado cliente	22
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Java, Kotlin e Swift • Como integrar bibliotecas, <i>frameworks</i> e outros sistemas ou recursos com Java, Kotlin ou Swift • O indivíduo deve poder: • Criar animações e funcionalidades do site para auxiliar nas explicações de contexto e adicionar apelo visual • Criar e atualizar o código Java, Kotlin ou Swift para aprimorar a funcionalidade, a usabilidade e a estética dos WEBSites • Manipular dados e mídia personalizada com Java, Kotlin ou Swift • Criar código Java, Kotlin ou Swift modular e reutilizável • Utilizar bibliotecas de Java, Kotlin ou Swift de código aberto • Manipular elementos gráficos usando Java, Kotlin ou Swift 	
6 – Desenvolvimento lado servidor	14
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Java, Kotlin e Swift • Como integrar bibliotecas, <i>frameworks</i> e outros sistemas ou recursos com Java, Kotlin ou Swift • O indivíduo deve poder: • Criar animações e funcionalidades do site para auxiliar nas 	

<p>explicações de contexto e adicionar apelo visual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criar e atualizar o código Java, Kotlin ou Swit para aprimorar a funcionalidade, a usabilidade e a estética dos WEBSites • Manipular dados e mídia personalizada com Java, Kotlin ou Swit • Criar código Java, Kotlin ou Swit modular e reutilizável • Utilizar bibliotecas de Java, Kotlin ou Swit de código aberto • Manipular elementos gráficos usando Java, Kotlin ou Swit relacionamentos de cliente e servidor e pacotes de software • Como gerenciar a troca de dados entre o servidor e os sistemas clientes • Padrões de design de software (Design Patterns E.g. MVC (Model View Controller)) 	
<p>O indivíduo deve poder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manipular dados fazendo uso de habilidades de programação • Proteger sistemas e sites contra exploits de segurança • Integrar código existente com API (<i>Application Programming Interfaces</i>), bibliotecas e frameworks • Criar ou manter um banco de dados para suportar os requisitos do sistema <p>Criar código modular e reutilizável</p>	
<p>7 - Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo</p>	8
<p>O indivíduo precisa conhecer e entender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benefícios e limitações de sistemas de gerenciamento de conteúdo de código aberto • Como encontrar, escolher e implementar plugins / módulos adequados Compreender a necessidade de manutenção e atualizações para plugins e módulos tendo em vista segurança • Criar widgets personalizados 	

Total	100
-------	-----

FONTE: O autor (2025).

4.5 SITE DIDÁTICO

O site didático, está no apêndice A com a explicação de todo o código, foi proposto para os alunos do terceiro ano do curso de desenvolvimento de sistemas, com o intuito de incentivar o aprendizado das disciplinas do ensino básico e de programação WEB (JavaScript, CSS e HTML), o projeto foi desenvolvido com a intenção de ser um protótipo de modelos que ajudem alunos a terem uma maior compreensão do conteúdo de uma forma lúdica e pensando na absorção do conhecimento de uma forma dinâmica, trazendo inovação para os estudantes, com a intenção de aumentar o interesse do aprendizado dos discentes. Além disso pode ser benéfico para o estudo de exames de entrada em universidades, processos seletivos e ENEM.

FIGURA 15 – SLIDE DIDÁTICO



FONTE: O autor (2025).

4.6 SITE LÚDICO

O site lúdico, está no apêndice B com a explicação de todo o código, o projeto foi desenvolvido com o objetivo de tornar a educação mais lúdica, integrando a tecnologia ao processo de aprendizagem de forma inovadora. Este site, especificamente, foi projetado para atender crianças na faixa etária de um a seis anos, com a intenção de introduzir, desde cedo, uma metodologia diferenciada de ensino.

Dada a crescente presença da tecnologia na vida cotidiana das crianças, sua utilização no ambiente escolar é essencial e deve ser explorada de maneira adequada, de modo a beneficiar tanto os alunos quanto os professores.

FIGURA 16 – SLIDE LÚDICO



FONTE: O autor (2025).

O site oferece cinco categorias de faixas etárias, cada uma contendo duas atividades interativas. Esses jogos incluem uma variedade de propostas, como músicas, atividades de adivinhação, identificação de sons de animais, formação de

palavras e até mesmo introdução a conceitos básicos de lógica matemática. Ao alinhar tecnologia e ludicidade, o projeto visa enriquecer o aprendizado e promover um ensino mais dinâmico e engajador para as crianças.

4.7 COMPETIÇÕES DE T.I - MULHERES NA TECNOLOGIA

FIGURA 17 – COMPETIÇÃO BOTICÁRIO

Objetivo das Auroras no GP Boticário

A presença de mulheres na tecnologia é um desafio que ainda precisa ser superado, apesar de avanços recentes. A participação feminina é baixa e a área é predominantemente dominada por homens.

“Gurias na tecnologia!”

Promover a igualdade de gênero: A inclusão de mulheres na tecnologia ajuda a combater a discriminação e a promover a igualdade de gênero.

Impulsionar a inovação: A diversidade de perspectivas e ideias na tecnologia pode levar a soluções mais inovadoras e criativas.

Criar produtos mais inclusivos: A participação de mulheres no desenvolvimento de produtos pode resultar em designs mais inclusivos e de fácil manuseio.

Contribuir para o crescimento econômico: Aumentar o número de mulheres na tecnologia pode ajudar a reduzir a lacuna nas habilidades e a contribuir para o crescimento econômico.

[Jogar jogo da memória](#)

[Trabalhos Feitos](#)

[Integrantes](#)

FONTE: O autor (2025).

FIGURA 18 – MULHERES NA TECNOLOGIA, JOGO DA MEMÓRIA



FONTE: O autor (2025).

Os números oficiais mostram que elas formam a maior parte dos estudantes de ensino superior (quase 60%), mas são minoria em cursos ligados a tecnologia. Na área de Computação e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), só 18% dos matriculados são mulheres, segundo dados extraídos do Censo da Educação Superior 2022, recém-publicado pelo Ministério da Educação (MEC). Na área de Engenharia, Produção e Construção, elas são apenas 32%. Pior: o quadro mudou quase nada nos últimos dez anos; em 2012, a distribuição de homens e mulheres era praticamente a mesma, como fica claro na tabela.

TABELA 3 – MULHERES NA TECNOLOGIA AO LONGO DO TEMPO

	Homens em 2012	Mulheres em 2012	Homens em 2022	Mulheres em 2022
Total dos universitários	43%	57%	41%	59%
Engenharia, Produção e Construção	68%	32%	68%	32%
Computação e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)	85%	15%	82%	18%

FONTE: Censo da educação Superior (MEC/Inep)

4.8 SITES PARA TREINAMENTO DA WORLD SKILLS

FIGURA 19 – SITE PARA ESTUDO DA WORLD SKILLS

Modalidades de TI WorldSkills

FONTE: O autor (2025).

O site dedicado às modalidades de treinamento da WORLDSKILLS, uma organização internacional que promove a educação e a formação profissional por meio de competições. O site serve como uma plataforma informativa e educacional, oferecendo recursos valiosos para estudantes, educadores e profissionais que buscam aprimorar suas habilidades em diversas áreas.

A WORLDSKILLS é uma organização que visa promover a excelência em habilidades técnicas e profissionais em todo o mundo. Com a crescente demanda por mão de obra qualificada, a importância de programas de treinamento eficazes se evidente. O site da WORLDSKILLS oferece uma visão abrangente das modalidades de treinamento disponíveis, destacando a relevância dessas práticas para o desenvolvimento profissional.

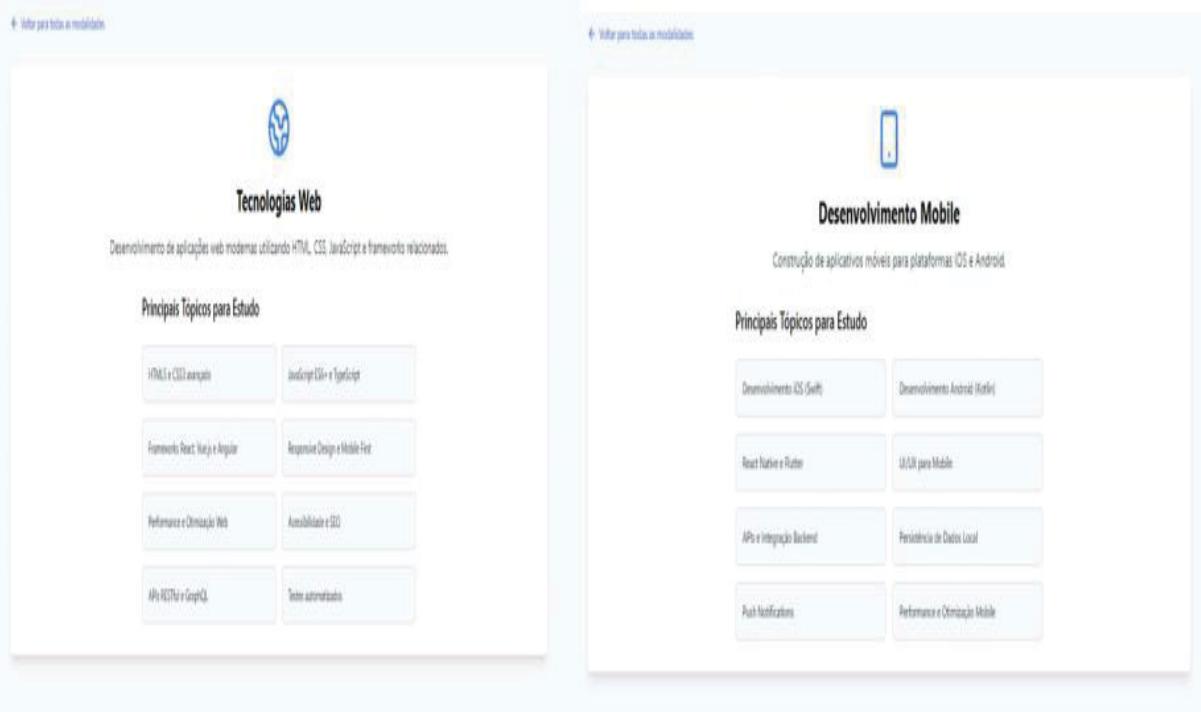
Modalidades de Treinamento: O site apresenta uma variedade de modalidades de treinamento, que incluem:

Competências Técnicas: O site detalha as diferentes competências técnicas que são avaliadas nas competições da WORLDSKILLS, como soldagem, programação de computadores, design gráfico, entre outras. Cada modalidade é acompanhada de descrições detalhadas, requisitos e habilidades necessárias.

Formação e Capacitação: Além das competências técnicas, o site também oferece informações sobre programas de formação e capacitação que visam preparar os participantes para as competições. Isso inclui cursos online, workshops e materiais de estudo que podem ser acessados por qualquer interessado.

Mentoria e Suporte: O site destaca a importância da mentoria no processo de treinamento. Profissionais experientes são incentivados a atuar como mentores, oferecendo orientação e suporte aos competidores. Essa interação é fundamental para o desenvolvimento de habilidades práticas e teóricas.

FIGURA 20 – SITE PARA ESTUDO DA WORLDSKILLS 2



The screenshot displays two main sections of the website:

- Tecnologias Web:** Desenvolvimento de aplicações web modernas utilizando HTML, CSS, JavaScript e frameworks relacionados. The 'Principais Tópicos para Estudo' include: HTML5 e CSS3 avançado, JavaScript ES6 e TypeScript, Frameworks React, Vue.js e Angular, Responsive Design e Mobile First, Performance e Optimização Web, Acessibilidade e SEO, APIs RESTful e GraphQL, and Testes automatizados.
- Desenvolvimento Mobile:** Construção de aplicativos móveis para plataformas iOS e Android. The 'Principais Tópicos para Estudo' include: Desenvolvimento iOS (Swift), Desenvolvimento Android (Kotlin), React Native e Flutter, UI/UX para Móvel, APIs e Integração Backend, Persistência de Dados Local, Push Notificações, and Performance e Optimização Móvel.

Below these sections, the website navigation bar includes links for Início, Sobre, Treinamento, Contato, and Sair/Logout.

FONTE: O autor (2025).

Esta tese tem como objetivo analisar o site dedicado ao treinamento em Tecnologia da Informação (TI), uma área em constante evolução que demanda profissionais qualificados. O site serve como uma plataforma abrangente para a oferta de cursos, recursos e informações relevantes, visando capacitar indivíduos e organizações a se adaptarem às novas tecnologias e tendências do mercado.

A Tecnologia da Informação é um campo essencial para o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficientes em diversas indústrias. Com a rápida evolução das tecnologias, a necessidade de formação contínua se torna cada vez mais evidente. O site de treinamento em TI oferece uma variedade de cursos e recursos que atendem tanto iniciantes quanto profissionais experientes que buscam atualizar suas habilidades.

Modalidades de Treinamento: O site apresenta diversas modalidades de treinamento, que incluem:

Cursos Online: O site oferece uma ampla gama de cursos online que cobrem tópicos como programação, desenvolvimento WEB, segurança da informação, análise de dados e inteligência artificial. Cada curso é estruturado para proporcionar uma experiência de aprendizado interativa, com vídeos, quizzes e fóruns de discussão.

Certificações: O site também disponibiliza informações sobre certificações reconhecidas no mercado como CompTIA, Cisco, Microsoft e AWS. Essas certificações são fundamentais para profissionais que desejam validar suas habilidades e aumentar sua empregabilidade.

Workshops e WEBinars: Além dos cursos, o site promove workshops e WEBinars regulares, onde especialistas da indústria compartilham conhecimentos e experiências práticas. Esses eventos são uma excelente oportunidade para *networking* e aprendizado direto com profissionais atuantes no setor.

Recursos Adicionais: O site oferece uma variedade de recursos adicionais, como artigos, tutoriais e guias práticos que abordam as últimas tendências em TI. Esses materiais são projetados para complementar o aprendizado formal e ajudar os usuários a se manterem atualizados sobre as inovações tecnológicas.

Comunidade e Suporte: Um dos aspectos mais valiosos do site é a criação de uma comunidade de aprendizado. Fóruns e grupos de discussão permitem que os usuários interajam, compartilhem experiências e tirem dúvidas, promovendo um ambiente colaborativo que enriquece o processo de aprendizado.

O site de treinamento em Tecnologia da Informação é uma ferramenta essencial para profissionais que buscam se destacar em um mercado competitivo. Ao oferecer uma variedade de cursos, certificações e recursos de suporte, o site contribui significativamente para o desenvolvimento de habilidades técnicas e para a formação de uma força de trabalho qualificada. Através dessa plataforma, os usuários têm a oportunidade de se preparar para os desafios e oportunidades que a tecnologia apresenta.

FIGURA 21 – SITE PARA ESTUDO DA WORLD SKILLS 3



FONTE: O autor (2025).

O site dedicado aos competidores da WORLDSKILLS, uma plataforma que fornece informações essenciais, recursos e suporte para os participantes das competições. O site é uma ferramenta fundamental para a promoção da excelência em habilidades técnicas e profissionais, oferecendo um espaço para que os competidores se preparem e se conectem com outros profissionais da área.

A WORLDSKILLS é uma organização internacional que visa promover a educação e a formação profissional por meio de competições em diversas áreas técnicas. O site dos competidores é uma plataforma central que oferece informações sobre as competições, recursos de treinamento e oportunidades de networking, sendo um ponto de referência para todos os envolvidos.

Informações sobre Competições: O site fornece detalhes sobre as diferentes competições da WORLDSKILLS, incluindo datas, locais e modalidades. Isso permite que os competidores se planejem adequadamente e se preparem para os desafios que enfrentarão.

Recursos de Treinamento: O site oferece acesso a uma variedade de materiais de treinamento, como guias, vídeos e cursos online. Esses recursos são projetados para ajudar os competidores a desenvolverem suas habilidades e se prepararem para as competições de forma eficaz.

Histórias de Competidores: O site apresenta perfis e histórias de competidores anteriores, destacando suas experiências e conquistas. Isso não apenas inspira novos competidores, mas também cria uma comunidade de apoio e motivação.

Fóruns e Comunidade: O site inclui seções de fóruns onde os competidores podem interagir, compartilhar dicas e tirar dúvidas. Essa interação é fundamental para o aprendizado colaborativo e para a construção de uma rede de contatos profissionais.

Atualizações e Notícias: O site mantém os competidores informados sobre as últimas novidades da WORLD SKILLS, incluindo mudanças nas competições, novas modalidades e eventos relacionados. Isso garante que todos estejam atualizados e preparados para as mudanças no cenário competitivo.

Importância do Site para os Competidores: O site dos competidores da WORLD SKILLS é uma ferramenta essencial que não apenas facilita o acesso à informação, mas também promove um ambiente de aprendizado e colaboração. Ao centralizar recursos e informações, o site contribui para a formação de profissionais altamente qualificados e preparados para os desafios do mercado de trabalho.

O site dos competidores da WORLD SKILLS desempenha um papel crucial na preparação e desenvolvimento dos participantes. Ao oferecer uma plataforma rica em recursos, informações e oportunidades de interação, o site fortalece o compromisso da WORLD SKILLS com a excelência em habilidades técnicas e profissionais. Através dessa plataforma, os competidores têm a oportunidade de se conectar, aprender e se destacar em suas respectivas áreas.

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS GRÁFICOS APRESENTADOS

Com o intuito de fundamentar a necessidade técnica e pedagógica do ecossistema proposto, realizou-se uma análise estatística rigorosa dos dados coletados junto a 52 participantes de diferentes contextos educacionais. Esta análise, situada entre a infraestrutura de treinamento da WorldSkills e o ciclo de desenvolvimento de software, oferece o lastro empírico para a solução embarcada em Raspberry Pi.

4.9.1 Análise Estatística dos dados de Campo

A investigação contou com uma amostra diversificada compreendendo instituições de ensino públicas e privadas ($n = 26$), alunos do Instituto Militar de Engenharia — IME ($n = 16$), além de treinadores ($n = 5$) e competidores ($n =$

5\$) da WorldSkills. No grupo das instituições diversas, observou-se uma predominância de alunos de cursos de TI (65,4%), seguidos por professores (23,1%). Para validar a representatividade desse segmento, o erro-padrão da proporção (EP) foi calculado em \$0,092\$, resultando em um intervalo de confiança de \$95\%\$ ($IC_{95\%}$) entre \$[0,474; 0,833]\$, o que confirma a solidez da amostra mesmo em cenários conservadores.

FIGURA 22 – PERFIL DOS PARTICIPANTES

Dos 26 respondentes:

- **65,4%** são alunos de cursos de TI;
- **23,1%** são professores;
- **11,5%** atuam em outras áreas relacionadas.

Interpretação estatística:

O erro-padrão da proporção (EP) para o maior grupo (alunos) é:

$$EP = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = \sqrt{\frac{0,654(0,346)}{26}} = 0,092$$

→ O intervalo de confiança aproximado (95%) é:

$$0,654 \pm 1,96(0,092) = [0,474; 0,833]$$

Mesmo no limite inferior (47%), os alunos ainda representam a maior parcela, validando a predominância desse segmento na amostra.

FONTE: O autor (2025).

Quanto ao comportamento de uso, 69,2% desses respondentes utilizam tecnologia diariamente para o estudo, com uma média ponderada de frequência de \$\approx 4,6\$ em uma escala de 1 a 5.

O baixo coeficiente de variação (\$\approx 18\%\$) indica uma homogeneidade comportamental significativa. No que tange à percepção de ganho pedagógico, 84,6% afirmaram que a tecnologia melhora o aprendizado.

A análise estatística via $IC_{95\%} = [0,708; 0,983]$ reforça que, no mínimo, 71% da população alvo reconhece benefícios claros, validando a premissa de que a digitalização é um requisito percebido como essencial.

FIGURA 23 – ANÁLISE DAS RESPOSTAS ABERTAS

Categoria	Frequência	Proporção
Infraestrutura insuficiente	7	30,4%
Mais práticas e metodologias ativas	8	34,8%
Melhor didática do professor	4	17,4%
IA, laboratórios virtuais, softwares	3	13,0%
Padronização / compatibilidade	1	4,3%

FONTE: O autor (2025).

Ao estratificar as respostas abertas desse grupo, identificou-se que as principais dores residem na infraestrutura insuficiente (30,4%) e na demanda por mais práticas e metodologias ativas (34,8%). A distribuição apresenta uma assimetria positiva ($skewness \approx +0,9$) e um índice de Gini de 0,52, o que demonstra uma concentração de gargalos em problemas centrais de infraestrutura que o ecossistema de baixo custo aqui proposto visa mitigar.

Em contraste, o grupo de alta performance do IME ($n = 16$) apresentou um uso diário de tecnologia de 93,8%, com variância amostral mínima (0,058), indicando uma convergência técnica superior. A percepção de melhoria no desempenho foi praticamente unânime ($IC_{95\%} = [0,714; 1,00]$). Um achado relevante neste grupo foi o índice de entropia de Shannon ($H = 2,26$), sendo o máximo 2,32, revelando uma alta diversidade de demandas equilibradas, com destaque para a integração com IA (20,0%) e metodologias ágeis (26,7%). No cenário da WORLDSKILLS, tanto treinadores quanto competidores ($n=10$ no total) relataram 100% de uso diário e percepção de melhoria de desempenho, com variância zero (0).

Entre os aspectos mais otimizados pela tecnologia, destacam-se a modelagem 3D e simulações (80%) e o uso de ferramentas de organização como o

Trello (60%). Contudo, este grupo de elite apontou como principal dificuldade a falta de softwares licenciados (80%), o que eleva o índice de concentração de Herfindahl–Hirschman (HHI) para $0,46$, reforçando a necessidade de ambientes que integrem bibliotecas de código aberto e ferramentas gratuitas em servidores locais. A comparação estatística final entre os grupos revelou que, embora não haja diferença significativa na percepção de que a tecnologia melhora o aprendizado ($Z \approx -0,21$; $p > 0,80$), existe uma disparidade crítica na frequência de uso.

Ao comparar instituições diversas com o IME, obteve-se $Z \approx -2,39$ ($p < 0,02$), e contra os competidores da WorldSkills, $Z \approx -3,12$ ($p < 0,002$), evidenciando que os grupos de excelência técnica utilizam a tecnologia de forma significativamente mais intensiva.

Em síntese, a média ponderada de frequência de uso de $4,73/5$ para os 52 participantes, aliada às queixas de escassez de laboratórios e softwares, sustenta empiricamente a tese de que um ecossistema didático padronizado, de baixo custo e orientado à prática — como a solução em Raspberry Pi aqui detalhada — é o elo necessário para equalizar o acesso à tecnologia de alto desempenho entre diferentes contextos educacionais.

4.10 CICLO DE SOFTWARE UDESCORE – GAMEFICAÇÃO E HACKATHONS

O desenvolvimento de software em ambientes acadêmicos tem se beneficiado de metodologias ativas que aproximam teoria e prática, permitindo aos estudantes vivenciarem situações reais de criação, colaboração e resolução de problemas. Entre essas metodologias, destacam-se os *hackathons*, maratonas de desenvolvimento que estimulam criatividade, prototipagem rápida e trabalho em equipe. De acordo com Bogers e Horst (2021), “*hackathons proporcionam um ecossistema de inovação aberta, no qual participantes aprendem fazendo, experimentando e compartilhando conhecimento em ciclos rápidos*” (p. 4). Esse formato tem sido amplamente adotado em universidades por incentivar autonomia, pensamento crítico e aprendizagem baseada em desafios.

Foi nesse contexto que surgiu a concepção do aplicativo Udescore, cujo desenvolvimento foi iniciado no âmbito da disciplina Desenvolvimento WEB II da UDESC, durante o semestre 2025/01. A equipe responsável participou de um *hackathon* acadêmico, organizado para promover a aplicação prática do Ciclo de

Vida de Software (*Software Development Life Cycle* – SDLC) e estimular soluções inovadoras voltadas para a educação. Segundo Ocak e Koyunlu Ünlü (2022), *hackathons* acadêmicos permitem que alunos “*apliquem imediatamente conceitos de engenharia de software, desde a elicitação de requisitos até a entrega funcional, reduzindo a distância entre teoria e prática*” (p. 89).

O objetivo central do projeto era criar um aplicativo móvel com foco em gamificação, destinado a ambientes educacionais, permitindo que professores acompanhasssem o desempenho dos alunos por meio de pontuações, sistemas de recompensas e rankings. A gamificação tem se mostrado uma estratégia eficaz para ampliar engajamento e motivação estudantil. Conforme destaca Seaborn e Fels (2021), “a inserção de elementos de jogos em contextos educacionais aumenta significativamente o envolvimento e a permanência dos estudantes” (p. 12), reforçando a adequação da proposta do Udescore.

O *hackathon* atuou como catalisador para a aplicação prática das etapas do SDLC — análise, projeto, implementação, testes e entrega. A dinâmica intensa do evento favoreceu a divisão de papéis, a prototipagem rápida e o desenvolvimento iterativo, características essenciais para produtos digitais em fase inicial. Pressman e Maxim (2022) observam que “ambientes de desenvolvimento incremental são especialmente eficazes quando há necessidade de rápida validação das ideias iniciais” (p. 83), exatamente o caso do Udescore.

Além do ganho técnico, o *hackathon* contribuiu significativamente para o desenvolvimento de competências críticas. Conforme afirmam Nandi e Mandernach (2020), experiências imersivas como *hackathons* ampliam “habilidades socioemocionais, comunicação, liderança e capacidade de resolver problemas complexos” (p. 51), todas essenciais para a formação de profissionais de tecnologia. Assim, o processo de criação do Udescore não apenas resultou em um produto funcional, mas também fortaleceu o aprendizado prático e colaborativo dos estudantes envolvidos.

Portanto, esta introdução tem como propósito contextualizar o desenvolvimento do Udescore no âmbito do Ciclo de Vida de Software e evidenciar como o *hackathon* acadêmico funcionou como um ambiente privilegiado para a aprendizagem ativa, inovação e aplicação de conceitos fundamentais da engenharia de software. A seguir, serão apresentados os referenciais teóricos que embasam

essas práticas, bem como as etapas metodológicas que estruturaram o desenvolvimento do aplicativo.

4.10.1 Requisitos Funcionais

- Sistema com duas áreas: área do professor e área do aluno;
- O professor deve poder cadastrar, editar e inativar turmas;
- O sistema deve permitir visualizar a lista de alunos por turma;
- O professor deve poder adicionar alunos à turma;
- O sistema deve registrar as pontuações de cada aluno ao longo do tempo;
- O sistema deverá mostrar os rankings de pontuação geral;
- Os alunos devem ter acesso a uma área própria onde possam visualizar sua pontuação e posição no ranking.

4.10.2 Requisitos não Funcionais

- O sistema deve ser fácil de operar mesmo para usuários com pouca experiência técnica;
- Dados sensíveis, como credenciais dos professores, devem ser armazenados de forma segura;
- A autenticação deve garantir que apenas usuários válidos accessem suas respectivas áreas;
- O sistema deve ter carregamento rápido e resposta fluida nas principais ações (login, cadastro, visualização de rankings, etc.);
- Todas as informações (turmas, alunos, pontuações) devem ser salvas em um banco de dados relacional.

4.10.3 Análise e Planejamento

O desenvolvimento do aplicativo udescore foi iniciado com base nos requisitos da disciplina de Desenvolvimento WEB 2 da UDESC no semestre de 2025/01 em um *hackathon*. O principal objetivo era criar um aplicativo móvel com foco em gamificação para ambientes educacionais, permitindo que professores

acompanhassem e incentivassem o desempenho dos alunos por meio de pontuações e rankings.

4.10.4 Etapa de Planejamento

Para os alunos, a necessidade principal era o acompanhamento da própria pontuação e do ranking da turma, criando uma competição saudável como forma de motivação.

Foram analisados os seguintes pontos:

- Problema identificado: Falta de uma ferramenta simples que incentive a participação dos alunos de forma divertida e visual.
- Solução proposta: Aplicativo com gamificação, rankings visuais e controle de turmas.
- Usuários-alvo: Professores do ensino fundamental ou médio e seus respectivos alunos.

Fase 1 – Levantamento de Requisitos

- Definição de funcionalidades mínimas (MVP);
- Separação dos requisitos funcionais e não funcionais.

Fase 2 – Estruturação do Projeto

- Escolha das tecnologias:
 - o *Frontend (mobile)*: React Native + Expo;
 - o *Backend*: PHP;
 - o Banco de dados: Mysql;
- Organização do repositório com divisão clara entre *backend* e *frontend*.

Fase 3 – Design Inicial

- Criação de um *wireframe* com os fluxos das telas que irão ter no aplicativo.
- Criação de um modelo completo do site em um UX Design, no caso utilizado o Figma.

Fase 4 – Desenvolvimento

- Desenvolvimento do *frontend* em *React Native* com testes utilizando Expo Go no celular.
- Criação do Banco de dados com todas as tabelas necessárias;
- Paralelamente ao desenvolvimento do *frontend* estava o *backend*, que desenvolveu primeiramente chamadas iniciais de cada serviço, após isso se tornou um suporte a alguns pontos que o *frontend* precisava.

Fase 5 – Testes e Ajustes

- Testes funcionais no Expo Go (App para celular);
- Correção de bugs e melhorias na usabilidade.

Fase 6 – Entrega e Documentação

- Publicação no GitHub com instruções de uso;
- Gerar o build e publicar o .APK em alguma loja de apps;

4.10.5 Design (Projeto)

A etapa de design do projeto Udescore teve como objetivo transformar os requisitos funcionais e não funcionais em uma interface clara, intuitiva e visualmente atrativa para os dois perfis de usuários: professores e alunos. O processo de design foi dividido em duas principais etapas: *wireframe* e prototipação em alta fidelidade (UX design).

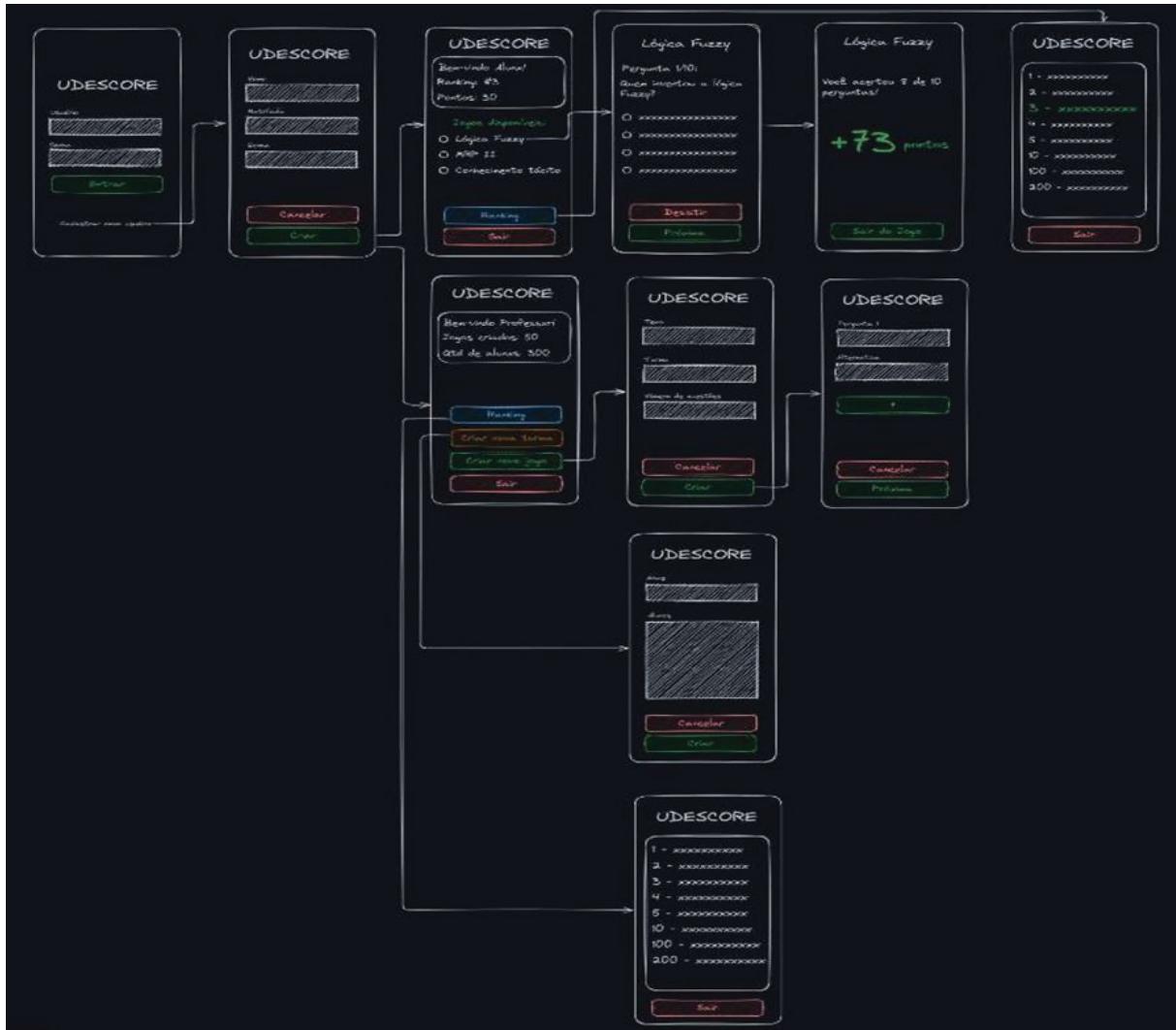
4.10.6 Wireframe: Estrutura Inicial

A primeira etapa consistiu na criação de um *wireframe* de baixa fidelidade, que serviu como esboço inicial da estrutura das telas. Esse *wireframe* foi criado com base nos requisitos previamente definidos e busca responder perguntas como:

- Que telas o professor verá ao acessar o sistema?
- Como será exibida a pontuação e o ranking para os alunos?
- Onde estarão os botões de ação e como evitar sobrecarga de informações?

Podemos ter uma ideia melhor sobre o projeto observando o *wireframe* na figura 22:

FIGURA 24 – WIREFRAME



FONTE: O autor (2025).

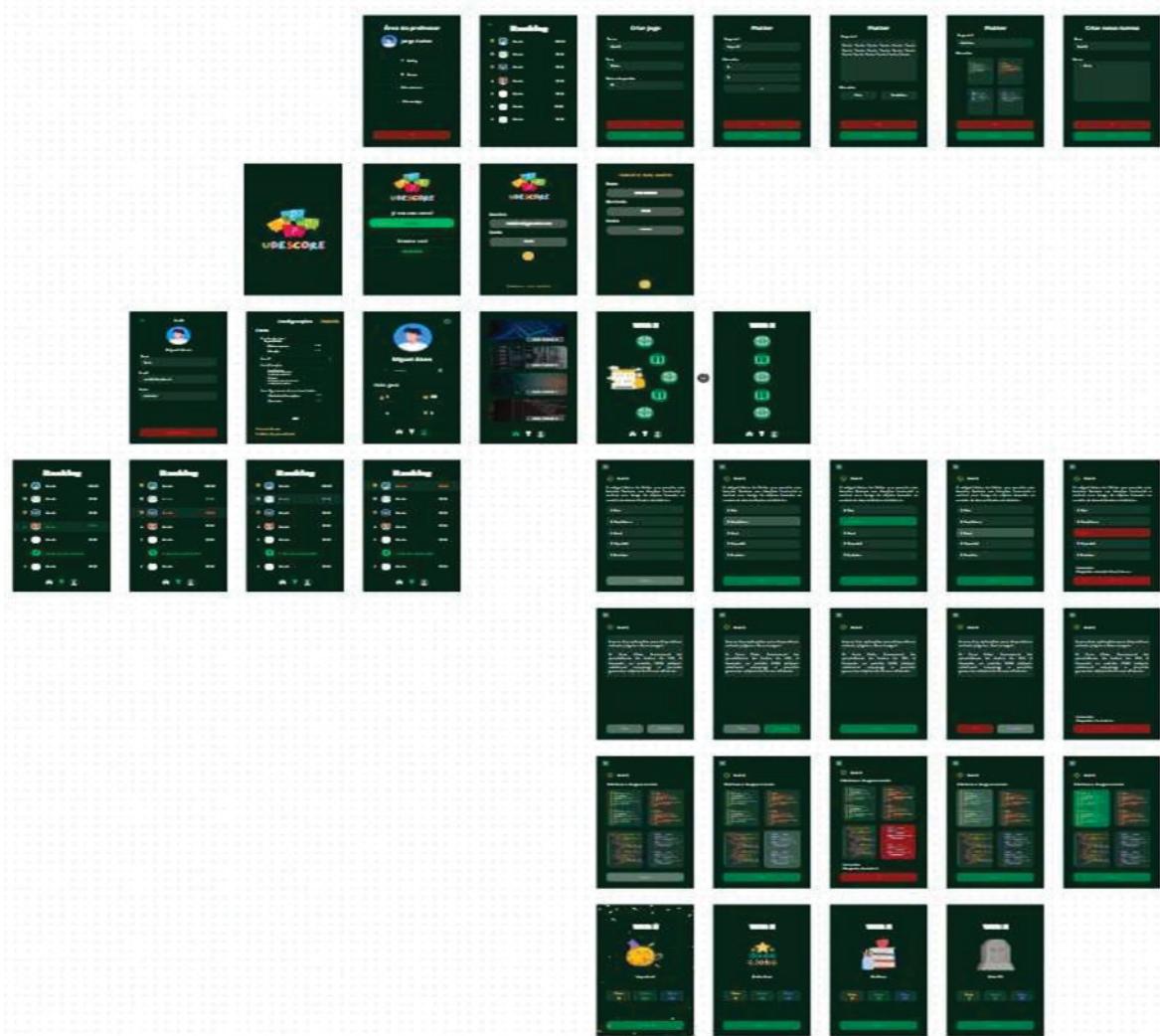
4.10.7 Ux Design no Figma

Com os wireframes validados, partiu-se para o desenvolvimento do projeto de UX/UI no Figma. O foco dessa etapa foi criar uma identidade visual coerente, com uma paleta de cores moderna e contrastante (escuro com toques vibrantes), tipografia acessível e uso de ícones intuitivos.

O protótipo no Figma na Figura 23 serviu tanto para validar a experiência do usuário quanto para guiar o desenvolvimento do *frontend* com fidelidade visual. Ele

também facilitou a comunicação entre os membros da equipe e garantiu consistência entre as telas:

FIGURA 25 – PROTÓTIPO DO FIGMA



FONTE: O autor (2025).

4.10.8 Implementação

Implementação, como foi feito o software.

4.10.9 Backend

O *backend* do Udescore foi desenvolvido em PHP puro, sem uso de *frameworks* robustos, com o objetivo de manter o projeto simples e didático, voltado para estudantes iniciantes em desenvolvimento WEB. Toda a comunicação entre o

frontend e o *backend* se dá por meio de APIs REST, que retornam dados em formato JSON.

As APIs foram organizadas no próprio root dentro da pasta `/backend`, com cada arquivo contendo seu próprio nome.php como ponto de entrada. Um exemplo funcional está disponível no diretório `/backend/example/index.php`, servindo de modelo para a criação de outras rotas.

Para centralizar comportamentos reutilizáveis, o *backend* conta com duas classes principais:

- `api.php`: classe responsável por definir os padrões de estrutura das APIs (métodos HTTP permitidos, retorno de mensagens, cabeçalhos).
- `db.php`: classe de conexão e execução de comandos no banco de dados MySQL, utilizando PDO para maior segurança e flexibilidade.

A estrutura final de arquivos ficou algo como:

```
backend/
  └── api.php      # Classe de definição de APIs
  └── db.php       # Classe de conexão com o banco de dados
  └── example/
      └── index.php # Exemplo de criação de API (GET, POST etc.)
      └── turmas.php # Endpoint para operações com turmas
      └── alunos.php # Endpoint para operações com alunos
      └── ranking_aluno.php # Endpoint para consultar ranking
```

4.10.10 Frontend

O *frontend* do Udescore foi desenvolvido utilizando React Native, com auxílio da ferramenta Expo, permitindo uma experiência de desenvolvimento mais rápida e simplificada. O projeto foi iniciado com o uso do vsc-scaffolding, garantindo uma estrutura de pastas organizada desde o começo.

A estrutura do *frontend* foi dividida em componentes reutilizáveis, páginas específicas para cada funcionalidade e uma pasta `services`, responsável por centralizar as chamadas à API do *backend*. Essa organização permitiu que o código

fosse mais modular, facilitando tanto a manutenção quanto a escalabilidade da aplicação.

Na integração como o *backend* foi utilizada a biblioteca axios para as requisições HTTP, encapsulada dentro da pasta services. As funções como listarAlunos(), criarTurma() ou buscarRanking() são chamadas a partir de hooks ou diretamente nas páginas, permitindo a separação clara entre lógica de negócio e interface.

Para a navegação entre telas, foi utilizado o @react-navigation/native, com stacks separando as áreas de login, professor e aluno. Isso permitiu um controle adequado de acesso e redirecionamento com base no tipo de usuário autenticado.

O design seguiu fielmente os protótipos criados no Figma, com foco em acessibilidade e clareza visual. Foram aplicadas cores contrastantes (tema escuro com elementos vibrantes), fontes legíveis e espaçamentos bem definidos. Ícones foram usados para facilitar a compreensão das ações.

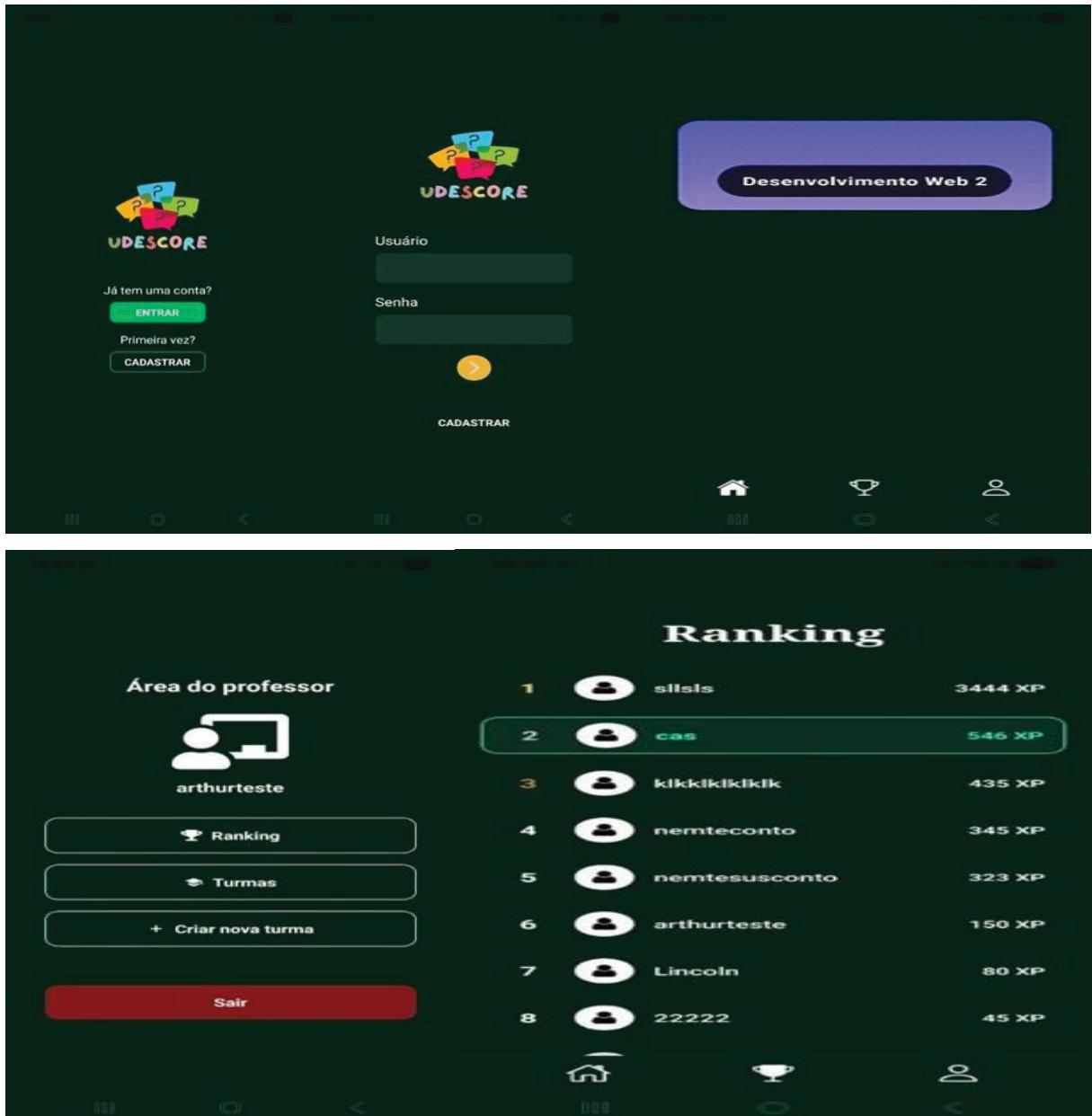
Os testes do aplicativo Udescore ocorreram de forma contínua ao longo do desenvolvimento. A interface e a navegação do *frontend* foram testadas com o uso do app Expo Go e emuladores Android, enquanto as APIs do *backend* foram validadas separadamente utilizando o Postman.

4.10.11 Protótipo

O Protótipo criado durante a execução do trabalho contém algumas telas que ficaram 100% prontas (Fotos tiradas diretamente de um celular Samsung Galaxy S24 FE):

As próximas figuras representam a tela inicial do Undescore, como logar na sua conta, a área onde são listadas as matérias e a área do professor, onde pode-se gerenciar as turmas além de consultar o ranking.

FIGURA 26 – ÁREAS DO UNDESCORE



FONTE: O autor (2025).

4.11 CICLO DE SOFTWARE MULTIDISCIPLINAR: DESENVOLVIMENTO DO WEBSITE DE SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO

O desenvolvimento de sistemas educacionais demanda processos estruturados e metodologias que garantam clareza funcional, escalabilidade e alinhamento às necessidades pedagógicas. Nesse contexto, o Ciclo de Vida de Software (Software Development Life Cycle – SDLC) representa o conjunto de fases que orienta desde a concepção do sistema até sua manutenção evolutiva. De acordo com Sommerville (2020), “o processo de engenharia de software deve ser

compreendido como um conjunto sistemático de atividades que transforma requisitos em produtos digitais capazes de resolver problemas reais" (p. 45). Esse entendimento é fundamental quando o software tem como finalidade apoiar o ensino e integrar múltiplas áreas do conhecimento.

Foi a partir dessa orientação que se iniciou o desenvolvimento de um sistema educacional integrado, projetado para servir como base de conhecimento para diversas disciplinas da UDESC – CEPLAN, tais como ERP (Enterprise Resource Planning), Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), Desenvolvimento WEB II, Relações Interpessoais, entre outras. A proposta buscou centralizar e organizar conteúdos acadêmicos de maneira clara, oferecendo aos estudantes acesso rápido a ementas, apresentações, vídeos, podcasts, *storytelling*, estudos de caso, materiais complementares e cases de sucesso. Segundo Moran (2021), “*a tecnologia educacional só cumpre seu papel quando permite ao estudante autonomia, fluidez de acesso e múltiplas linguagens para aprender*” (p. 19), elementos que foram considerados essenciais no projeto.

O desenvolvimento seguiu uma abordagem baseada no SDLC, com foco na definição de requisitos, modelagem conceitual, prototipagem, implementação incremental e testes contínuos. Como apontam Pressman e Maxim (2022), “o uso de modelos estruturados de desenvolvimento reduz riscos e aumenta a previsibilidade das entregas, especialmente em sistemas que consolidam grandes volumes de conteúdo” (p. 83). Essa organização metódica foi crucial, visto que o sistema deveria funcionar como um repositório unificado de aprendizagem, agregando diferentes mídias e garantindo naveabilidade intuitiva.

Além disso, o projeto buscou integrar elementos multimodais e práticas contemporâneas de aprendizagem ativa, como *storytelling* e estudos de caso, reconhecidos como estratégias eficazes para promover compreensão profunda e contextualizada. Conforme Bacich e Moran (2022), metodologias digitais e híbridas ampliam “as possibilidades de interação e engajamento dos estudantes, permitindo que o conhecimento se torne mais aplicado e significativo” (p. 34). Isso motivou a inclusão de recursos como vídeos explicativos, podcasts curtos de revisão, narrativas de situações reais e materiais interativos.

A necessidade de um sistema unificado também surgiu da diversidade e complementaridade das disciplinas envolvidas. Em áreas como ERP e SAD, estudantes precisam acessar rapidamente modelos conceituais, fluxogramas,

dashboards e análises de dados. Em WEB II, são essenciais repositórios de código, exemplos de interface e guias técnicos. Já em Relações Interpessoais, ganham destaque vídeos, dinâmicas, roteiros de atividades e conteúdo multimídia. Essa variedade reforça a importância de um software flexível, organizado e baseado em princípios modernos de engenharia de software.

Assim, a criação do sistema educacional integrado da UDESC-CEPLAN representa mais do que o desenvolvimento de um produto digital: trata-se de um processo pedagógico e tecnológico estruturado, alinhado ao ciclo de vida de software e às demandas contemporâneas de aprendizagem. A seguir, serão apresentados os fundamentos teóricos que sustentam o uso do SDLC em ambientes educacionais, bem como a metodologia aplicada ao desenvolvimento deste sistema.

4.11.1 Requisitos Funcionais

- Site com layout responsivo e design moderno;
- Página inicial apresentando de forma clara o propósito da disciplina;
- Seções para:
 - o Visualização da ementa da disciplina;
 - o Acesso às apresentações em PDF (com ícones de visualização e download);
 - o Listagem de episódios de podcast com player integrado;
 - o Página de casos aplicados (cases), com cards informativos;
 - o Galeria de vídeos via YouTube;
 - o Artigos relacionados.
- Sistema de navegação por ícones fixos no layout (menu lateral);
- Exibição de conteúdo diretamente no navegador (sem downloads obrigatórios).

4.11.2 Requisitos Não Funcionais

- Interface leve e rápida, mesmo com mídias como vídeos e PDF;
- Boa compatibilidade com dispositivos móveis;
- Organização modular dos componentes no código;

- Uso de React + Vite para performance e experiência de desenvolvimento fluída;
- Utilização de CSS Modules para estilização isolada e escalável.

4.11.3 Etapa de Análise

O site foi planejado com base na experiência do usuário para acesso rápido aos materiais da disciplina. Os usuários principais seriam:

- Estudantes da UDESC;
- Professores da disciplina;
- Visitantes interessados nos conteúdos acadêmicos.

A principal dor identificada foi a dificuldade de acesso organizado a conteúdos didáticos distribuídos em diferentes fontes.

4.11.4 Etapa de Planejamento

Fase 1 – Levantamento de Requisitos

- Definição das páginas essenciais e seus conteúdos;
- Levantamento das seções a serem desenvolvidas com base na disciplina SIG.

Fase 2 – Estruturação do Projeto

- Organização das rotas com React Router;
- Definição da navegação de páginas no header da página;
- Estruturação inicial com base nos componentes reutilizáveis. Fase 3 –

Design Inicial

- Criação de um protótipo direto em código (sem Figma);
- Discussão interna com o grupo, que aprovou o layout proposto;
- Uso de ícones da biblioteca Lucide para identidade visual moderna.

Fase 4 – Desenvolvimento

- Integração do Vite com React;

- Usado Node server com npm run dev para visualização no navegador durante o desenvolvimento;
 - Estilização com CSS Modules;
 - Criado repositório github para subir as alterações na nuvem e versionamento;
 - Divididas as telas para os integrantes do grupo desenvolverem. Fase 5
- Testes e Ajustes
- Testes em diferentes tamanhos de tela (PC/Celular);
 - Validação da responsividade do layout; Fase 6 – Entrega e Documentação
 - Deploy final em ambiente WEB acessível publicamente: <https://erp2025-1.udesc-ceplan.com.br>;
 - Organização clara das rotas e funcionalidades;
 - Estrutura do projeto comentada e modularizada.

4.11.5 Design (Projeto)

O design não contou com uma etapa formal de UX no Figma. Foi feito diretamente no código com base em práticas modernas de UI, com foco em:

- Paleta de cores escura com elementos vibrantes;
- Ícones intuitivos (Lucide React);
- Tipografia acessível;
- Layout com espaçamento confortável e foco na legibilidade;
- Navegação no header para facilitar o acesso às outras seções.

Implementação

Implementação, como foi feito o software. *Frontend*

- *Framework*: React + Vite;
- Estilização: CSS Modules com organização por componentes;
- Biblioteca de ícones: Lucide React;
- Organização em páginas: Home, Ementa, Apresentações, Podcasts, Vídeos, Cases;
- Player de podcast implementado com react-h5-audio-player fixo na parte inferior;
- Integração de vídeos com links do YouTube;

- Responsividade implementada com @media queries no CSS e lógica em JS;
- Navegação com React Router; Testes realizados:
- Testes manuais em desktop e dispositivos móveis;
- Navegação testada em múltiplos navegadores (Chrome, Firefox, Opera);
- Responsividade validada em resoluções variadas (smartphones, tablets, notebooks);
- Todos os links e interações foram revisados para garantir fluidez e acessibilidade.

Ao acessar o sistema, o usuário é direcionado à tela inicial, que funciona como o hub de navegação para todos os projetos e materiais acadêmicos disponibilizados no semestre. A interface foi projetada com foco em organização visual, simplicidade e acesso rápido aos conteúdos das disciplinas conforme na Figura 25.

FIGURA 27 – TELA INICIAL DO SITE DA UDESC



FONTE: O autor (2025).

FIGURA 28 – TELA DAS DISCIPLINAS ERP E RELAÇÕES INTERPESSOAIS

FONTE: O autor (2025).

4.12 CICLO DE SOFTWARE JOGOS LÚDICOS

Objetivo do Projeto

O objetivo do projeto foi desenvolver um site "Novo hub Lincoln" para servir como um portal centralizado para "Jogos lúdicos". O foco estava na organização clara dos jogos por categorias e no acesso rápido a eles através de links externos.

Requisitos Funcionais

- Site com layout responsivo e design moderno.
- Página inicial apresentando o título "Jogos lúdicos".
- Grelha de jogos (.design-group) exibindo imagens e links para cada jogo.
 - Links externos para os jogos hospedados (ex: <https://site-playlist-lincoln.netlify.app/>).
 - Sistema de filtragem por checkboxes (.filter) para categorizar os jogos.
 - As categorias de filtro incluem: "Educação Infantil", "Matemática e lógica", "Jogos com som" e "Alfabetização".
 - O script deve filtrar dinamicamente os itens (classe .total-design) com base nos atributos data-categorias.

- Exibição de itens com transição de opacidade e transformação ao filtrar.
- Layout *mobile* específico que oculta o filtro e o logo lateral, e exibe um cabeçalho fixo (.header).

Requisitos Não Funcionais

- Interface leve e rápida.
- Boa compatibilidade com dispositivos móveis (design responsivo usando @media (max-width: 768px)).
- Uso de fontes personalizadas (Helvetica Neue e Roboto Slab) via @font-face e @import.
- Código *frontend* composto por HTML semântico, CSS e JavaScript (Vanilla JS).

Etapa de Análise

- Público-alvo: Crianças (utilizadores finais), pais e educadores (que selecionam os jogos).
- Necessidade: Facilitar a descoberta de jogos educativos apropriados para diferentes faixas etárias e temas, agrupando-os num único "hub".

Etapa de Planejamento (Fases)

- Fase 1 - Levantamento de Requisitos: Definição das categorias de jogos (Educação Infantil, Matemática, Som, Alfabetização) e recolha dos links e imagens para cada jogo.
- Fase 2 - Estruturação do Projeto: Criação da estrutura base do index.html, definindo as classes principais como .view, .filter, .design-group e .total-design.
- Fase 3 - Design Inicial: Desenvolvimento do styles.css. Definição da paleta de cores (principalmente azul #2dc8f3), tipografia (Roboto Slab, helvetica-neue) e layout (uso de grid para os itens e posicionamento absoluto para o logo e filtro).
- Fase 4 - Desenvolvimento: Implementação da lógica de filtragem no script.js (ou z.txt). Adição de event listeners às checkboxes e manipulação do DOM para ocultar/mostrar elementos.

- Fase 5 - Testes e Ajustes: Testes manuais da funcionalidade de filtro em diferentes combinações. Validação da responsividade do layout em dispositivos móveis (conforme @media (max-width: 768px)).
- Fase 6 - Entrega: (Inferido) Deploy do hub e dos jogos individuais em ambiente WEB acessível publicamente (Netlify, com base nos links).

Design (Projeto)

O design não contou com uma etapa formal de UX no Figma. Foi feito diretamente no código com base em práticas modernas de UI, com foco em:

- Paleta de cores escura com elementos vibrantes;
- Ícones intuitivos (Lucide React);
- Tipografia acessível;
- Layout com espaçamento confortável e foco na legibilidade;
- Navegação no header para facilitar o acesso às outras seções.

Implementação e Testes Implementação (*Frontend*)

- *Framework*: HTML, CSS e JavaScript (Vanilla).
- *Estilização*: CSS (styles.css), utilizando grid-template-columns para o layout desktop e flex-direction: column para o layout *mobile*.
- *Biblioteca de ícones*: Nenhuma biblioteca de ícones externa (como Lucide React) foi utilizada neste projeto; o ícone do site (image-icon.png) é uma imagem local.
- *Organização*: Aplicação de página única (SPA) simulada através de filtragem dinâmica de conteúdo.
- *Lógica de Filtragem*: Implementada em script.js (ou z.txt). O script espera o DOM carregar (DOMContentLoaded), obtém todas as checkboxes e itens. A função filterItems verifica as categorias selecionadas e compara com os data-categorias de cada item, adicionando ou removendo a classe .hidden e ajustando a opacidade para animação.

Testes

- Testes realizados:
 - Testes manuais em desktop e dispositivos móveis.
 - Funcionalidade de filtro: Validado que selecionar/des selecionar checkboxes exibe/oculta corretamente os jogos.

o Responsividade: Validado que o layout se ajusta corretamente abaixo de 768px, exibindo o cabeçalho móvel e ocultando os elementos do desktop.

o Links: Todos os links (10 jogos) foram revisados para garantir que direcionam para os sites corretos no Netlify.

FIGURA 29 – SITE LÚDICO 2



FONTE: O autor (2025).

4.13 CICLO DE SOFTWARE JOGOS LÚDICOS

Objetivo do Projeto (Ecossistema ENEM)

O objetivo do projeto foi desenvolver um ecossistema WEB didático para o SESI, preparatório para o ENEM composto por um portal central ("Hub") e um conjunto de ferramentas interativas (Subprojetos) focadas em disciplinas específicas (Física, Biologia, Química, etc.). O objetivo era criar material de apoio interativo para os alunos, desenvolvido pelos próprios alunos, usando tecnologias WEB fundamentais (HTML, CSS e JavaScript). Pode ser utilizado o HUb com os princípios de multidisciplinaridade para o ENADE.

Escopo do Projeto

O escopo deste projeto inclui:

O Portal (Hub): A página principal Site Didático SESI/index.html, que serve como o portal para todas as ferramentas didáticas.

O sistema de design e layout desta página (styles.css).

A gestão e exibição das imagens e links para cada matéria.

Os Subprojetos (Ferramentas Didáticas): O código-fonte para cada ferramenta individual, desenvolvida por grupos diferentes. O repositório fornecido inclui o código completo para:

Física: Site Conversão temperaturas.

(Nota: O Hub também aponta para outras matérias como Biologia, Química, Matemática, Inglês, História e Ed. Física, que faziam parte do escopo de requisitos, embora seus códigos-fonte não estejam no repositório fornecido).

Levantamento de Requisitos

Requisitos Funcionais (RF) Requisitos do Hub (Portal):

RF-H01: O Hub deve exibir a marca do SESI/SENAI.

RF-H02: O Hub deve apresentar uma grelha (.main-content) com as diferentes matérias disponíveis (Biologia, Física, Química, etc.).

RF-H03: Cada matéria na grelha deve ser um link () que redireciona o utilizador para a ferramenta (subprojeto) correspondente.

RF-H04: O link de "Física" deve apontar para o Site Conversão temperaturas/interface.html.

Requisitos do Subprojeto (Exemplo: Conversão de Temperaturas):

RF-J01: A ferramenta deve exibir três campos de entrada: Celsius (#celsius), Fahrenheit (#fahrenheit) e Kelvin (#kelvin).

RF-J02: Quando o utilizador digitar um valor em qualquer um dos três campos, os outros dois campos devem ser atualizados automaticamente com os valores convertidos.

RF-J03: As fórmulas de conversão devem ser implementadas corretamente (ex: Celsius para Fahrenheit é $(C * 9/5) + 32$).

RF-J04: Se um campo for apagado (*input* vazio), os outros dois campos também devem ser limpos.

Requisitos Não Funcionais (RNF)

RNF001 (Tecnologia): Todo o ecossistema (Hub e Subprojetos) deve ser construído usando exclusivamente HTML, CSS e JavaScript (Vanilla JS).

RNF002 (Identidade Visual): O Hub deve seguir o guia de estilo e branding do SESI, utilizando a paleta de cores vermelha e azul e os logotipos oficiais.

RNF003 (Independência): Cada subprojeto (ferramenta) deve ser funcionalmente independente, capaz de ser executado e testado isoladamente.

RNF004 (Performance): As páginas devem ser leves e de carregamento rápido, sem dependências de *frameworks* pesados.

RNF005 (Usabilidade): A ferramenta de conversão de temperatura deve fornecer feedback instantâneo (reatividade) a cada tecla digitada (*input event*).

Análise e Planejamento

Etapa de Análise

Público-alvo: Alunos do SESI (Ensino Fundamental e Médio), que utilizarão as ferramentas como material de apoio interativo.

Análise de Domínio: O projeto situa-se no domínio de "Material Didático Digital". A "dor" identificada é a falta de ferramentas interativas simples, focadas em tópicos específicos do currículo (como conversão de temperatura em Física), que sejam alinhadas com a identidade visual da instituição.

Modelo de Projeto (informado pelo utilizador): O projeto foi planeado usando um modelo de "desenvolvimento em grupos". A turma foi dividida em equipas, onde uma equipa ficou responsável pelo "Hub" (portal) e as restantes equipas ficaram responsáveis por desenvolver uma ferramenta (subprojeto) cada.

Etapa de Planejamento (Fases) Fase 1 - Requisitos

Definição do portal "Hub" (Site Didático SESI) e dos 7 subprojetos (ferramentas) necessários para cobrir as matérias do currículo, cada um a ser desenvolvido por um grupo diferente:

Biologia Física Química

Matemática Inglês História

Ed. Física

Fase 2 - Estruturação e Design

Criação da estrutura de pastas do "monorepo", separando o Hub (Site Didático SESI) e cada subprojeto (ex: Site Conversão temperaturas) para permitir o desenvolvimento independente. Definição da identidade visual de cada componente (fontes, cores, logos).

Fase 3 - Desenvolvimento Paralelo

Nesta fase, cada grupo de alunos do SESI desenvolveu seu componente de software de forma independente. O repositório fornecido detalha o trabalho de dois desses grupos:

Desenvolvimento do Hub (Grupo 1):

Foco na estruturação do index.html para servir como portal, utilizando a identidade visual do SESI.

Criação do layout em grelha (.main-content) e estilização da marca em styles.css.

O Hub não possui JavaScript, focando-se puramente em navegação estática por hiperlinks.

Desenvolvimento da Ferramenta 1 (Grupo de Física):

Implementação do Site Conversão de temperaturas.

Criação da lógica de conversão reativa em interface.js, utilizando addEventListener no evento *input* para atualização automática.

Design da interface com efeito "glassmorphism" em interface.css.

Desenvolvimento da Ferramenta 2 (Grupo de Biologia):

(Implementação do site de Biologia pelo grupo correspondente. O código-fonte não está incluído no repositório fornecido, mas é referenciado pelo Hub).

Desenvolvimento da Ferramenta 3 (Grupo de Química):

(Implementação do site de Química pelo grupo correspondente. O código-fonte não está incluído no repositório fornecido, mas é referenciado pelo Hub).

Desenvolvimento da Ferramenta 4 (Grupo de Matemática):

(Implementação do site de Matemática pelo grupo correspondente. O código-fonte não está incluído no repositório fornecido, mas é referenciado pelo Hub). Desenvolvimento da Ferramenta 5 (Grupo de Inglês):

(Implementação do site de Inglês pelo grupo correspondente. O código-fonte não está incluído no repositório fornecido, mas é referenciado pelo Hub).

Desenvolvimento da Ferramenta 6 (Grupo de História):

(Implementação do site de História pelo grupo correspondente. O código-fonte não está incluído no repositório fornecido, mas é referenciado pelo Hub).

Desenvolvimento da Ferramenta 7 (Grupo de Ed. Física):

(Implementação do site de Ed. Física pelo grupo correspondente. O código-fonte não está incluído no repositório fornecido, mas é referenciado pelo Hub).

Fase 4 - Testes e Integração

Testes individuais de cada ferramenta por seu respectivo grupo. O Grupo 1 (Hub) realizou os testes de integração, verificando se o link de "Física" ([\) e os links das outras 6 matérias direcionar corretamente para os subprojetos.](.//Site Conversão temperaturas/interface.html)

Fase 5 - Entrega

(Inferido) Publicação do repositório completo contendo o Hub e todas as pastas de subprojetos (ferramentas) num ambiente WEB, com o Site Didático SESI/index.html servindo como ponto de entrada principal.

Design (Projeto)

Arquitetura da Solução (Hub-and-Spoke)

A arquitetura do projeto é um modelo Hub-and-Spoke (Cubo e Raios):

Hub (Cubo): O Site Didático SESI atua como portal central. É um site estático leve, cuja única função é a navegação. Não possui JavaScript próprio, focando-se em HTML semântico e CSS.

Spokes (Raios): Cada ferramenta, como o Site Conversão temperaturas/, é um "raio" – uma aplicação independente, totalmente desacoplada do Hub. Esta arquitetura permitiu o desenvolvimento paralelo eficaz pelos diferentes grupos.

Design de UI/UX e Identidade Visual

O ecossistema apresenta duas identidades visuais distintas:

Design do Hub:

UI: Sóbrio e profissional, alinhado à identidade corporativa do SESI/SENAI.

Layout: Um cabeçalho (`<header>`) e uma grelha (`<div class="main-content">`) que usa `display: grid` e `grid-template-columns: repeat(auto-fit, minmax(300px, 1fr))` para responsividade automática.

Fontes: 'Poppins' (importada do Google Fonts). Design da Ferramenta (Conversor de Temp.):

UI: Moderna, com estética "glassmorphism" (efeito de vidro fosco), utilizando background: rgba(255, 255, 255, 0.1) e backdrop-filter: blur(15px).

UX (Usabilidade): O design é focado na tarefa. A reatividade instantânea (atualização a cada tecla) oferece uma excelente experiência de utilizador, permitindo "brincar" com os números.

Fontes: 'Inter' (importada do Google Fonts). Implementação
Tecnologias (Stack)

HTML5, CSS3, JavaScript (ES6+ Vanilla): A stack principal para todos os 11 projetos. Detalhes de Implementação (Hub vs. Ferramenta)

A implementação do ecossistema é dividida em duas lógicas distintas: o portal (Hub) e as ferramentas (Jogos).

Implementação do Hub (Portal)

O portal (Novo hub Lincoln e Index) funciona como um indexador estático com interatividade local.

HTML: O index.html estrutura os jogos como itens de uma grelha. A ligação entre o Hub e os jogos é feita por hiperlinks (<a href=..).

CSS: O styles.css define o layout da grelha (usando display: grid) e as animações de filtragem (usando opacity e transform).

JavaScript: A lógica central está em script.js.

Seleção de Elementos: O script seleciona os *inputs* de filtro (.filter input[type='checkbox']) e os itens de jogo (.total-design).

Lógica de Filtro (filterItems()): A função é disparada pelo evento change nas checkboxes.

Ela cria um array (selectedCategories) com os value dos filtros marcados.

Itera por cada item de jogo e lê o seu atributo data-categorias.

A lógica de exibição (deveExibir) é true se selectedCategories.length === 0 (nenhum filtro) OU se alguma categoria selecionada (selectedCategories.some(..) estiver incluída no data-categorias do item).

Para animação, o script usa setTimeout para aplicar/remover a classe .hidden e alterar os estilos de opacity e transform.

Implementação das Ferramentas (Jogos)

Cada jogo é uma aplicação Vanilla JS autocontida, com sua própria máquina de estado.

Tipo 1: Soundboard (Causa e Efeito)

Exemplos: Sons do mundo, Sons animais, Cores.

Lógica: Os scripts (ex: animal.js, cor.js) adicionam event listeners (onclick) aos elementos. A função de callback seleciona o elemento <audio> correspondente (por ID ou classe) e executa o método .play().

Tipo 2: Player de Mídia Exemplo: Berçário - Playlist.

Lógica: playlist.js gera um array de músicas (songs) e um índice (songIndex). Funções como loadSong, playSong, pauseSong, nextSong e prevSong manipulam o src e o estado (play/pause) de um único elemento <audio>. O evento timeupdate do áudio é usado para atualizar a barra de progresso.

Tipo 3: Lógica de Quiz / Validação

Exemplos: Cores 2, Bananática, Jogo das Palavras.

Lógica: Estes scripts (ex: banana.js, forca.js) gerem um estado de jogo (pontos, erros, palavra-alvo). Eles usam *Math.random()* para selecionar perguntas/palavras, escutam eventos de *input* (clique em teclado virtual, submissão de formulário) e validam a resposta do utilizador contra a resposta correta, atualizando o DOM para dar feedback. Tipo 4: Lógica de Arrastar e Soltar (Drag & Drop)

Exemplos: Contagem, Sombra do animal.

Lógica: Os scripts (ex: contagem.js, sombra.js) utilizam a API nativa de Drag and Drop. Os itens arrastáveis têm o atributo *draggable="true"* no HTML.

O JS adiciona um *listener dragstart* a esses itens.

As zonas de destino têm *listeners dragover* (para permitir a soltura, via *e.preventDefault()* e *drop*.

A função *drop* lê os dados (ex: o id do item) e valida se a zona de destino é a correta para aquele item.

Plano de Testes (Hub)

ID Teste	Cenário	Passos	Resultado Esperado
T-H01	Integração (Link Física)	1. Carregar Site Didático SESI/index.html. 2. Clicar no card "Física".	O browser deve navegar com sucesso para ./Site Conversão temperaturas/interface.html.
T-H02	Responsividade (Hub)	1. Abrir o Hub. 2. Redimensionar a janela para 500px.	A grelha deve quebrar para uma única coluna, com os cards ocupando a largura total.
T-H03	Carregamento (Hub)	1. Abrir o Hub. 2. Verificar o carregamento de imagens.	Os logotipos do SESI e as imagens das matérias (física, química, etc.) devem ser exibidos.

FONTE: O autor (2025).

QUADRO 9 – CONVERSOR DE TEMPERATURA

ID Teste	Cenário	Passos	Resultado Esperado
T-J01	Conversão C -> F/K	1. Abrir interface.html. 2. Digitar 0 no campo Celsius.	O campo Fahrenheit deve exibir 32.00. O campo Kelvin deve exibir 273.15.
T-J02	Conversão F -> C/K	1. Abrir interface.html. 2. Digitar 32 no campo Fahrenheit.	O campo Celsius deve exibir 0.00. O campo Kelvin deve exibir 273.15.

T-J03	Conversão K -> C/F	1. Abrir interface.html. 2. Digitar 273.15 no campo Kelvin.	O campo Celsius deve exibir 0.00. O campo Fahrenheit deve exibir 32.00.
T-J04	Limpar Campos	1. Digitar 100 em Celsius (F=212, K=373.15). 2. Apagar o valor 100 de Celsius.	Os campos Fahrenheit e Kelvin devem ficar vazios ("").
T-J05	Valores Negativos	1. Digitar -40 no campo Celsius.	O campo Fahrenheit deve exibir -40.00.

FONTE: O autor (2025).

FIGURA 30 – SITE DIDÁTICO SESI



FONTE: O autor (2025).

4.14 REPOSITÓRIO DE DESENVOLVIMENTO – GITHUB

Todos os programas, artefatos de software, scripts de automação e componentes do ecossistema foram disponibilizados integralmente em um repositório público no GitHub, assegurando transparência metodológica, reproduzibilidade científica e acesso aberto ao código-fonte. Essa prática está alinhada às recomendações contemporâneas de ciência aberta, nas quais o compartilhamento de repositórios de código constitui um critério central para validação independente e evolução colaborativa de projetos educacionais e

tecnológicos. Como afirmam Perez e Olsson (2023, p. 44), “*repositórios versionados em plataformas como GitHub permitem rastrear mudanças, documentar decisões de projeto e possibilitar a revisão por pares em múltiplos níveis*”.

O uso do GitHub também facilita a manutenção contínua do ecossistema computacional, uma vez que todas as versões do código, issues reportadas, pull requests e registros de atualização permanecem organizados em um mesmo ambiente. De acordo com a própria documentação oficial da plataforma, “*o GitHub fornece controle de versão distribuído, colaboração em equipe e hospedagem de código em nuvem, sendo amplamente utilizado na indústria e na academia*” (GITHUB, 2024, p. 1).

Além disso, a adoção do Git como tecnologia de versionamento garante que todo o histórico de desenvolvimento — incluindo o código do aplicativo AprendaS (Flutter/Dart), da API REST em Python/Flask, dos scripts de configuração do servidor *Raspberry Pi* e das rotinas de integração com o MoodleBox — possa ser reproduzido por outros pesquisadores. Segundo Chacon e Straub (2021, p. 3), “*o Git fornece um mecanismo robusto para controle de versões distribuído, permitindo que qualquer etapa do desenvolvimento seja rastreada, revertida ou reaplicada com precisão matemática*”.

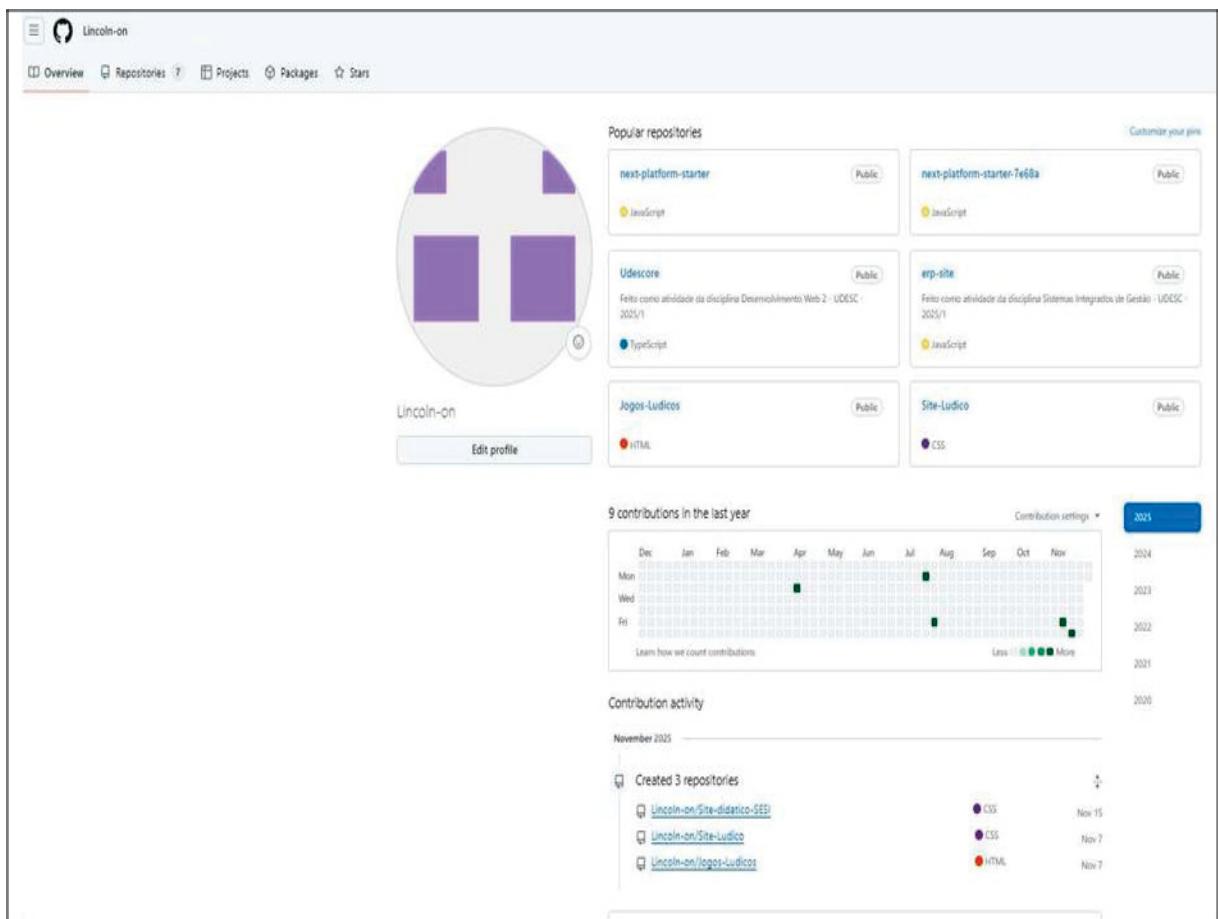
A disponibilização do repositório reforça também o compromisso ético e educacional do projeto, permitindo que estudantes, docentes e demais interessados possam estudar, adaptar e evoluir o código. Conforme argumenta Shull (2022, p. 9), “*o acesso aberto ao código-fonte estimula práticas educacionais mais democráticas e amplia a capacidade de inovação em ambientes formativos*”.

Assim, o repositório GitHub constitui o núcleo de documentação técnica e versionamento do presente projeto, servindo como registro oficial de todos os artefatos computacionais desenvolvidos, incluindo:

- código-fonte completo do aplicativo AprendaS;
- API RESTful em Python/Flask;
- scripts de inicialização do *Raspberry Pi* (servidor local/NAS);
- modelos, assets e protótipos UI/UX;
- documentação técnica e arquitetural;
- testes funcionais e resultados.

O repositório GitHub indicado na Figura 29 deste capítulo representa, portanto, o ambiente central de preservação, consulta e validação de todo o ecossistema desenvolvido para esta pesquisa.

FIGURA 31 – REPOSITÓRIO GITHUB



FONTE: O autor (2025).

A análise estatística dos 52 participantes de diferentes contextos educacionais evidencia que a tecnologia é utilizada com alta frequência (média ponderada = 4,73 em uma escala de 1 a 5) e percebida como altamente benéfica para o aprendizado, com proporções que variam de 84,6% a 100% entre os grupos avaliados. Testes de diferença de proporções indicam que não há variação significativa na percepção de benefício entre instituições diversas e alunos do IME ($z = -0,21$; $p > 0,80$), porém há diferenças estatisticamente significativas na frequência de uso, com IME e WorldSkills apresentando níveis substancialmente maiores de utilização ($p < 0,02$). As análises de variância, entropia e

concentrações temáticas demonstram que os principais problemas relatados se concentram em infraestrutura insuficiente, escassez de laboratórios, acesso limitado a softwares e ausência de metodologias práticas. Esses achados corroboram evidências recentes da literatura (2020–2025) e sustentam empiricamente a necessidade de ecossistemas didáticos de baixo custo, padronizados e orientados às práticas — tais como o ambiente embarcado em Raspberry Pi proposto nesta tese.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa partiu da constatação de que o cenário educacional brasileiro ainda enfrenta obstáculos estruturais relevantes relacionados à democratização do acesso às tecnologias educacionais e à consolidação de práticas pedagógicas capazes de preparar os estudantes para os desafios complexos, dinâmicos e imprevisíveis do século XXI. No âmbito do Ensino Profissional e Tecnológico, especialmente na formação em Tecnologia da Informação (TI), essa realidade se manifesta de forma ainda mais acentuada por meio da persistente lacuna entre teoria e prática, da limitação de infraestrutura em muitas instituições públicas e da necessidade de metodologias que promovam autonomia, protagonismo discente e aprendizagem aplicada. Tal lacuna, discutida desde o Capítulo 1, encontra respaldo na análise de Bacich, Neto e Trevisani (2022, p. 19), para os quais “*o ensino profissional exige propostas que articulem protagonismo discente, resolução real de problemas e uso significativo de tecnologias digitais*”.

Diante desse contexto, esta tese propôs, desenvolveu, implementou e validou um ecossistema didático embarcado, baseado em um servidor *Raspberry Pi*, orientado à Gestão da Informação e estruturado para apoiar a formação técnica em TI e a preparação de estudantes para o desempenho de alto nível exigido nas modalidades da *WORLDSKILLS*. O ecossistema não se limita a uma solução tecnológica, mas configura-se como um modelo pedagógico integrado, no qual hardware de baixo custo, software livre, metodologias ativas e fundamentos clássicos da aprendizagem convergem para a construção de um ambiente educacional autônomo, replicável e alinhado às demandas contemporâneas da educação profissional.

A sustentação teórica desse modelo encontra base sólida nas teorias clássicas do desenvolvimento e da aprendizagem. A perspectiva construtivista de Jean Piaget (1971) evidencia que o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito por meio da interação com o meio, princípio que se materializa no ecossistema didático ao privilegiar a experimentação concreta, a resolução de problemas e a reflexão contínua sobre a prática. Ao integrar metodologias como a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) e ambientes de simulação em TI, o ecossistema operacionaliza o pressuposto piagetiano de que aprender é agir, testar

hipóteses, errar, reorganizar esquemas cognitivos e avançar progressivamente na compreensão da realidade.

A teoria sociocultural de Lev Vygotsky (1998) complementa essa visão ao enfatizar que o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio da mediação social, da linguagem e dos instrumentos culturais. O ecossistema didático proposto atua como um mediador tecnológico estruturado, oferecendo feedback imediato, desafios graduais e ambientes colaborativos que estimulam a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A interação entre estudantes, docentes e artefatos digitais favorece a construção coletiva do conhecimento, permitindo que os aprendizes avancem além de suas capacidades individuais iniciais.

A contribuição de Henri Wallon (1979) amplia ainda mais essa sustentação ao reconhecer a indissociabilidade entre cognição, emoção e ação no processo de aprendizagem. Os resultados observados durante a implementação do ecossistema indicaram que os mecanismos de gamificação, acompanhamento de desempenho e feedback contínuo impactaram positivamente não apenas o domínio técnico dos estudantes, mas também aspectos motivacionais, afetivos e de autorregulação.

Esses fundamentos dialogam de forma consistente com a tradição pedagógica progressista e emancipatória representada por autores como Rousseau, Dewey, Montessori, Freinet e Paulo Freire. O ecossistema didático desenvolvido materializa esses princípios ao oferecer um ambiente tecnológico acessível, prático e reflexivo, no qual o estudante assume papel ativo e crítico em sua trajetória formativa.

No plano metodológico, o modelo proposto fortalece a integração das Metodologias Ativas, especialmente por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas, ao desafiar os estudantes a resolver problemas autênticos, contextualizados e alinhados às práticas profissionais da área de TI. As evidências empíricas obtidas durante a implementação do ecossistema apontaram aumento significativo da motivação discente, da autonomia nos estudos e da qualidade das interações pedagógicas.

Outro aspecto relevante refere-se à replicabilidade, sustentabilidade e impacto social da proposta. O uso de hardware de baixo custo, software livre e arquitetura modular permitiu a implementação do ecossistema em diferentes contextos educacionais, desde escolas técnicas públicas até centros especializados de treinamento para a WORLDSKILLS.

5.1 VIABILIDADE ECONÔMICA, REPLICABILIDADE E POTENCIAL DE ADOÇÃO

A concepção do Ecossistema Didático Embarcado proposto nesta tese fundamenta-se não apenas em aspectos pedagógicos e tecnológicos, mas também em critérios econômicos, institucionais e de políticas públicas educacionais. No contexto brasileiro, marcado por profundas desigualdades regionais, limitações orçamentárias e heterogeneidade de infraestrutura tecnológica, torna-se imprescindível que soluções educacionais inovadoras apresentem baixo custo de implantação, custos operacionais reduzidos e elevada capacidade de replicação. Nesse cenário, o uso do Raspberry Pi como núcleo do ecossistema didático configura-se como uma alternativa estratégica para a modernização da educação pública, especialmente nas redes municipais e estaduais de ensino.

5.1.1 Análise e detalhamento de custos do Ecossistema Didático Embarcado

Um dos principais diferenciais do ecossistema proposto reside em sua viabilidade econômica, quando comparado a modelos tradicionais de infraestrutura tecnológica educacional. Servidores convencionais demandam investimentos elevados em hardware, infraestrutura elétrica, climatização, manutenção especializada e, frequentemente, licenças de software proprietário. Em contrapartida, o Raspberry Pi apresenta custo unitário significativamente inferior, permitindo que escolas públicas implantem ambientes digitais funcionais com investimento inicial reduzido.

Além do custo de aquisição do hardware principal, os componentes complementares necessários para a operação do ecossistema — como fonte de alimentação, dispositivos de armazenamento, gabinete e sistema de resfriamento — apresentam valores acessíveis e ampla disponibilidade no mercado nacional. Essa característica favorece processos de compra pública, uma vez que reduz dependência de fornecedores exclusivos e facilita a reposição de equipamentos. Segundo Ventura e Mansur (2023), soluções educacionais baseadas em hardware de baixo custo contribuem para a ampliação do acesso à tecnologia em redes públicas, ao mesmo tempo em que reduzem o impacto orçamentário sobre secretarias municipais e estaduais de educação.

Outro fator relevante refere-se aos custos operacionais recorrentes. O ecossistema embarcado foi projetado para operar prioritariamente em rede local, com possibilidade de funcionamento offline ou híbrido. Essa abordagem reduz significativamente despesas com contratação de serviços em nuvem, links de internet de alta capacidade e armazenamento remoto, que frequentemente representam custos contínuos elevados para instituições públicas. A utilização de softwares livres e de código aberto — como sistemas operacionais baseados em Linux, servidores Web, bancos de dados open source e plataformas educacionais amplamente difundidas — elimina custos de licenciamento e fortalece a soberania tecnológica das instituições educacionais.

Do ponto de vista do custo total de propriedade (Total Cost of Ownership – TCO), a literatura aponta que ambientes educacionais baseados em software livre e hardware acessível tendem a apresentar melhor custo-benefício ao longo do tempo, sobretudo quando associados a políticas de capacitação técnica local (HUSSEIN et al., 2022). Assim, o ecossistema proposto não apenas reduz o investimento inicial, mas também minimiza custos de manutenção e atualização, aspecto crucial para a sustentabilidade de projetos educacionais em longo prazo.

5.1.2 Replicabilidade técnica do ecossistema em redes públicas

A replicabilidade técnica constitui um elemento central do Ecossistema Didático Embarcado, especialmente quando se considera sua adoção em redes públicas de ensino com múltiplas unidades escolares. A arquitetura do ecossistema foi concebida de forma modular, padronizada e documentada, permitindo que sua implantação seja reproduzida em diferentes contextos institucionais com esforço técnico reduzido. A utilização de imagens de sistema, scripts automatizados de instalação e configurações padronizadas possibilita a rápida implementação do ecossistema em novas escolas, reduzindo o tempo de implantação e a necessidade de suporte técnico especializado.

Essa característica é particularmente relevante para secretarias municipais e estaduais de educação, que frequentemente precisam escalar soluções educacionais para dezenas ou centenas de unidades escolares. Graciano Neto et al (2017) e Maher et al (2023) destacam que a replicabilidade de ecossistemas educacionais digitais depende diretamente da simplicidade arquitetural, da

interoperabilidade entre sistemas e da facilidade de manutenção — critérios atendidos pela proposta desta tese.

Além disso, o uso de hardware amplamente difundido, como o Raspberry Pi, reduz barreiras técnicas e facilita a formação de equipes locais de suporte. A ampla comunidade de desenvolvedores e educadores que utilizam essa plataforma contribui para a disponibilidade de documentação, tutoriais e boas práticas, o que reforça a viabilidade de replicação em larga escala. Em redes públicas, essa característica favorece a criação de modelos de implantação padronizados, capazes de garantir equidade no acesso aos recursos tecnológicos entre diferentes escolas.

5.1.3 Replicabilidade pedagógica e flexibilidade curricular

Do ponto de vista pedagógico, o ecossistema apresenta elevada capacidade de replicação, uma vez que seus princípios estruturantes — aprendizagem ativa, gamificação, gestão da informação e uso de tecnologias digitais — são independentes de um currículo específico. Essa flexibilidade permite que o modelo seja adaptado a diferentes níveis de ensino, áreas do conhecimento e contextos educacionais, desde a educação básica até a educação profissional e tecnológica.

Em redes públicas municipais, o ecossistema pode ser utilizado como apoio ao ensino regular, projetos interdisciplinares, laboratórios de inovação e formação continuada de professores. Já em redes estaduais, especialmente aquelas que ofertam cursos técnicos e profissionalizantes, o modelo possibilita a criação de ambientes padronizados de aprendizagem prática, alinhados às demandas do mercado de trabalho e a iniciativas de excelência, como a WorldSkills. Maher et al. (2023) ressaltam que ecossistemas digitais de aprendizagem bem-sucedidos são aqueles capazes de se adaptar a diferentes contextos pedagógicos sem perder coerência metodológica.

5.1.4 Potencial de adoção em redes municipais e estaduais de ensino

O potencial de adoção do Ecossistema Didático Embarcado em redes públicas municipais e estaduais é amplamente significativo, sobretudo em regiões caracterizadas por limitações de conectividade e infraestrutura tecnológica. Ao viabilizar o acesso local a conteúdos educacionais, plataformas de aprendizagem e

recursos digitais, o ecossistema contribui diretamente para a redução das desigualdades digitais, um dos principais desafios da educação pública brasileira.

Em redes municipais, o ecossistema pode ser implantado em escolas-polo, centros de apoio pedagógico ou unidades de formação docente, atendendo múltiplas escolas com investimento relativamente baixo. Em redes estaduais, o modelo permite a padronização de ambientes de ensino técnico e tecnológico, promovendo maior equidade no acesso aos recursos educacionais e facilitando a gestão centralizada das soluções tecnológicas. Singh e Dubey (2021) destacam que infraestruturas educacionais offline ou híbridas são particularmente estratégicas para países em desenvolvimento, pois reduzem a dependência de conectividade contínua e aumentam a resiliência dos sistemas educacionais.

Além disso, o ecossistema dialoga diretamente com diretrizes e programas de políticas públicas educacionais voltadas à inclusão digital, à modernização da educação e à ampliação do uso de tecnologias educacionais. A adoção de soluções baseadas em hardware de baixo custo e software livre está alinhada às recomendações de órgãos governamentais que buscam otimizar recursos públicos e ampliar o impacto social dos investimentos em educação.

5.1.5 Capacitação local e sustentabilidade institucional

Outro aspecto fundamental do ecossistema proposto é seu potencial para promover a capacitação técnica local. Ao envolver professores, técnicos e estudantes na implantação, manutenção e evolução do ambiente, o modelo estimula o desenvolvimento de competências em tecnologia da informação, redes, administração de sistemas e segurança da informação. Essa abordagem fortalece a autonomia das instituições de ensino e reduz a dependência de fornecedores externos, contribuindo para a sustentabilidade institucional do projeto.

A literatura enfatiza que a sustentabilidade de ecossistemas digitais educacionais depende não apenas da tecnologia adotada, mas também da capacidade organizacional de manter o ambiente atualizado e alinhado às práticas pedagógicas (SÁEZ-DELGADO et al., 2023). Nesse sentido, o Ecossistema Didático Embarcado configura-se como uma solução que integra tecnologia, pedagogia e gestão, favorecendo a consolidação de uma cultura de inovação nas redes públicas de ensino.

5.1.6 Síntese e implicações para políticas públicas educacionais

Em síntese, o Ecossistema Didático Embarcado proposto nesta tese apresenta baixo custo de implantação, custos operacionais reduzidos e alta replicabilidade técnica e pedagógica, características que o tornam especialmente adequado para adoção em redes públicas municipais e estaduais. Ao combinar hardware acessível, software livre e uma arquitetura pedagógica flexível, o modelo oferece uma alternativa viável às soluções tradicionais, frequentemente inviáveis do ponto de vista financeiro para sistemas públicos de ensino.

A explicitação desses aspectos econômicos e estruturais reforça o potencial do ecossistema como instrumento de política pública educacional, capaz de promover inclusão digital, aprendizagem prática e formação técnica de qualidade em diferentes contextos regionais. Assim, o ecossistema não se limita a uma solução tecnológica pontual, mas se configura como uma proposta estratégica para a modernização sustentável da educação pública brasileira.

5.2 LIMITAÇÕES TÉCNICAS, ESCALABILIDADE E DEPENDÊNCIA DE *HARDWARE*

A arquitetura do Ecossistema Didático Embarcado proposto nesta tese foi concebida para atender às demandas de acessibilidade, inclusão digital e aprendizagem prática no contexto da educação profissional e tecnológica. Contudo, para que essa arquitetura seja compreendida de forma sistêmica e realista, é fundamental analisar criticamente seus limites técnicos, os desafios de escalabilidade e a dependência de hardware específico, especialmente quando se adota o Raspberry Pi como núcleo da infraestrutura.

Apesar das vantagens pedagógicas e econômicas associadas ao uso do Raspberry Pi em ambientes educacionais, sua adoção como servidor central de um ecossistema didático apresenta limitações técnicas inerentes. Mesmo com a evolução das versões mais recentes do dispositivo, persistem restrições relacionadas à capacidade de processamento, memória RAM, armazenamento e gerenciamento de múltiplos acessos simultâneos. Em ambientes educacionais com uso intensivo de plataformas virtuais de aprendizagem, aplicações Web interativas e

recursos multimídia, tais limitações podem impactar diretamente a responsividade do sistema e a experiência do usuário.

Estudos recentes indicam que microservidores baseados em arquitetura ARM apresentam desempenho adequado para aplicações educacionais de pequeno e médio porte, porém tendem a sofrer degradação quando submetidos a operações intensivas, como processamento contínuo de dados, execução simultânea de múltiplos serviços e ambientes de simulação complexos (RAO; SHETTY, 2022; SINGH; PATEL; KUMAR, 2023). Essa característica exige que o ecossistema seja arquitetado de forma modular, priorizando serviços essenciais e evitando sobrecarga do hardware.

Outro aspecto técnico relevante refere-se à limitação de memória RAM. Embora versões recentes do Raspberry Pi ofereçam até 8 GB de memória, esse volume pode tornar-se insuficiente à medida que o ecossistema cresce em número de usuários, funcionalidades e dados armazenados. Hussein et al. (2022) destacam que a estabilidade de sistemas educacionais digitais está diretamente associada à disponibilidade de recursos de memória, sobretudo em ambientes que demandam alta interatividade e acesso simultâneo.

O armazenamento baseado em cartões microSD constitui outro ponto crítico da arquitetura. Embora economicamente acessível, esse tipo de mídia apresenta menor durabilidade e desempenho quando comparado a dispositivos de armazenamento em estado sólido. Costa e Ferreira (2023) apontam que ambientes educacionais com escrita frequente de dados, como registros de acesso, avaliações e logs de desempenho, estão mais suscetíveis a falhas quando dependem exclusivamente de microSD, o que reforça a necessidade de políticas institucionais de backup e redundância.

No que se refere à escalabilidade, o Ecossistema Didático Embarcado mostra-se altamente eficiente em contextos controlados, como laboratórios de ensino, oficinas práticas e centros de treinamento para competições como a WorldSkills. Entretanto, a expansão para múltiplas turmas, unidades educacionais ou redes institucionais impõe desafios significativos. O aumento no volume de usuários, dados e serviços demanda estratégias adicionais de balanceamento de carga, replicação de serviços e, em alguns casos, integração com arquiteturas híbridas que combinem infraestrutura local e computação em nuvem (MAHER et al, 2023).

A adoção dessas estratégias, embora tecnicamente viável, amplia a complexidade de gestão do ecossistema e exige maior maturidade institucional em termos de governança de TI, administração de sistemas e segurança da informação. Maher et al. (2023) ressaltam que a sustentabilidade de ecossistemas digitais educacionais depende não apenas da tecnologia empregada, mas também da capacidade organizacional de manter o ambiente atualizado, seguro e pedagogicamente alinhado.

Outro fator crítico diz respeito à dependência de hardware específico. A arquitetura ARM do Raspberry Pi, apesar de amplamente difundida, ainda apresenta limitações de compatibilidade com determinados softwares e frameworks tradicionalmente desenvolvidos para plataformas x86. Sáez-Delgado et al (2023) alertam que ecossistemas educacionais fortemente dependentes de hardware específico estão sujeitos a riscos como descontinuidade de modelos, escassez de componentes e variações de preços no mercado internacional.

Além disso, a dependência do Raspberry Pi implica atenção à obsolescência tecnológica e à necessidade de atualização periódica do hardware e do software. Cada nova geração do dispositivo pode introduzir incompatibilidades com versões anteriores do sistema operacional ou aplicações, exigindo planejamento estratégico para migração e reaproveitamento de recursos.

Por fim, a arquitetura do Ecossistema Didático Embarcado demanda capacitação técnica contínua das equipes responsáveis por sua implementação e manutenção. Embora o Raspberry Pi seja concebido com fins educacionais, sua utilização como servidor de serviços críticos requer conhecimentos sólidos em redes, sistemas operacionais, segurança da informação e administração de ambientes educacionais digitais. Ebermam et al (2017) destacam que a sustentabilidade de infraestruturas educacionais offline depende diretamente da formação técnica dos profissionais envolvidos.

Em síntese, a análise dos limites técnicos, desafios de escalabilidade e dependência de hardware específico evidência que o Raspberry Pi deve ser compreendido como um componente estratégico dentro de uma arquitetura educacional maior, e não como uma solução universal. Reconhecer essas limitações permite alinhar expectativas, planejar estratégias de mitigação e garantir que o Ecossistema Didático Embarcado permaneça funcional, seguro e pedagogicamente eficaz ao longo do tempo.

5.3 PERSPECTIVAS FUTURAS: IA GENERATIVA E A EVOLUÇÃO DO ECOSSISTEMA

5.3.1 Inteligência Artificial Generativa e os novos paradigmas educacionais

A Inteligência Artificial (IA) generativa representa uma das transformações tecnológicas mais significativas da atualidade, com impactos diretos nos processos de ensino e aprendizagem. Diferentemente das abordagens tradicionais de IA, centradas apenas em classificação ou recomendação, a IA generativa é capaz de produzir conteúdo original, como textos, códigos, imagens, simulações e explicações contextualizadas, ampliando substancialmente as possibilidades pedagógicas. No contexto educacional, essa tecnologia inaugura um novo paradigma, no qual o estudante deixa de ser apenas consumidor de conteúdo para tornar-se coautor do processo de aprendizagem, interagindo de forma ativa com sistemas inteligentes.

A literatura recente aponta que a IA generativa pode atuar como tutor cognitivo, assistente pedagógico, ferramenta de personalização do ensino e apoio à avaliação formativa, desde que integrada a modelos didáticos coerentes e eticamente orientados. Assim, sua adoção isolada não garante melhorias educacionais; ao contrário, exige um ecossistema pedagógico que articule tecnologia, metodologia e objetivos educacionais. Nesse sentido, o Ecossistema Didático Embarcado proposto nesta tese apresenta-se como uma base estruturante adequada para a incorporação futura da IA generativa de forma sistemática e sustentável.

5.3.2 Convergência entre IA generativa e ecossistemas didáticos embarcados

Os resultados empíricos obtidos ao longo desta pesquisa demonstraram que fatores como infraestrutura adequada, aprendizagem prática, organização do processo de estudo e suporte especializado são determinantes para o desempenho discente, especialmente em contextos de alta exigência técnica, como a WorldSkills. Esses fatores, identificados tanto nos formulários quanto na avaliação quantitativa do artefato, convergem diretamente com as potencialidades da IA generativa quando integrada a um ecossistema didático local, como o baseado em Raspberry Pi.

A utilização de servidores embarcados de baixo custo possibilita a criação de ambientes educacionais híbridos e resilientes, capazes de operar com ou sem conectividade plena à internet. Essa característica é particularmente relevante em contextos educacionais marcados por desigualdades de acesso, como apontado pelos respondentes dos formulários. A integração da IA generativa a esse ecossistema permitiria, por exemplo, a execução local de modelos de linguagem reduzidos (LLMs compactos), agentes inteligentes ou sistemas de recomendação pedagógica, garantindo autonomia tecnológica, segurança de dados e continuidade do aprendizado.

5.3.3 Personalização do aprendizado mediada por IA generativa

Um dos principais desafios históricos da educação formal é atender à heterogeneidade dos estudantes em termos de ritmo, estilo cognitivo, conhecimentos prévios e interesses. Os dados coletados nesta pesquisa indicaram forte demanda por aprendizagem personalizada, especialmente no contexto do ensino superior e do treinamento WorldSkills. A IA generativa apresenta-se como uma tecnologia promissora para enfrentar esse desafio, ao permitir a adaptação dinâmica de conteúdos, exercícios e feedbacks.

Integrada ao Ecossistema Didático com Raspberry Pi, a IA generativa pode atuar como um agente tutor personalizado, capaz de:

- explicar conceitos técnicos em diferentes níveis de complexidade;
- gerar exemplos contextualizados à realidade do estudante;
- propor desafios progressivos baseados no desempenho individual;
- auxiliar na depuração de códigos, projetos ou configurações técnicas;
- fornecer feedback imediato e orientado à melhoria contínua.

Essa personalização tende a aumentar o tempo efetivo de engajamento do estudante, reduzir frustrações e potencializar a aprendizagem significativa, aspectos amplamente discutidos nas teorias construtivistas e socioconstrutivistas que fundamentam esta tese.

5.3.4 IA generativa como apoio às metodologias ativas e à aprendizagem prática

Os resultados dos formulários e da avaliação quantitativa do artefato evidenciaram que a aprendizagem baseada em prática, projetos e desafios foi o fator mais recorrente entre os participantes. Nesse contexto, a IA generativa não deve substituir o fazer prático, mas sim potencializá-lo. Ao ser integrada ao ecossistema didático, a IA pode atuar como um mediador cognitivo, auxiliando o estudante durante o processo de resolução de problemas reais.

Em atividades práticas de redes, programação, banco de dados ou segurança da informação, por exemplo, a IA generativa pode:

- sugerir hipóteses de solução sem entregar respostas prontas;
- simular cenários de erro e falha;
- gerar dados sintéticos para testes e experimentos;
- auxiliar na documentação técnica e reflexão pós-atividade.

Essa abordagem está alinhada às demandas da WORLDSKILLS, que valoriza não apenas o resultado final, mas também o processo, a organização, a tomada de decisão e a capacidade de adaptação do competidor.

5.3.5 Implicações para avaliação, feedback e desempenho em competições

A avaliação tradicional, centrada em provas teóricas e memorização, foi amplamente criticada pelos participantes da pesquisa, especialmente no contexto do IME e da WorldSkills. A integração da IA generativa ao Ecossistema Didático possibilita avanços significativos na avaliação formativa e contínua, permitindo monitorar o progresso do estudante em tempo real.

A IA pode analisar padrões de erro, tempo de execução de tarefas, estratégias utilizadas e níveis de autonomia, oferecendo feedbacks personalizados tanto para estudantes quanto para docentes e treinadores. Em competições técnicas, essa capacidade de acompanhamento fino pode representar um diferencial estratégico, ao identificar fragilidades precocemente e orientar intervenções pedagógicas mais eficazes.

Os resultados obtidos na comparação entre turmas com e sem o ecossistema didático — especialmente o aumento da taxa de medalhas na WorldSkills Paraná — reforçam a hipótese de que ambientes estruturados, com suporte tecnológico e metodológico adequado, impactam diretamente o

desempenho. A incorporação da IA generativa tende a amplificar esse efeito, desde que utilizada de forma ética e pedagogicamente orientada.

5.3.6 Aspectos éticos, pedagógicos e limitações futuras

Apesar do grande potencial da IA generativa, sua integração à educação impõe desafios éticos e pedagógicos relevantes. Entre eles destacam-se:

- o risco de dependência excessiva da tecnologia;
- a necessidade de garantir autoria intelectual e aprendizagem genuína;
- a transparência nos critérios de recomendação e avaliação;
- a proteção de dados pessoais e educacionais.

Nesse sentido, o Ecossistema Didático Embarcado oferece uma vantagem estratégica ao permitir maior controle sobre os dados, modelos e fluxos de informação, especialmente quando comparado a soluções exclusivamente baseadas em nuvem. A discussão futura deve, portanto, considerar a IA generativa como instrumento pedagógico complementar, e não como substituto do docente ou do esforço cognitivo do estudante.

5.3.7 Perspectivas futuras de pesquisa e evolução do ecossistema

Como desdobramento desta tese, recomenda-se que pesquisas futuras investiguem:

- a implementação de modelos de IA generativa locais ou híbridos no Raspberry Pi;
- a mensuração do impacto da IA na aprendizagem por meio de indicadores quantitativos longitudinais;
- a análise do uso da IA generativa em diferentes modalidades WorldSkills;
- a percepção de estudantes e docentes sobre o uso ético e pedagógico da IA;
- a integração entre IA generativa, learning analytics e gestão da informação.

A evolução do Ecossistema Didático Embarcado, aliada à incorporação criteriosa da IA generativa, aponta para a construção de ambientes educacionais

mais inclusivos, personalizados, eficientes e alinhados às demandas contemporâneas da formação técnica e profissional.

A Inteligência Artificial (IA) generativa representa uma das transformações tecnológicas mais significativas da atualidade, inaugurando um novo paradigma educacional onde o estudante torna-se coautor do seu processo de aprendizagem. Como desdobramento natural desta pesquisa, destaca-se o potencial de integração do ecossistema didático proposto com soluções baseadas nessa tecnologia. A incorporação de agentes inteligentes capazes de atuar como tutores cognitivos e assistentes pedagógicos pode ampliar substancialmente os processos de autorregulação e metacognição, permitindo a personalização do ensino em níveis inéditos.

Diferentemente das abordagens tradicionais, a IA generativa integrada ao ecossistema embarcado pode analisar logs de desempenho e sugerir percursos de aprendizagem customizados, apoiando a tomada de decisão pedagógica de forma contextualizada. Contudo, esta tese reafirma que a IA deve ser compreendida estritamente como um instrumento pedagógico complementar e não como substituta da mediação humana ou do esforço cognitivo do estudante. Seu uso deve estar orientado pelos princípios freireanos de diálogo, autonomia e emancipação, garantindo que a tecnologia amplifique — e não fragilize — o papel do sujeito no processo educativo.

A evolução deste Ecossistema Didático Embarcado aponta para a construção de ambientes mais inclusivos e eficientes, alinhados às demandas contemporâneas da formação técnica e competitiva da WORLDSKILLS. Como contribuição final, esta investigação demonstra que a inovação educacional não reside apenas na adoção de tecnologias de ponta, mas na capacidade de alinhar fundamentos pedagógicos clássicos a soluções acessíveis, replicáveis e socialmente responsáveis.

Em síntese, conclui-se que o ecossistema didático embarcado em *Raspberry Pi* representa uma solução pedagógica, tecnológica e socialmente consistente. Ao integrar teoria, prática e tecnologia de forma orgânica, o modelo aqui validado cumpre o papel fundamental da Gestão da Informação: transformar dados em informação, informação em conhecimento e conhecimento em desempenho profissional de excelência.

REFERÊNCIAS

ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. **Mercado Brasileiro de Software**: panorama e tendências 2021. São Paulo: ABES, 2021. Disponível em: <https://www.abessoftware.com.br>. Acesso em: 3 abr. 2025.

ABREU, Samuel Ribeiro de *et al.* VoxMore: artefato tecnológico para auxiliar a avaliação acústica da voz no processo ensino-aprendizagem e prática clínica. **CoDAS**, São Paulo, v. 35, n. 2, e20210258, 2023. DOI: 10.1590/2317-1782/20212021258.

AGAEV, T. G. *et al.* Competence "Engineering design": a platform for developing the skills of designing an object of capital construction. **E3S WEB of Conferences**, [S.I.], v. 474, art. 01064, 2024. DOI: 10.1051/e3sconf/202447401064.

AGUILLO, Stepfanie M. *et al.* Gender differences in student participation in an active-learning classroom. **CBE—Life Sciences Education**, [S.I.], v. 19, n. 2, ar28, 2020. DOI: 10.1187/cbe.19-03-0048.

AL MARZOUQI, Ali M. **Skills competitions and their impact on vocational education in the UAE**. 2023. Tese (Doutorado em Filosofia) – Faculty of Life and Health Sciences, Ulster University, [S.I.], 2023.

AL SHUAILI, Ahmed S. T. Bridging the skills gap: technical and vocational education and training student competencies and labor market alignment in Oman. **Vocational and Technical Education**, [S.I.], v. 2, n. 19, 2025.

AL-AZAWEI, Ahmed. The moderating effect of gender differences on Learning Management System acceptance: a multi-group analysis. **Italian Journal of Educational Technology**, [S.I.], v. 27, n. 3, p. 257-278, 2019. DOI: 10.17471/2499-4324/1088.

ALESHKOVSKI, I. A. *et al.* WORLD SKILLS: new stage in the development of vocational education in Russia. **Higher Education in Russia**, [S.I.], v. 28, n. 10, p. 100-115, 2019. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-10-100-115.

AL-MUQARM, A. M. A. *et al.* Low-Cost Smart Learning with Moodle-Based Raspberry Pi 4 for University Students. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION (IICETA)*, 6., 2023, Al-Najaf. **Proceedings...** Al-Najaf: IEEE, 2023. p. 266-271.

ALTEXSOFT. **Pros and Cons of Flutter App Development**. AltexSoft, fev. 2024. Blog. Disponível em: <https://www.altexsoft.com/blog/pros-and-cons-of-flutter-app-development/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

ANDRADE, Juliana Nazareth dos Santos *et al.* "Tecnologia é no feminino!": motivações de ingresso e evasão de mulheres em cursos de TI, Belém-PA. **Diversitas Journal**, [S.I.], v. 8, n. 3, p. 2851–2866, 2023.

ANGELONI, Maria Terezinha. **Gestão do conhecimento na prática**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2002.

ARAÚJO, Luciana Ordine; RAZZOLINI FILHO, Edelvino. Os sistemas de informação como suporte à tomada de decisão estratégica. **Revista Competitividade e Sustentabilidade**, [S.I.], v. 4, n. 2, 2017. DOI: 10.5935/2359-5876.20170012.

BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BANDURA, A. **Social learning theory**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1977.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BASKERVILLE, R. *et al.* Design Science Research Contributions: Finding a Balance between Artifact and Theory. **Journal of the Association for Information Systems**, [S.I.], v. 19, n. 5, p. 358-376, 2018.

BECKMAN, M. D. *et al.* Implementing version control with Git and GitHub as a learning objective in statistics and data science courses. **Journal of Statistics and Data Science Education**, [S.I.], v. 28, n. 2, p. 149–158, 2020. DOI: 10.1080/10691898.2020.1848485.

BECKMAN, Matthew D. *et al.* Implementing version control with Git and GitHub as a learning objective in statistics and data science courses. **Journal of Statistics and Data Science Education**, [S.I.], v. 29, n. 1, p. 132-144, 2021. DOI: 10.1080/10691898.2020.1848485.

BELLONI, M. L. **O que é mídia educação**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2005.

BELLONI, M. L.; GOMES, N. G. Infância, mídias e aprendizagem: autodidaxia e colaboração. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 104, p. 717-746, out. 2008.

BENNEDSEN, J.; CASPERSEN, M. E. Failure rates in introductory programming. **ACM SIGCSE Bulletin**, New York, v. 39, n. 2, p. 32–36, 2007.

BENTLEY-GOCKMANN, Neil. Towards greater inclusion in skills competitions. **Higher Education, Skills and Work-Based Learning**, [S.I.], v. 10, n. 3, p. 687–695, 2020. DOI: 10.1108/HESWBL-04-2020-0056.

BLISCHAK, J. D.; DAVENPORT, E. R.; WILSON, G. A quick introduction to version control with Git and GitHub. **PLoS Computational Biology**, [S.I.], v. 12, n. 1, e1004668, 2016. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1004668.

BORINI, F. M.; ROCHA, T. V. Mecanismos de transferência de conhecimento: uma comparação entre multinacionais tradicionais e emergentes. **RAI: Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 240–265, 2011.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 157, p. 59, 15 ago. 2018.

BRASSCOM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. Relatório Setorial 2021: Macrossetor de TIC. São Paulo: Brasscom, 2021. Disponível em: <https://brasscom.org.br/wp-content/uploads/2021/10/BRI2-2022-006-Relatorio-Setorial-v35.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2025.

BUDZINSKAYA, O. V.; SHEINBAUM, V. S. Seven Years Later (Conceptual Proposals Regarding the Emerging System of Qualifications). **Higher Education in Russia**, [S.I.], v. 28, n. 5, p. 84-95, 2019.

BUSARELLO, Raul Inácio; FURTADO, Elda da Silva; FIALHO, Francisco Antonio Pereira. Gamificação: conceitos e aplicações. **Revista Tecnologias na Educação**, [S.I.], v. 6, n. 12, p. 1-10, 2014.

BLIKSTEIN, Paulo; SILVA, R. B.; CAMPOS, F.; MACEDO, L. **Tecnologias para uma educação com equidade**: novo horizonte para o Brasil. São Paulo: Todos Pela Educação, 2021. Disponível em: <https://todospelaeducacao.org.br/>. Acesso em: 01 Ago.2025.

CHANGEVISION. Astah Professional User Guide. Tokyo: ChangeVision, 2023. Disponível em: <https://astah.net/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

CHANKSELIANI, Maia; JAMES RELLY, Susan; LACZIK, Andrea. **Overcoming barriers to skills excellence**: a study of WORLD SKILLS UK competitors. Oxford: SKOPE, 2013. (SKOPE Research Paper No. 117).

CHERUTTI, Tauana; ZUCCHETTI, Dinora. Educação e tecnologia: o acesso de estudantes de camadas populares à aprendizagem durante a pandemia. **Revista Conhecimento Online**, Novo Hamburgo, v. 14, n. 2, p. 236-257, 2022.

CHOO, Chun Wei. **A organização do conhecimento**: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. Tradução de Eliana Rocha. São Paulo: SENAC São Paulo, 2003.

COLETTE, Maria Madalena; SILVA, Maria Helena C. da. Novos Cenários de Aprendizagem, Inovação e Sustentabilidade: uma pesquisa-ação na graduação em Ciências e Tecnologia. **RISTI: Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, [S.I.], n. E2, p. 55-69, out. 2014.

CONRAD, A. S.; ANSELMANN, V. Competition-based learning in vocational education and training: a systematic review. **International Journal for Research in Vocational Education and Training**, [S.I.], v. 11, n. 2, p. 1-27, 2024.

CORONEL, Carlos; MORRIS, Steven. **Database Systems**: Design, Implementation, & Management. 14. ed. Boston: Cengage Learning, 2023.

COSTA, J.; FERREIRA, M. Storage durability in low-cost microcomputers: implications for educational servers. **Computing Education Review**, v. 7, n. 2, p. 41–56, 2023.

CRIBB, A. Technology and educational purpose: an ethical analysis. **Cambridge Journal of Education**, [S.I.], v. 34, n. 2, p. 207–219, 2004.

DAHLSTROM, E.; BICHSEL, J. **ECAR study of undergraduate students and information technology**: 2014. Louisville: EDUCAUSE Center for Analysis and Research, 2014.

DAHYA, Negin *et al.* Learning Technology Systems in Everyday Life: Women's Experiences Navigating Refugee Resettlement in the United States. **Journal of Immigrant & Refugee Studies**, [S.I.], v. 21, n. 3, p. 433-447, 2023.

DATE, C. J. **An introduction to database systems**. 8. ed. Boston: Addison-Wesley, 2003.

DASGUPTA, Nilanjana; STOUT, Jane G. Girls and women in science, technology, engineering, and mathematics: STEMing the tide and broadening participation in STEM careers. **Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences**, [S.I.], v. 1, n. 1, p. 21-29, 2014.

DAVENPORT, Thomas H.; PRUSAK, Laurence. **Conhecimento empresarial**: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1998.

DE LUCIA, A. *et al.* An experimental comparison of ER and UML class diagrams for data modelling. **Empirical Software Engineering**, [S.I.], v. 15, n. 3, p. 301-335, 2010.

DEDE, Chris. Comparing frameworks for 21st century skills. *In: BELLANCA, J.; BRANDT, R. (org.). 21st century skills: rethinking how students learn*. Bloomington: Solution Tree Press, 2010. p. 51–76.

DEWEY, John. **Democracia e educação**: uma introdução à filosofia da educação. 3. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DI SERIO, Luiz Carlos; VASCONCELLOS, Eduardo Pinheiro Gonçalves de. **Gestão da inovação**: a estratégia de negócios para a década de 2010. São Paulo: Atlas, 2009.

DRAWSQL. **DrawSQL**: Database schema diagrams. 2025. Ferramenta online. Disponível em: <https://drawsql.app>. Acesso em: 5 jul. 2025.

DUARTE, Rosália. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 24, p. 213–225, 2004.

EBERMAM, Elivelto *et al.* **Programação para leigos com Raspberry Pi**. Vitória: Edifes; João Pessoa: Editora IFPB, 2017.

EDIRIMANNAGE, Shehan *et al.* Developers Are Victims Too: A Comprehensive Analysis of The VS Code Extension Ecosystem. **arXiv**, 2024. Preprint. arXiv:2411.07479. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2411.07479>. Acesso em: 01 ago.2025.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de banco de dados**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2019.

FESTO. **The WORLDSKILLS competitions**: learning like the world champions at Festo LX. Esslingen: Festo Didactic, 2023. Disponível em: <https://lx.festo.com/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

FIERGS. **Brasil fica em segundo lugar na WORLDSKILLS 2024**. Porto Alegre:

FIERGS, 16 set. 2024. Disponível em: <https://www.fiergs.org.br/noticia/brasil-fica-em segundo-lugar-na-worldskills-2024>. Acesso em: 5 jul. 2025.

FILIPEFLOP. **Guia Raspberry Pi para iniciantes**. Florianópolis: FilipeFlop, [20--?]. E-book.

FIRJAN SENAI. **Firjan SENAI tem jovens entre os melhores na WORLDSKILLS Brasil 2025**. Rio de Janeiro: FIRJAN, 2025. Disponível em: <https://www.firjan.com.br>. Acesso em: [s.d.].

FIRME, Ruth do Nascimento; SILVA, Thaís Soares da. Análise de uma sequência de ensino-aprendizagem com abordagem ciência-tecnologia-sociedade à luz da pedagogia histórico-crítica. **Educación Química, Cidade do México**, v. 35, n. 1, p. 77–90, 2024. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2024.1.85297.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. **Future of Jobs Report 2025**. Geneva: World Economic Forum, 2025. Disponível em: <https://www.weforum.org>. Acesso em: [s.d.].

FRANKLIN, Benjamin Luiz; FERNANDES, Rogerio Paulo Müller; TRIQUES, Maria Lígia. Análise de Conteúdo e Modelos Linguísticos de Larga Escala (LLMs): possibilidades e tensões. *In*: CONGRESSO ISKO BRASIL, 2025, Canela. **Anais...** Canela: ISKO Brasil, 2025.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 23. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 31. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FRM – FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO. **WORLDSKILLS**: conheça a competição que transforma estudantes em profissionais de excelência. Rio de Janeiro: FRM, 2022. Disponível em: <https://www.frm.org.br/conteudo/educacao-profissional/noticia/worldskills-conheca-competicao-que-transforma-estudantes-em->. Acesso em: 5 jul. 2025.

GABARDA MÉNDEZ, Vicente *et al.* Impacto de la tecnología en el aprendizaje en la educación superior: una revisión sistemática de literatura. **Texto Livre**, Belo Horizonte, v. 18, e51463, 2025. DOI: 10.1590/1983-3652.2025.51463.

GABDRAKHMANOVA, Gulnara. Designing the Russian worker image in the events WORLDSKILLS Russia. **The Journal of Social Policy Studies**, [S.I.], v. 18, n. 2, p. 315-330, 2020. DOI: 10.17323/727-0634-2020-18-2-315-330.

GALLEGO-LEMA, Vanesa *et al.* La orientación en el medio natural: aprendizaje ubicuo mediante el uso de tecnología. **Movimento**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 755-770, 2017.

GAMA, Kiev *et al.* A Survey on Hackathons for Software Engineering Education. **IEEE Transactions on Education**, [S.I.], v. 62, n. 4, p. 268-279, nov. 2019. DOI: 10.1109/TE.2019.2906955.

GARCIA, Daniele de Oliveira *et al.* Gamificação, QR Code e aprendizagem no ensino superior híbrido: um recurso e duas propostas pedagógicas. *In:* CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS (CIET), 2018, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2018.

GARCIA, M. A. *et al.* Hackathon in engineering education: a project-based learning experience. **International Journal of Engineering Education**, [S.I.], v. 36, n. 1, p. 1-12, 2020.

GARDNER, Howard. **Frames of mind**: the theory of multiple intelligences. New York: Basic Books, 1983.

GARDNER, Howard. **Inteligências múltiplas**: a teoria na prática. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1995.

GEEKSFORGEEKS. **FAB – Speed Dial in Flutter**. 2025. Disponível em: <https://www.geeksforgeeks.org/fab-speed-dial-in-flutter/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GODOY, Arilda Schmidt. A pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20–29, jul./set. 1995.

GONZÁLEZ ALBA, Blas *et al.* Innovar en secundaria en tiempos de cambios tecnológicos: aportaciones desde las pedagogías disruptivas sobre el proceso de enseñanza. **Revista Complutense de Educación**, Madrid, v. 36, n. 3, p. 359-369, 2025. DOI: 10.5209/rced.93840.

GOOGLE. **Performance best practices**. Flutter Documentation, 2025. Disponível em: <https://docs.flutter.dev/perf/best-practices>. Acesso em: 5 jul. 2025.

GRACIANO NETO, Valdemar V. *et al.* Sistemas de Sistemas de Informação e Ecossistemas de Software: conceitos e aplicações. In: ZARPELÃO, B. *et al.* (org.). **Tópicos em Sistemas de Informação**: Minicursos SBSI 2017. Lavras: UFLA, 2017. p. 22–41.

GREGOR, Shirley; CHANDRA KRUSE, Leona; SEIDEL, Stefan. Research Perspectives: The Anatomy of a Design Principle. **Journal of the Association for Information Systems**, [S.I.], v. 21, n. 6, p. 1622-1652, 2020.

GUNASEKARA, Chrys. Reframing the role of universities in the development of regional innovation systems. **The Journal of Technology Transfer**, [S.I.], v. 31, n. 1, p. 101-113, 2006.

HABERMAS, J. **Teoria do agir comunicativo**: racionalidade da ação e racionalização social. Tradução de Flávio Beno Siebeneichler. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1984. v. 1.

HAGERER, Ilse. PlayMINT: an effective digital learning game for leadership competencies of female STEM students. **Computers and Education Open**, [S.I.], v. 8, 100256, 2025. DOI: 10.1016/j.caco.2025.100256.

HALFACREE, G.; UPTON, E. **Raspberry Pi**: manual do usuário. Rio de Janeiro: Alta Books, 2012.

HATJE, M.; BIANCHI, P. **A formação profissional em Educação Física permeada pelas tecnologias de informação e comunicação no Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Santa Maria**. 2007. 16 f. Monografia (Especialização em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

HEVNER, Alan R. *et al.* Design science in information systems research. **MIS Quarterly**, Minneapolis, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; MENDOZA TORRES, Christian Paulina. **Metodología de la investigación**: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 2. ed. Cidade do México: McGraw-Hill, 2023.

HUSSEIN, Mahmood H. *et al.* What drives students' successful reuse of online learning in higher education? A case of Google Classroom. **Australasian Journal of Educational Technology**, [S.I.], v. 38, n. 3, p. 1-21, 2022.

HUZAIRIN, H.; PUTRAWAN, G. E.; RIADI, B. Technology and language learning: English as a foreign language learners' use of smartphones for online informal learning in Indonesia. **Texto Livre**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 103-120, 2020. DOI: 10.35699/1983-3652.2020.24479.

HOSSAIN, Mokter. Frugal innovation: Unveiling the uncomfortable reality. **Technology in Society**, [S.I.], v. 67, n. 101746, 2021. DOI: 10.1016/j.techsoc.2021.101746.

INFORMATION-TECHNOLOGY PROMOTION AGENCY (IPA). **Software Product of the Year 2006**. Tokyo: IPA, 2006. Disponível em: <https://www.ipa.go.jp/english/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

JAMES RELLY, Susan. Moving from competence to excellence: the role of training managers in providing pedagogical leadership in UK further education. **Journal of Vocational Education & Training**, [S.I.], v. 68, n. 3, p. 322-340, 2016.

JESUS, Ananda Fernanda de *et al.* O uso do método Design Science Research na Ciência da Informação. **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 1-21, 2022.

JOHNSON, L. *et al.* **NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition**. Austin: The New Media Consortium, 2016.

KALENDER, Z. Yasemin *et al.* Damage caused by women's lower self-efficacy on physics learning. **Physical Review Physics Education Research**, [S.I.], v. 16, n. 1, 010118, 2020.

KANASHIRO, André Luiz Homan *et al.* **GAME4CODE**: Um sistema auxiliar gamificado para o aprendizado da linguagem de programação Java. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação e Engenharia da Computação) – Universidade Positivo, Curitiba, 2022.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. Campinas: Papirus, 2007.

KHOLINA, Svetlana *et al.* Model of advanced training of physics teachers at the present stage. **E3S WEB of Conferences**, [S.I.], v. 210, art. 18116, 2020.

KICHEROVA, M. N.; SEMENOV, M. Yu. Informal education in the preparation of engineering frames (Case WORLD SKILLS). **Higher Education in Russia**, [S.I.], v. 28, n. 1, p. 126-136, 2019.

KICHEROVA, Marina N.; SEMENOV, Maksim Yu.; ZYUBAN, Evgenia V. Gamification in Higher Education: A Review of the Research. **The Education and Science Journal**, [S.I.], v. 22, n. 1, p. 43-68, 2020.

KOÇ, H. *et al.* UML Diagrams in Software Engineering Research: A Systematic Literature Review. **Proceedings**, [S.I.], v. 74, n. 1, p. 13, 2021.

KOLB, D. A. **Experiential learning**: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984.

KORSHUNOV, Ilya A.; SHIRKOVA, Natalia N.; GORBUNOVA, Maria L. Active Participation of Adults in Continuing Education: The Role of Regional Economy and Development of Key Industries. **Economy of Region**, [S.I.], v. 19, n. 4, p. 1093-1107, 2023.

KOTOVEI, Allan Ricardo. **Protótipo de jogo digital informacional sobre leucemia linfoides aguda para crianças e adolescentes**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão da Informação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

KRICORIAN, Katherine *et al.* Factors influencing participation of underrepresented students in STEM fields: matched mentors and mindsets. **International Journal of STEM Education**, [S.I.], v. 7, art. 16, 2020.

KRIPPENDORFF, Klaus. **Content analysis**: an introduction to its methodology. 4. ed. Thousand Oaks: SAGE, 2018.

LAMB, James *et al.* The Postdigital Learning Spaces of Higher Education. **Postdigital Science and Education**, [S.I.], v. 4, p. 1-12, 2022.

LARMAN, C. **Utilizando UML e padrões**: uma introdução à análise e ao projeto orientado a objetos e ao processo unificado. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2020.

LEITE, L. **A formação docente para a integração das tecnologias no ensino: desafios e possibilidades**. Educação e Realidade, São Paulo, 2012.

LEITE, S. **Formação docente para o uso das tecnologias digitais**. São Paulo: Cortez, 2012.

LI, Q.; CHEN, Y.-L. Entity-Relationship Diagram. In: **Modeling and Analysis of Enterprise and Information Systems**. Berlin: Springer, 2009. p. 125–139. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-540-89556-5_6. Acesso em: 5 jul. 2025.

LIMA HORST, E.; ZANKI CORDENONSI, A. O uso das plataformas de prototipagem Arduino e Raspberry Pi na educação brasileira: uma Revisão Sistemática de Literatura. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 470–480, 2021.

LIMA, J.; GONÇALVES, R. Inclusão digital em ambientes escolares: reflexões e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 77, e2400XX, 2019.

LINS, Paulo Alberto Gonçalves; NASCIMENTO, Adrianne Fernandes do; NASCIMENTO, Anabelle Fernandes do. Mulheres nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's): quebrando barreiras de gênero. **Research, Society and Development**, [S.I.], v. 13, n. 12, e212131247869, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i12.47869.

MACEDO, T. L. A. *et al.* Challenge Based Learning in Computing Education: A Systematic Literature Review. In: IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE), 2023, College Station. **Proceedings...** Piscataway: IEEE, 2023.

MAHER, M. L. *et al.* Learning Ecosystems: A Framework for Education in the 21st Century. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, [S.I.], v. 20, art. 1, 2023.

MARIN, Luciano Heitor Gallegos *et al.* (org.). **Ética e vieses em dados: perspectivas gerais**. São Paulo: Abecin Editora, 2024.

MARSHALL, H. **Top 7 tools to create an Entity Relationship Diagram (ERD)**, 2025. Trevor.io Blog, 2025. Disponível em: <https://trevor.io/blog/top-7-entity-relationship-diagram-tools>. Acesso em: 5 jul. 2025.

MELAK, Addissie; SINGH, Seema. Factors Affecting Women's Choice of Learning Engineering and Technology Education in Ethiopia. **IEEE Access**, [S.I.], v. 9, p. 83900-83913, 2021.

MENDONÇA, T. C.; VARVAKIS, G. Análise do uso da informação para tomada de decisão gerencial em gestão de pessoas: estudo de caso em uma instituição bancária. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 23, n. 1, p. 104–119, jan./mar. 2018.

MEYER, Caitlin; DU, Baogui; GOUDA, Mohamed Amin. Applying machine learning to gauge the number of women in science, technology, and innovation policy (STIP). **Humanities and Social Sciences Communications**, [S.I.], v. 12, art. 1245, 2025.

MEZIROW, J. **Transformative dimensions of adult learning**. 2. ed. San Francisco: Jossey-Bass, 1996.

MICROSOFT. **IntelliSense in Visual Studio Code**. 2021. Disponível em: <https://code.visualstudio.com/docs/editor/intellisense>. Acesso em: 5 jul. 2025.

MICROSOFT. **Why did we build Visual Studio Code?**. 2025. Disponível em: <https://code.visualstudio.com/docs/editor/whyvscode>. Acesso em: 5 jul. 2025.

MILLER, Ryan A. *et al.* "It's Dude Culture": Students With Minoritized Identities of Sexuality and/or Gender Navigating STEM Majors. **Journal of Diversity in Higher Education**, [S.I.], v. 14, n. 3, p. 340-352, 2021.

MIRANDA, Raphael; PEREIRA NETO, João Luiz de Amorim. **Introdução ao Raspberry Pi**. Niterói: UFF, 2021. (apostilas PET-Tele)

MITRA, S. **The hole in the wall**: self-organising systems in education. New Delhi: Tata McGraw-Hill, 2006.

MOKRONOSOV, A. G. *et al.* Competency Assessment of a Secondary Vocational Education Graduate According to WORLD SKILLS Standards. **The Education and Science Journal**, [S.I.], v. 24, n. 9, p. 69-91, 2022.

MOLDON, L.; STROHMAIER, M.; WACHS, J. How gamification affects software developers: Cautionary evidence from a natural experiment on GitHub. **Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction**, New York, v. 4, n. CSCW3, art. 234, 2021.

MOLINARO, A. **SQL visual quickstart guide**. Berkeley: Peachpit Press, 2005.

MONK, Simon. **Raspberry Pi Cookbook**: Software and Hardware Problems and Solutions. 4. ed. Beijing: O'Reilly, 2022.

MONTESSORI, M. **A mente absorvente**. São Paulo: Ed. WMF Martins Fontes, 2007.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos**: novos desafios e como chegar lá. Campinas: Papirus, 2000.

MORÉ, C. L. C. *et al.* A entrevista como técnica de investigação na pesquisa qualitativa. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v. 11, n. 3, p. 23-38, 2017.

MOURA, D.; SILVA, R. Plataformas institucionais e eficiência pedagógica. **Revista de Gestão Educacional**, [S.I.], 2023.

NASCIMENTO, Maria Selma Lima do *et al.* Neuroeducação e tecnologia: parceiras emergentes no processo ensino-aprendizagem no contexto educacional do século XXI. **Texto Livre**, Belo Horizonte, v. 15, e40459, 2022. DOI: 10.35699/1983-3652.2022.40459.

NETO, Antonio A. M. *et al.* A Teoria da Carga Cognitiva e Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia nos currículos de formação de professores de Física no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.I.], v. 45, e20230156, 2023.

NGUYEN, N. B. C. *et al.* TEADASH: implementing and evaluating a teacher-facing dashboard using Design Science Research. **Informatics**, [S.I.], v. 11, n. 3, p. 61, 2024.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Gestão do conhecimento**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

NONAKA, I.; TOYAMA, R.; KONNO, N. SECI, Ba and Leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. **Long Range Planning**, [S.I.], v. 33, n. 1, p. 5-34, 2000.

NOVIYANTI, Mery *et al.* Barriers to gender equity in STEM distance learning: perspectives from Indonesian students. **Multidisciplinary Reviews**, [S.I.], v. 8, e2026175, 2025.

OECD. **Oslo Manual**: guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3. ed. Paris: OECD Publishing, 2005.

OLIVEIRA, R.; BERNARDI, L. **Avaliação da aprendizagem e competências digitais no ensino superior**. Curitiba: Appris, 2024.

OMG – OBJECT MANAGEMENT GROUP. **Business Process Model and Notation (BPMN) Specification**. Versão 2.0.2. Needham: OMG, 2013. Disponível em: <https://www.omg.org/spec/BPMN>. Acesso em: 5 jul. 2025.

ORACLE. **MySQL Documentation**. 2025. Disponível em: <https://dev.mysql.com/doc/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

ORIENTSOFTWARE. **Flutter vs. Dart**: friend or foe? Unveiling the developer duo. OrientSoftware, abr. 2024. Blog. Disponível em: <https://www.orientsoftware.com/blog/flutter-vs-dart/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

PAVÃO, Ana Cláudia Oliveira; ROCHA, Karla Marques da; BERNARDI, Giliane (org.). **Tecnologias educacionais em rede**: produtos e práticas inovadoras. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2019. v. 2.

PAPERT, S. **A criança e o computador**: a construção do conhecimento na escola. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PAPERT, S. **Mindstorms**: children, computers, and powerful ideas. New York: Basic Books, 1980.

PAPERT, S. Situating constructionism. *In: HAREL, I.; PAPERT, S. (ed.). Constructionism*. Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1991. p. 1-11.

PAVLO, A. *et al.* What's New in SQL? Modern SQL Features for Big Data Analytics. **Communications of the ACM**, New York, v. 64, n. 7, p. 72–82, 2021.

PEFFERS, Ken *et al.* A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. **Journal of Management Information Systems**, [S.I.], v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PEREIRA, Lincoln Nilo; PINTO, José Simão de Paula. Sistemas de informação e IoT: uma revisão sistemática. **RevistaFT**, [S.I.], v. 29, n. 142, 2025. DOI: 10.69849/revistaft/th102501180754.

PIAGET, J. **A psicologia da criança**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

PIAGET, J. **A psicologia da inteligência**. Rio de Janeiro: Zahar, 1971.

PINTO JARAMILLO, Oscar Ivan. **Implementación de un servidor multimedia sobre un NAS empleando un Raspberry Pi**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Eletrônica e Telecomunicações) – Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2022.

PINTO, Dorlivete de Almeida; COSTA, Lauro César Araújo da. O uso de metodologias ativas e tecnologias digitais no ensino de computação: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, [S.I.], v. 13, n. 12, e212131247869, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i12.47869.

PUB.DEV. **flutter_speed_dial**. 2025. Biblioteca de software. Disponível em: https://pub.dev/packages/flutter_speed_dial. Acesso em: 5 jul. 2025.

PYLVÄS, Laura; NOKELAINEN, Petri. Finnish WORLD SKILLS Achievers' Vocational Talent Development and School-to-Work Pathways. **International Journal for Research in Vocational Education and Training**, [S.I.], v. 4, n. 2, p. 95-116, 2017. DOI: 10.13152/IJRVET.4.2.1.

RAO, P.; SHETTY, A. Performance evaluation of ARM-based microservers for e-learning environments. **International Journal of Digital Learning Technologies**, v. 15, n. 1, p. 55–70, 2022.

RASPBERRY PI FOUNDATION. **Raspberry Pi User Guide**. Cambridge: Raspberry Pi Foundation, 2014.

RASPBERRY PI FOUNDATION. **Raspberry Pi OS Documentation**. Cambridge, 2025. Disponível em: <https://www.raspberrypi.com/documentation/>. Acesso em: [s.d.].

RASPBERRY PI LTD. **Raspberry Pi 4 Model B**: datasheet. Cambridge, 2024.

RAVI, R. *et al.* A Study on Comparison of UML and ER Diagram. **International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)**, [S.I.], v. 7, n. 5, p. 1425–1430, 2020.

RAY, M. **Learning Raspberry Pi**. Birmingham: Packt Publishing, 2014.

REYES, Stephanie Torres. **Inovação Frugal na Educação**: uma perspectiva para América Latina. Belo Horizonte: SciELO Preprints, 2024. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.8290.

RIBEIRO, Polyana de Lima *et al.* Creation and validation of a visual educational technology content for lactation physiology learning. **Revista Brasileira de Enfermagem**, [S.I.], v. 73, n. 6, e20190564, 2020.

RICHARDSON, M.; WALLACE, S. **Getting started with Raspberry Pi**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2012.

ROCHA, P. S. *et al.* Ensino e aprendizagem de programação: análise da aplicação de proposta metodológica baseada no sistema personalizado de ensino. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, 2010.

RODRIGUES, Danielle Rezende; SOUZA, Ana Carolina Magalhães de; MELLO, José André Villas Boas. Assimetrias sociais, habitats de aprendizagem e

capacitação para o Mundo VUCA: a "Casa da Inovação" como estudo de caso. **Cidades, Comunidades e Territórios**, Lisboa, n. 44, p. 212-229, 2022.

ROESCH, Sylvia C. V. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

ROMÁN-GRAVÁN, Pedro *et al.* Perceptions about the Use of Educational Robotics in the Initial Training of Future Teachers: A Study on STEAM Sustainability among Female Teachers. **Sustainability**, Basel, v. 12, n. 10, art. 4154, 2020.

ROMANOVA, Olga A.; ANISIMOVA, Ksenia V. Demonstration Exam in Continuing Entrepreneurial Education within the VET and HE Systems. **Higher Education in Russia**, [S.I.], v. 32, n. 6, p. 54-75, 2023.

RUMIZEN, M. C. **Gestão do conhecimento**: benchmarking de melhores práticas. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

SÁEZ-DELGADO, Fabiola *et al.* Efectividad de las intervenciones con tecnologías para promover la autorregulación del aprendizaje en estudiantes universitarios: un metaanálisis. **Texto Livre**, Belo Horizonte, v. 16, e46636, 2023. DOI: 10.1590/1983-3652.2023.46636.

SALAS-RUEDA, Ricardo-Adán; CABRERA-RODRÍGUEZ, Arturo-Efrén; DOMÍNGUEZ-HERRERA, Eduardo. Uso del Aula invertida y la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el concepto paisaje en el Colegio de Bachilleres. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 18, n. 1, p. 429-449, 2024.

SANTANA, Lílian Dominguez *et al.* Rigor e relevância na Ciência da Informação: Pesquisa-ação, Design Science Research e Action Design Research. **Informação & Informação**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 273-297, 2023.

SAVI, Rafael; ULBRICHT, Vania Ribas. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, 2008.

SCHUMPETER, J. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1982.

SCHWARTZ, G. **Enciclopédia de gestão do conhecimento**. São Paulo: Atlas, 2006.

SCHWERTER, Jakob *et al.* Putting the pieces of the puzzle together in modeling gendered educational choices. **International Journal of STEM Education**, [S.I.], v. 12, n. 38, 2025. DOI: 10.1186/s40594-025-00558-y.

SEGADO-BOJ, Francisco. Research on social media and journalism (2003-2017): a bibliometric and content review. **Transinformação**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 43-58, 2018.

SEIDEL, Stefan *et al.* Design principles for sensemaking support systems in environmental sustainability transformations. **European Journal of Information Systems**, [S.I.], v. 27, n. 2, p. 221-247, 2018.

SENAI. **Brasil conquista o 3º lugar geral na WORLD SKILLS 2019**: Mundial de Profissões Técnicas. Brasília: SENAI, 2019. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/senai/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

SENAI. **Histórico da participação brasileira na WORLD SKILLS**. Brasília: SENAI, 2022. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/senai/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

SENAI. **Relatos de desempenho de delegações brasileiras na WORLD SKILLS**. Brasília: SENAI, 2025.

SENAI. **WORLD SKILLS Brasil 2025**: estamos prontos para o nacional. Curitiba: SENAI/PR, 2025.

SEO, Hyunjin *et al.* Informal Technology Education for Women Transitioning from Incarceration. **Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction**, New York, v. 5, n. CSCW2, art. 438, 2021.

SHABALINA, Olga; KATAEV, Viktor; VOROBKALOV, Valeriy. Gamification in the Educational Process: The Experience of Designing and Developing a Serious Game. *In: YOUNG SCIENTISTS CONFERENCE (EIConRus)*, 2019. **Proceedings...** St. Petersburg: IEEE, 2019.

SHOVIC, John C. **Raspberry Pi IoT Projects**: Prototyping Experiments for Makers. 2. ed. Berkeley: Apress, 2021.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Database system concepts**. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2020.

SILVA, Gabriel de Oliveira; DIAS, Wanderson Roger Azevedo; ESCUDERO, Danilo Pereira. Análise do Desempenho Computacional da Raspberry Pi Executando o Benchmark SysBench. *In: SIMPÓSIO EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS DE ALTO DESEMPENHO (SSCAD)*, 23., 2022, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBC, 2022. DOI: 10.5753/wscad_estendido.2022.21905.

SILVA, Helena Santos *et al.* Escala de aprendizagem cooperativa: validação para estudantes universitários de Portugal e do Brasil. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 29, e290013, 2024.

SILVA, Kleber Francisco da; OLIVEIRA, Roberto Dalmo Varallo Lima de; SOARES, Márton Herbert Flora Barbosa. ¿Lúdico para quem? Relações do poder social e as possibilidades de aprendizagem no ensino de química através de jogos didáticos. **Educación Química**, [S.I.], v. 34, n. 3, p. 1–16, 2023.

SILVA, S. L. O papel do capital intelectual e da diversidade na gestão do conhecimento e na inovação. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 29, e5808, 2022.

SINGH, V.; PATEL, R.; KUMAR, A. Edge computing limits in low-cost educational deployments. **IEEE Access**, v. 11, p. 45210–45225, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3278912>.

SINGH, A.; KUMAR, A.; TRIPATHY, A. Role of Big Data and Artificial Intelligence in Knowledge Management. **International Journal of Information Management Data Insights**, [S.I.], v. 2, n. 1, 100068, 2022.

SKINNER, B. F. **Sobre o behaviorismo**. São Paulo: Cultrix, 1974.

SMIRNOVA, Zhanna Venediktovna et al. WorldSkills as means of improving quality of pedagogical staff training. **International Journal of Engineering & Technology**, [S.I.], v. 7, n. 4, p. 4103–4108, 2018. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.18638.

SOUSA, Maria José et al. Digital Learning Is an Educational Format towards Sustainable Education. **Sustainability**, [S.I.], v. 14, n. 3, 1140, 2022.

STACK OVERFLOW. **Stack Overflow Developer Survey 2024**. 2024. Disponível em: <https://survey.stackoverflow.co/2024>. Acesso em: 5 jul. 2025.

SUNG, Jung Sun; HUANG, Wen-Hao David. Motivational design for inclusive digital learning: Women college engineering students' motivation for online STEM learning. **Contemporary Educational Technology**, [S.I.], v. 16, n. 1, ep489, 2024.

THAIDUONG, Ngo. Navigating male-dominated industries: factors in the career development of women leaders in Vietnamese manufacturing and technology. **Humanities and Social Sciences Communications**, [S.I.], v. 12, art. 848, 2025.

THORSEN, Gry E.; MADSEN, Lene Møller; HOLMEGAARD, Henriette T. The (re)production of insecurities: an ethnographic study of the gendered science classroom in upper secondary school. **Cultural Studies of Science Education**, [S.I.], v. 20, p. 293-319, 2025.

TREVISAN, Laís Viera et al. Transformative Learning for Sustainability Practices in Management and Education: A Systematic Literature Review. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, [S.I.], v. 16, n. 2, e02945, 2022. DOI: 10.24857/rgsa.v16n2-003.

UMAH, Enik Chairul et al. Digital Learning Development in Higher Education. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**, [S.I.], v. 14, n. 13, p. 112-126, 2020. DOI: 10.3991/ijim.v14i13.14561.

UNESCO. **Education in a post-COVID world**: nine ideas for public action. Paris: UNESCO, 2020. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org>. Acesso em: 22 mar. 2025.

UNESCO. **Global Skills Academy Spotlight Session at WORLD SKILLS Conference 2024**. Paris: UNESCO, 2024.

UPTON, Eben; HALFACREE, Gareth. **Raspberry Pi User Guide**. 5. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2020.

VALENTE, J. A. **Tecnologia e aprendizagem**. Campinas: UNICAMP/NIED, 2014.

VENABLE, John; PRIES-HEJE, Jan; BASKERVILLE, Richard. FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research. **European Journal of Information Systems**, [S.I.], v. 25, n. 1, p. 77-89, 2016.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VENTURA, Viviane de Almeida; MANSUR, Ariane Terezinha Pin Jacinto. **Mulheres na Tecnologia: (In)ações do Estado**. Vitória: Centro de Estudos e Análises de Políticas Públicas e Gestão Governamental (CEAPGG-ES), 2023.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WAGNER, Gerit; LUKYANENKO, Roman; PARÉ, Guy. Artificial intelligence and the conduct of literature reviews. **Journal of Information Technology**, [S.I.], v. 37, n. 2, p. 209-226, 2022.

WALTERN. **Flutter Q3 2022 Survey Results Revealed**. Walturn, set. 2022. Disponível em: <https://www.walturn.com/insights/flutter-q3-2022-survey-results>. Acesso em: 5 jul. 2025.

WATERKEMPER, Roberta; PRADO, Marta Lenise do. The learning incubator: an innovative teaching and learning technology in nursing. **Texto & Contexto - Enfermagem**, Florianópolis, v. 20, n. 3, p. 603-608, 2011.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge: Harvard University Press, 1985.

WILEY, D. Open education resources: the logic of reuse. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON OPEN LEARNING*, 1., 2010, Utah. **Proceedings...** Utah: BYU, 2010.

WILEY, D. The open education movement and open educational resources. **Open Learning: The Journal of Open and Distance Learning**, [S.I.], v. 25, n. 1, p. 25-39, 2010.

WORLD BANK. **Knowledge map**: impact of ICTs on learning and achievement. Washington, DC: World Bank, 2023.

WORLDSKILLS AUSTRALIA. **Virtual skills competitions 2024**: Cloud computing, cyber security and IT network systems administration. Sydney: WORLDSKILLS Australia, 2024.

WORLDSKILLS NETHERLANDS. **X-Factors toolkit**: learning through skills competitions. Amsterdam: WORLDSKILLS Netherlands, 2020.

WORLDSKILLS UK. **Centre of Excellence**: Competition-based learning for VET excellence. London: WORLDSKILLS UK, 2023.

WORLDSKILLS UK. **Learnings from WORLDSKILLS Lyon and beyond**: International benchmarking report. London: WORLDSKILLS UK, 2024.

WORLDSKILLS. **About WORLDSKILLS**. 2023. Disponível em: <https://worldskills.org/about>. Acesso em: 5 jul. 2025.

WORLDSKILLS. **Official Competition Rules 2023**. 2023. Documento técnico. Disponível em: <https://worldskills.org>. Acesso em: 13 abr. 2025.

WORLDSKILLS. **Relatório anual 2023**. 2023. Disponível em: <https://worldskills.org>. Acesso em: 28 mar. 2025.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by design**: implementing game mechanics in WEB and mobile apps. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.

APÊNDICE 1 – CONSTRUÇÃO DOS SITES DIDÁTICO E LÚDICO

Código – Hub (HTML)

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="pt-BR">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
  scale=1.0">
  <link rel="icon" href="imagens/sesizada.png">
  <link rel="stylesheet" href="styles.css">
  <link rel="stylesheet"
  href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Lato:wght@400;70
  0&display=swap">
  <title>Site Didático</title>
</head>
<body>
  <header>
    <div class="logo"></div>
    <div class="texto">Site Didático</div>
  </header>

  <div class="logotipoSE">
    
  </div>

  <button>
    
  </button>

  <div class="escalas-container">
    <div class="escalas-item"><a href="https://site-ed-
    fisica3e.netlify.app" target="_blank"><p>Educação Física</p></a></div>
    <div class="escalas-item"><a
    href="https://sitematematicaac43e.netlify.app/">
  
```

```

target="_blank">><p>Análise Combinatória</p></a></div>

    <div class="escalas-item"><a href="https://quiz-2guerra-3e.netlify.app" target="_blank"><p>História
WW2</p></a></div>

    <div class="escalas-item"><a
href="https://sitegenetica33e.netlify.app/" target="_blank"><p>Biologia</p></a></div>

    <div class="escalas-item"><a
href="https://sitefisica33e.netlify.app/" target="_blank"><p>Física</p></a></div>

    <div class="escalas-item"><a href="https://guerras-mundiais-3e-9.netlify.app/" target="_blank"><p>Guerras
Mundiais</p></a></div>

    <div class="escalas-item"><a
href="https://sitematematica23e.netlify.app"
target="_blank"><p>Bháskara</p></a></div>

    <div class="escalas-item"><a
href="https://sitedoencasgeneticas3e.netlify.app/"
target="_blank"><p>Genética</p></a></div>

    <div class="escalas-item"><a
href="https://siteingles23e.netlify.app/" target="_blank"><p>Inglês</p></a></div>

    <div class="escalas-item"><a
href="https://sitequimica23e.netlify.app/" target="_blank"><p>Química</p></a></div>

</div>

<div class="logotipoID">
    
</div>

<footer>
    Todos os direitos reservados © 2024 Lincoln Pereira
    <div id="customAlert" class="custom-alert">Projeto
idealizado por Lincoln Pereira</div>
</footer>

```

```

<script>
  function showAlert() {
    const alertBox = document.getElementById('customAlert');
    alertBox.style.display = 'block';
    setTimeout(function() { alertBox.style.display = 'none';
}, 5000);
  }
</script>
</body>
</html>

```

Código – Hub (CSS)

```

.escalas-container {
  display: grid;
  grid-template-columns: repeat(5, 1fr);
  gap: 12px;
  padding: 12px;
  max-width: 1000px;
  margin: 0 auto;
  margin-top: 10px;
}
.escalas-item {
  border: 2px solid black;
  padding: 16px;
  text-align: center;
  background-color: #003871;
  border-radius: 8px;
  box-shadow: 0 0 10px rgba(0,0,0,0.1);
  cursor: pointer;
  transition: background-color .3s, transform .3s;
}

```

Código – Conversor (HTML)

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="pt-br">

```

```

<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Conversão de Temperaturas</title>
  <link rel="stylesheet" href="interface.css">
</head>
<body>
  <header>
    <div class="center"><strong>Conversor de Temperatura online
    e gratuito!</strong></div>
    <div class="logo"></div>
  </header>

  <h1>Qual a escala que você deseja transferir para outra?</h1>

  <div class="escalas-container">
    <button class="escalas-item" id="celsius-button">
      <p>Graus
      Celsius</p>
    </button>
    <button class="escalas-item" id="fahrenheit-button">
      <p>Graus
      Fahrenheit</p>
    </button>
    <button class="escalas-item" id="kelvin-button">
      <p>Kelvin</p>
    </button>
  </div>

  <div class="details-container">
    <h2 id="select-scale-heading" style="display:none;">Para
    qual escala você deseja transferir?</h2>

    <div id="celsius-details" class="details">
      <div class="escalas-item"><p>Graus Fahrenheit</p></div>
      <div class="escalas-item"><p>Kelvin</p></div>
    </div>
  
```

```

</div>

<div id="fahrenheit-details" class="details">
    <div class="escalas-item"><p>Graus Celsius</p></div>
    <div class="escalas-item"><p>Kelvin</p></div>
</div>

<div id="kelvin-details" class="details">
    <div class="escalas-item"><p>Graus Celsius</p></div>
    <div class="escalas-item"><p>Graus Fahrenheit</p></div>
</div>
</div>

<div class="input-container" style="display:none;">
    <input type="number" id="temperature-input" placeholder="Digite o valor da temperatura">
    <button id="convert-button">Converter</button>
</div>

<script src="interface.js"></script>
</body>
</html>

```

Código – Conversor (CSS)

```

.escalas-container {
    display: grid;
    grid-template-columns: repeat(3, 1fr);
    gap: 16px;
    padding: 16px;
    max-width: 1200px;
    margin: 0 auto;
}

.escalas-item {

```

```
border: 2px solid #E67E22;
padding: 16px;
text-align: center;
background-color: #FFDAB9;
border-radius: 8px;
box-shadow: 0 0 10px rgba(0,0,0,0.1);
cursor: pointer;
transition: background-color .3s, transform .3s;
}

.details-container {
  display: grid;
  grid-template-columns: repeat(3, 1fr);
  gap: 16px;
  padding: 16px;
  max-width: 1200px;
  margin: 20px auto;
}

.details {
  display: none; /* Inicialmente oculta os detalhes */
  flex-direction: row; /* Alinha os itens horizontalmente */
}

.input-container {
  text-align: center;
  margin-top: 20px;
}

input[type="number"] {
  padding: 10px;
  font-size: 16px;
  width: 200px;
  margin-right: 10px;
  border-radius: 5px;
  border: 2px solid #E67E22;
  outline: none;
  transition: border-color .3s;
}

input[type="number"]:focus { border-color: #D35400; }
```

```

button#convert-button {
  padding: 10px 20px;
  font-size: 16px;
  border: none;
  border-radius: 5px;
  background-color: #FFB347;
  color: white;
  cursor: pointer;
  transition: background-color .3s, transform .3s;
}

button#convert-button:hover {
  background-color: #FF8C00;
  transform: scale(1.05);
}

```

Código — Conversor (JavaScript)

```

document.addEventListener('DOMContentLoaded', () => {
  const celsiusButton = document.getElementById('celsius-button');

  const fahrenheitButton = document.getElementById('fahrenheit-button');

  const kelvinButton = document.getElementById('kelvin-button');

  const celsiusDetails = document.getElementById('celsius-details');

  const fahrenheitDetails =
  document.getElementById('fahrenheit-details');

  const kelvinDetails = document.getElementById('kelvin-details');

  const selectScaleHeading = document.getElementById('select-scale-heading');

  const inputContainer = document.querySelector('.input-container');

  const temperatureInput =
  document.getElementById('temperature-input');

```

```
const convertButton = document.getElementById('convert-button');

let fromScale = '';
let toScale = '';

function hideAllDetails() {
  celsiusDetails.style.display = 'none';
  fahrenheitDetails.style.display = 'none';
  kelvinDetails.style.display = 'none';
  inputContainer.style.display = 'none';
  selectScaleHeading.style.display = 'none';
  removePressedState();
}

function removePressedState() {
  document.querySelectorAll('.pressed').forEach(button => {
    button.classList.remove('pressed');
  });
}

function showDetails(detailsElement, buttonElement) {
  detailsElement.style.display = 'flex';
  selectScaleHeading.style.display = 'block';
  buttonElement.classList.add('pressed');
  inputContainer.style.display = 'block';

  detailsElement.querySelectorAll('.escalas-item').forEach(item => {
    item.addEventListener('click', () => {
      removePressedState();
      item.classList.add('pressed');
      toScale = item.querySelector('p').innerText;
    });
  });
}

}
```

```
celsiusButton.addEventListener('click', () => {
  hideAllDetails();
  fromScale = 'C';
  showDetails(celsiusDetails, celsiusButton);
});

fahrenheitButton.addEventListener('click', () => {
  hideAllDetails();
  fromScale = 'F';
  showDetails(fahrenheitDetails, fahrenheitButton);
});

kelvinButton.addEventListener('click', () => {
  hideAllDetails();
  fromScale = 'K';
  showDetails(kelvinDetails, kelvinButton);
});

convertButton.addEventListener('click', () => {
  const value = parseFloat(temperatureInput.value);
  if (isNaN(value)) {
    showAlert('Por favor, insira um valor válido.');
    return;
  }

  let result;
  switch (fromScale) {
    case 'C':
      result = (toScale === 'Graus Fahrenheit') ? (value * 9/5) + 32 : value + 273.15;
      break;
    case 'F':
      result = (toScale === 'Graus Celsius') ? (value - 32) * 5/9 : ((value - 32) * 5/9) + 273.15;
      break;
  }
});
```

```

        case 'K':
            result = (toScale === 'Graus Celsius') ? value - 273.15
: ((value - 273.15) * 9/5) + 32;
            break;
        default:
            showAlert('Por favor, selecione uma escala de
destino.');
            return;
    }
    showAlert(`O valor convertido é: ${result.toFixed(2)}`);
}

function showAlert(message) {
    const alertContainer = document.createElement('div');
    alertContainer.classList.add('custom-alert');
    alertContainer.innerText = message;
    document.body.appendChild(alertContainer);
    setTimeout(() => { alertContainer.remove(); }, 3000);
}
);

```

Código – Berçário (HTML)

```

<div class="playlist-container" id="playlist">
    <h1>Músicas</h1>
    <div class="playlist">
        <div class="track">
            <div class="track-info"><span class="track-
number">1.</span><span class="track-name">Brincadeira na
Floresta</span></div>
            <button class="track-player" data-audio="audio1"></button>
            <button class="track-stop" data-audio="audio1"></button>
        </div>
        <div class="track">

```

```

<div class="track-info"><span class="track-number">2.</span><span class="track-name">Brilha Brilha  
Estrelinha</span></div>

    <button class="track-player" data-audio="audio2"></button>

    <button class="track-stop" data-audio="audio2"></button>

</div>

<div class="track">

    <div class="track-info"><span class="track-number">3.</span><span class="track-name">Fazendeiro  
McDonald</span></div>

    <button class="track-player" data-audio="audio3"></button>

    <button class="track-stop" data-audio="audio3"></button>

</div>

<div class="track">

    <div class="track-info"><span class="track-number">4.</span><span class="track-name">Nana  
Neném</span></div>

    <button class="track-player" data-audio="audio4"></button>

    <button class="track-stop" data-audio="audio4"></button>

</div>

<div class="track">

    <div class="track-info"><span class="track-number">5.</span><span class="track-name">O Meu  
Barquinho</span></div>

    <button class="track-player" data-audio="audio5"></button>

    <button class="track-stop" data-audio="audio5"></button>

</div>

<div class="track">

```

```

<div class="track-info"><span class="track-number">6.</span><span class="track-name">A Dona Aranha</span></div>

<button class="track-player" data-audio="audio6"></button>

<button class="track-stop" data-audio="audio6"></button>

</div>
</div>
</div>

```

Código – Berçário (JavaScript)

```

const players = document.querySelectorAll('.track-player');
const stops = document.querySelectorAll('.track-stop');
let currentAudio = null;
players.forEach(player => {
  player.addEventListener('click', () => {
    const audioId = player.getAttribute('data-audio');
    const audio = document.getElementById(audioId);
    if (currentAudio && currentAudio !== audio) {
      currentAudio.pause();
      currentAudio.currentTime = 0;
    }
    if (audio.paused) { audio.play(); currentAudio = audio; }
    else { audio.pause(); }
  });
});
stops.forEach(stop => {
  stop.addEventListener('click', () => {
    const audioId = stop.getAttribute('data-audio');
    const audio = document.getElementById(audioId);
    audio.pause();
    audio.currentTime = 0;
  });
});

```

Código – Maternal 1 (JavaScript)

```
function showColorDetails(colorName, audioPath, relatedText,
relatedAudioPath, relatedImage) {
  var modal = document.getElementById('colorModal');
  modal.style.display = 'block';

  var colorNameElement = document.getElementById('colorName');
  colorNameElement.textContent = colorName;

  var colorImage = document.getElementById('colorImage');
  colorImage.src = `ImagensB/cor_${colorName.toLowerCase()}-removebg-preview.png`;

  var colorAudio = document.getElementById('colorAudio');
  colorAudio.src = audioPath;

  var relatedTextElement =
document.getElementById('relatedText');
  relatedTextElement.textContent = relatedText;

  var relatedAudio = document.getElementById('relatedAudio');
  relatedAudio.src = relatedAudioPath;

  var relatedImageElement =
document.getElementById('relatedImage');
  if (relatedImageElement) { relatedImageElement.src =
relatedImage; }

  const relatedImagesMap = {
    amarela: 'ImagensB/sol.png',
    azul: 'ImagensB/baleia.png',
    verde: 'ImagensB/folha.png',
    roxo: 'ImagensB/uva.png',
    vermelha: 'ImagensB/joaninha.png',
    laranja: 'ImagensB/laranja.png',
    rosa: 'ImagensB/flor.png',
    marrom: 'ImagensB/Ursinho Marrom 03.png'
```

```

    };

    relatedImageElement.src =
relatedImagesMap[colorName.toLowerCase()];
}

function closeModal() {
document.getElementById('colorModal').style.display = 'none'; }

function playAudio() { var audio =
document.getElementById('colorAudio'); audio.play(); }

function showRelatedInfo() {
document.getElementById('relatedInfo').style.display = 'block';
}

function playRelatedAudio() { var relatedAudio =
document.getElementById('relatedAudio'); relatedAudio.play(); }

```

Código – Maternal 2 (HTML – Modal)

```

<div id="modal" class="modal">
  <div class="modal-conteudo">
    <span class="fechar" id="fecharModal">×</span>
    <h2>Bem-vindo ao mundo das formas!</h2>
    <p>As formas são amigas e perderam seus objetos!</p>
    <br>
    <p>Ajude o Sr. Círculo, Sr. Triângulo e Sr. Quadrado a
    acharem seus objetos parecidos!</p>
    
  </div>
</div>

```

Código – Maternal 2 (JavaScript)

```

window.onload = function() { const modal =
document.getElementById('modal'); modal.style.display =
'block'; };

document.getElementById('fecharModal').onclick = function() {
const modal = document.getElementById('modal');
modal.style.display = 'none'; };

window.onclick = function(event) { const modal =
document.getElementById('modal'); if (event.target === modal) {
modal.style.display = 'none'; } };

```

```
const imagens = [
  { src: 'imagensFG/pizza.webp', resposta: 'Círculo' },
  { src: 'imagensFG/cubo.webp', resposta: 'Quadrado' },
  { src: 'imagensFG/cone.png', resposta: 'Triângulo' },
  { src: 'imagensFG/melancia.png', resposta: 'Triângulo' },
  { src: 'imagensFG/roda.webp', resposta: 'Círculo' },
  { src: 'imagensFG/presente.webp', resposta: 'Quadrado' },
  { src: 'imagensFG/almofada.png', resposta: 'Quadrado' },
  { src: 'imagensFG/arvre.png', resposta: 'Triângulo' },
  { src: 'imagensFG/relógio.webp', resposta: 'Círculo' }
];
let indiceAtual = 0;
function carregarImagem() {
  if (indiceAtual < imagens.length) {
    const imgElement = document.getElementById('imagem-forma');
    imgElement.src = imagens[indiceAtual].src;
    document.getElementById('resultado').innerHTML = '';
  } else { mostrarAlertFinal(); }
}
document.querySelectorAll('.opcao').forEach(opcao => {
  opcao.onclick = function() {
    const respostaUsuario = opcao.getAttribute('data-resposta');
    verificarResposta(respostaUsuario);
  };
});
function verificarResposta(respostaUsuario) {
  const respostaCorreta = imagens[indiceAtual].resposta;
  const resultadoElement =
  document.getElementById('resultado');
  if (respostaUsuario === respostaCorreta) {
    resultadoElement.innerHTML = 'Isso mesmo, você acertou!';
    resultadoElement.className = 'resultado certo';
    indiceAtual++;
    setTimeout(carregarImagem, 2000);
  } else {
```

```

        resultadoElement.innerHTML = 'Quase! Tente novamente';
        resultadoElement.className = 'resultado errado';
    }
}

function mostrarAlertFinal() { const alertFinal =
document.getElementById('alertFinal'); alertFinal.style.display =
'block'; setTimeout(() => { alertFinal.style.display =
'none'; }, 5000); }
carregarImagem();

```

Código – Pré-escola 1 (HTML)

```

<div class="contagem-container">
    <img id="imagem" src="" alt="De quem é essa sombra?">
    <textarea id="respostaUsuario" rows="4" cols="50"
placeholder="Digite aqui sua resposta..."></textarea>
    <button id="enviar" onclick="verificarResposta()">Enviar
Resposta</button>
    <div id="resultado" class="resultado"></div>
    <button id="proxima" class="botao" style="display:none;">
    onclick="proximaPergunta()">Próxima</button>
</div>

```

Código – Pré-escola 1 (JavaScript)

```

const imagens = [
    { src: 'imagensSA/cavalo.jpg', variavel: 'Cavalo', resposta:
'Cavalo' },
    { src: 'imagensSA/elefante.jpg', variavel: 'Elefante',
resposta: 'Elefante' },
    { src: 'imagensSA/galinha.jpg', variavel: 'Galinha',
resposta: 'Galinha' },
    { src: 'imagensSA/leão escuro.jpg', variavel: 'Leão',
resposta: 'Leão' },
    { src: 'imagensSA/ovelha.jpg', variavel: 'Ovelha', resposta:
'Ovelha' },
    { src: 'imagensSA/macaco.jpg', variavel: 'Macaco', resposta:
'Macaco' },
    { src: 'imagensSA/vaca.jpg', variavel: 'Vaca', resposta:
'Vaca' },

```

```
    { src: 'imagensSA/tigre.jpg', variavel: 'Tigre', resposta: 'Tigre' },
    { src: 'imagensSA/porco.jpg', variavel: 'Porco', resposta: 'Porco' },
    { src: 'imagensSA/girafa.jpg', variavel: 'Girafa', resposta: 'Girafa' }
];
let indiceAtual = 0;
function carregarImagem() {
    const imagemElement = document.getElementById('imagem');
    const respostaUsuarioElement =
document.getElementById('respostaUsuario');
    const resultadoElement =
document.getElementById('resultado');
    const proximaButton = document.getElementById('proxima');
    const imagemAtual = imagens[indiceAtual];
    imagemElement.src = imagemAtual.src;
    respostaUsuarioElement.value = '';
    resultadoElement.textContent = '';
    proximaButton.style.display = 'none';
}
function verificarResposta() {
    const respostaUsuario =
document.getElementById('respostaUsuario').value.trim().toLowerCase();
    const resultadoElement =
document.getElementById('resultado');
    const proximaButton = document.getElementById('proxima');
    const respostaCorreta =
imagens[indiceAtual].resposta.toLowerCase();
    if (respostaUsuario === respostaCorreta) {
        resultadoElement.textContent = 'Parabéns, você acertou!';
        resultadoElement.classList.remove('errado');
        resultadoElement.classList.add('certo');
        proximaButton.style.display = 'block';
    } else {
        resultadoElement.textContent = 'Tente novamente';
        resultadoElement.classList.remove('certo');
    }
}
```

```

        resultadoElement.classList.add('errado');

    }

}

function proximaPergunta() {
    if (indiceAtual < imagens.length - 1) {
        indiceAtual++;
        carregarImagem();
    } else {
        mostrarAlertFinal();
        indiceAtual = 0;
        carregarImagem();
    }
}

function mostrarAlertFinal() { const alertFinal =
document.getElementById('alertFinal'); alertFinal.style.display =
'block'; setTimeout(() => { alertFinal.style.display =
'none'; }, 5000); }

carregarImagem();

```

Código – Pré-escola 2 (JavaScript)

```

const operacoes = [
    { num1: 1, num2: 1, resultado: 2 },
    { num1: 2, num2: 3, resultado: 5 },
    { num1: 2, num2: 4, resultado: 6 },
    { num1: 4, num2: 3, resultado: 7 },
    { num1: 2, num2: 2, resultado: 4 },
    { num1: 3, num2: 3, resultado: 6 },
    { num1: 1, num2: 3, resultado: 4 },
    { num1: 1, num2: 2, resultado: 3 }
];

let indiceAtual = 0;

function carregarOperacao() {
    if (indiceAtual < operacoes.length) {
        const operacao = operacoes[indiceAtual];
        document.getElementById('bananaEsquerda').src =
`PRÉ2MAT/${operacao.num1}nana.png`;
    }
}

```

```

document.getElementById('bananaDireita').src =
`PRÉ2MAT/${operacao.num2}nana.png`;

const feedbackDiv = document.getElementById('feedback');
feedbackDiv.textContent = '';
feedbackDiv.className = '';
gerarOpcoes(operacao.resultado);
} else { abrirModalFinal(); }
}

function gerarOpcoes(respostaCorreta) {
  const opcoesContainer =
document.getElementById('opcoesRespostas');
  opcoesContainer.innerHTML = '';
  const opcoes = [respostaCorreta];
  while (opcoes.length < 3) {
    const opcaoErrada = Math.floor(Math.random() * 7) + 1;
    if (opcaoErrada !== respostaCorreta &&
!opcoes.includes(opcaoErrada)) { opcoes.push(opcaoErrada); }
  }
  opcoes.sort(() => Math.random() - 0.5);
  opcoes.forEach(opcao => {
    const img = document.createElement('img');
    img.src = `PRÉ2MAT/${opcao}nana.png`;
    img.alt = `${opcao} Bananas`;
    img.classList.add('banana-img', 'opcao');
    img.onclick = () => verificarResposta(opcao,
respostaCorreta);
    opcoesContainer.appendChild(img);
  });
}

function verificarResposta(respostaUsuario, respostaCorreta) {
  const feedbackDiv = document.getElementById('feedback');
  if (respostaUsuario === respostaCorreta) {
    feedbackDiv.textContent = 'Parabéns, você acertou!';
    feedbackDiv.className = 'feedback correto';
    indiceAtual++;
    setTimeout(carregarOperacao, 1500);
  } else {

```

```

    feedbackDiv.textContent = 'Errado, tente novamente';
    feedbackDiv.className = 'feedback errado';
}
}

function abrirModalInicio() {
document.getElementById('modalInicio').style.display = 'block';
}

function abrirModalFinal() {
document.getElementById('modalFinal').style.display = 'block';
}

function fecharModal(modalId) {
document.getElementById(modalId).style.display = 'none'; }
window.onload = function() { abrirModalInicio(); };
carregarOperacao();

```

Código – Flutter (SplashScreen.dart)

```

import 'package:flutter/material.dart';
import 'dart:async';
import 'package:ws_project/pages/login.dart';

void main() { runApp(const MyApp()); }

class MyApp extends StatelessWidget {
  const MyApp({super.key});
  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return MaterialApp(home: SplashScreen());
  }
}

class SplashScreen extends StatefulWidget {
  const SplashScreen({super.key});
  @override
  _SplashScreenState createState() => _SplashScreenState();
}

class _SplashScreenState extends State<SplashScreen> {

```

```

@Override
void initState() {
    super.initState();
    Timer(const Duration(seconds: 3), () {
        Navigator.of(context).pushReplacement(
            MaterialPageRoute(builder: (context) => LoginScreen())),
    );
}
}

@Override
Widget build(BuildContext context) {
    return const Scaffold(
        body: Center(
            child: Column(
                mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
                children: [
                    SizedBox(height: 20),
                    Text('Bem-vindo ao Meu App', style:
TextStyle(fontSize: 20, fontWeight: FontWeight.bold)),
                ],
            ),
        ),
    );
}
}

```

Código – Flutter (LoginScreen.dart)

```

import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:ws_project/biometric/biometric_service.dart';
import 'package:ws_project/pages/materias.dart';
import 'package:ws_project/pages/cadastro.dart';

class LoginScreen extends StatefulWidget {
    @override

```

```

    _LoginScreenState createState() => _LoginScreenState();
}

class _LoginScreenState extends State<LoginScreen> {
    final BiometricService _bioService = BiometricService();
    bool _isLoading = false;
    int tentativas = 0;

    @override
    void initState() {
        super.initState();
        _authenticateWithBiometrics();
    }

    Future<void> _authenticateWithBiometrics() async {
        if (tentativas <= 3) {
            setState(() => _isLoading = true);
            bool authenticated = await _bioService.authenticate();
            if (authenticated) {
                navigateToMaterias();
            } else {
                tentativas = tentativas + 1;
            }
            setState(() => _isLoading = false);
        }
    }

    void navigateToMaterias() {
        Navigator.pushReplacement(context,
        MaterialPageRoute(builder: (_) => const TelaMaterias())));
    }

    @override
    Widget build(BuildContext context) {
        return Scaffold(

```

```

        appBar: AppBar(title: const Text('Login'),
backgroundColor: Colors.grey),
body: _isLoading
    ? const Center(child: CircularProgressIndicator())
    : Padding(
        padding: const EdgeInsets.all(16),
        child: Column(
            mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
            children: [
                _buildLogo(),
                const SizedBox(height: 32),
                _buildTextField('Email'),
                const SizedBox(height: 16),
                _buildTextField('Senha', isPassword: true),
                const SizedBox(height: 16),
                _buildLoginButton(),
                const SizedBox(height: 16),
                TextButton(
                    onPressed: () => Navigator.push(context,
MaterialPageRoute(builder: (_) => const TelaCadastro())),
                    child: const Text('Criar conta'),
                )
            ],
        ),
    ),
),
);
}

Widget _buildLogo() => const FlutterLogo(size: 100);
Widget _buildTextField(String label, {bool isPassword =
false}) => TextFormField(
    obscureText: isPassword,
    decoration: InputDecoration(labelText: label, border:
const OutlineInputBorder()),
);
Widget _buildLoginButton() => ElevatedButton(
    onPressed: navigateToMaterias,

```

```
        style: ElevatedButton.styleFrom(backgroundColor:  
Colors.black, minimumSize: const Size(double.infinity, 50)),  
        child: const Text('Entrar'),  
    );  
}
```

Código – Flutter (BiometricService.dart)

```
import 'package:local_auth/local_auth.dart';
class BiometricService {
  final LocalAuthentication _auth = LocalAuthentication();
  Future<bool> authenticate() async {
    try {
      return await _auth.authenticate(
        localizedReason: 'Autentique para acessar o app',
        options: const AuthenticationOptions(stickyAuth: true),
      );
    } catch (e) {
      print('Erro na autenticação biométrica: $e');
      return false;
    }
  }
}
```

Código – Flutter (TelaCadastro.dart)

```
import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:ws_project/pages/login.dart';

class TelaCadastro extends StatelessWidget {
  const TelaCadastro({super.key});
  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return Scaffold(
      appBar: AppBar(
        leading: IconButton(
          icon: const Icon(Icons.arrow_back),
        ),
      ),
    );
  }
}
```

```
        onPressed: () {
            Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder:
(context) => LoginScreen())));
        },
),
title: const Text('Cadastro'),
),
body: SingleChildScrollView(
padding: const EdgeInsets.all(16.0),
child: Column(
crossAxisAlignment: CrossAxisAlignmentAlignment.center,
children: [
const SizedBox(height: 50),
Image.network('https://via.placeholder.com/150',
height: 100),
const SizedBox(height: 30),
TextFormField(decoration: const
InputDecoration(labelText: 'Nome Completo', border:
OutlineInputBorder())),
const SizedBox(height: 16),
TextFormField(decoration: const
InputDecoration(labelText: 'Cidade', border:
OutlineInputBorder())),
const SizedBox(height: 16),
TextFormField(decoration: const
InputDecoration(labelText: 'Curso', border:
OutlineInputBorder())),
const SizedBox(height: 16),
TextFormField(decoration: const
InputDecoration(labelText: 'Email', border:
OutlineInputBorder())),
const SizedBox(height: 16),
TextFormField(decoration: const
InputDecoration(labelText: 'Senha', border:
OutlineInputBorder())),
const SizedBox(height: 16),
ElevatedButton(
onPressed: () {
Navigator.push(context,
MaterialPageRoute(builder: (context) => LoginScreen())));

```

```

        } ,
        style: ElevatedButton.styleFrom(backgroundColor:
Colors.black, padding: const EdgeInsets.symmetric(horizontal:
100, vertical: 15)),
        child: const Text('Cadastrar-se', style:
TextStyle(color: Colors.white)),
    )
],
),
),
);
}
}
}

```

Código – Flutter (TelaMaterias.dart)

```

import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:ws_project/pages/ranking.dart';
import 'perfil.dart';

class TelaMaterias extends StatelessWidget {
const TelaMaterias({super.key});
@Override
Widget build(BuildContext context) {
    return Scaffold(
    appBar: AppBar(
    leading: Builder(
    builder: (context) {
        return IconButton(icon: const Icon(Icons.menu),
onPressed: () { Scaffold.of(context).openDrawer(); });
    },
),
),
drawer: Drawer(
    backgroundColor: Colors.white,
    child: ListView(padding: EdgeInsets.zero, children:
<Widget>[

```

```

        const DrawerHeader(decoration: BoxDecoration(color:
Colors.white), child:
Image.network('https://via.placeholder.com/150', height: 100)),
        _buildDrawerItem(context, 'Meu Perfil', const
TelaPerfil()),
        _buildDrawerItem(context, 'Ranking', TelaRanking()),
        _buildDrawerItem(context, 'Matéria', const
TelaMaterias()),
    ],
),
),
body: Column(children: [
Container(
padding: const EdgeInsets.all(16),
child: const Column(children: [Icon(Icons.book, size:
40), SizedBox(height: 8), Text('Materias', style:
TextStyle(fontSize: 20, fontWeight: FontWeight.bold))]),
),
Expanded(
child: ListView.builder(
itemCount: 10,
itemBuilder: (context, index) { return
_buildMateriaCard(index); },
),
),
]),
);
}
}

Widget _buildMateriaCard(int index) {
return Card(
margin: const EdgeInsets.symmetric(horizontal: 16,
vertical: 8),
child: SizedBox(
height: 140,
child: Stack(children: [
const Positioned(top: 16, left: 16, child: Text('Nome
da Matéria', style: TextStyle(fontWeight: FontWeight.bold))),
Positioned(

```

```

        bottom: 16,
        right: 16,
        child: ElevatedButton(
            onPressed: () {},
            style: ElevatedButton.styleFrom(backgroundColor:
Colors.black, foregroundColor: Colors.white),
            child: const Text('Acessar'),
        ),
    ),
],
),
),
);
}

Widget _buildDrawerItem(BuildContext context, String title,
Widget destination) {
    return Container(
        decoration: BoxDecoration(border: Border.all(color:
Colors.black, width: 1)),
        child: ListTile(
            tileColor: const Color.fromARGB(255, 255, 255, 255),
            title: Center(child: Text(title, style: const
TextStyle(color: Colors.black))),
            onTap: () { Navigator.push(context,
MaterialPageRoute(builder: (context) => destination)); },
        ),
    );
}
}

```

Código – Flutter (TelaPerfil.dart)

```

import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:ws_project/main.dart';
import 'package:ws_project/pages/materias.dart';
import 'package:ws_project/pages/ranking.dart';

```

```

class TelaPerfil extends StatelessWidget {
  const TelaPerfil({Key? key}) : super(key: key);
  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return Scaffold(
      appBar: AppBar(
        backgroundColor: Colors.white,
        iconTheme: const IconThemeData(color: Colors.black),
        title: const Text('Perfil', style: TextStyle(color: Colors.black)),
      ),
      drawer: _buildDrawer(context),
      body: _buildBody(),
    );
  }

  Widget _buildDrawer(BuildContext context) {
    return Drawer(
      child: ListView(padding: EdgeInsets.zero, children: [
        const DrawerHeader(decoration: BoxDecoration(color: Colors.white), child:
        Image.network('https://via.placeholder.com/150', height: 100)),
        _buildDrawerItem('Meu Perfil', Colors.black, Colors.white, () {}),
        _buildDrawerItem('Ranking', Colors.white, Colors.black,
        () => Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder: (_) =>
        TelaRanking()))),
        _buildDrawerItem('Matéria', Colors.white, Colors.black,
        () => Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder: (_) =>
        const TelaMaterias()))),
        const SizedBox(height: 16),
        Padding(
          padding: const EdgeInsets.all(16.0),
          child: ElevatedButton(
            style: ElevatedButton.styleFrom(backgroundColor: Colors.black, foregroundColor: Colors.white),
            onPressed: () => Navigator.pushReplacement(context, MaterialPageRoute(builder: (_) => const SplashScreen())),
            child: const Text('Logout'),
          ),
        ),
      ],
    );
  }

  Widget _buildBody() {
    return Container(
      padding: const EdgeInsets.all(16.0),
      child: Column(
        children: [
          const Text('Meu Perfil'),
          const Text('Ranking'),
          const Text('Matéria'),
          const Text('Logout'),
        ],
      ),
    );
  }
}

```

```
        ) ,
    ) ,
] ) ,
) ;
}

Widget _buildDrawerItem(String title, Color bgColor, Color
textColor, VoidCallback onTap) {
    return Container(
        decoration: BoxDecoration(border: Border.all(color:
Colors.black, width: 1)),
        child: ListTile(tileColor: bgColor, title: Center(child:
Text(title, style: TextStyle(color: textColor))), onTap:
onTap),
    );
}

Widget _buildBody() {
    return SingleChildScrollView(
        padding: const EdgeInsets.all(16.0),
        child: Column(
            mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.spaceEvenly,
            children: [
                const SizedBox(height: 50),
                Image.network('https://via.placeholder.com/150',
height: 100),
                const SizedBox(height: 30),
                _buildTextField('Nome Completo'),
                const SizedBox(height: 16),
                _buildTextField('Cidade'),
                const SizedBox(height: 16),
                _buildTextField('Curso'),
                const SizedBox(height: 16),
                ElevatedButton(onPressed: () {}, style:
ElevatedButton.styleFrom(backgroundColor: Colors.white), child:
const Text('Mudar Senha', style: TextStyle(color:
Colors.black))),
                const SizedBox(height: 16),
            ],
        ),
    );
}
```

```
        ElevatedButton(onPressed: () {}, child: const
Text('Atualizar', style: TextStyle(color: Colors.black))),,
    ],
),
);
}

Widget _buildTextField(String label) {
    return TextFormField(decoration: InputDecoration(labelText:
label, border: const OutlineInputBorder()));
}
}
```