



XIII Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2025)

Coordenação:

Saul Delabrida (UFOP)

Reinaldo Silva Fortes (UFOP)

Leticia Mara Peres (UFPR)





Anais da XIII Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2025)

<https://cbie.sbc.org.br/2025/jaie2/>

<https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc>

ISBN: 978-85-7669-657-5

Curitiba, PR, 24 a 28 de novembro de 2025

EDITORA

Sociedade Brasileira de Computação – SBC

ORGANIZADORES – CBIE 2025

Rachel Carlos Duque Reis (UFPR)

Roberto Pereira (UFPR)

Marcos Alexandre Castilho (UFPR)

Natasha Malveira Costa Valentim (UFPR)

Eduardo Todt (UFPR)

Andrey Ricardo Pimentel (UFPR)

ORGANIZAÇÃO E EXECUÇÃO

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

PROMOÇÃO

Comissão Especial de Informática na Educação – CEIE

REALIZAÇÃO

Sociedade Brasileira de Computação – SBC

Realização



Promoção



Organização



Fomento



**FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA**

**Apoio ao Desenvolvimento Científico
e Tecnológico do Paraná**

Patrocínio

nie.br

egi.br

Apoio





Este livro contém cinco capítulos correspondentes aos minicursos conduzidos na XIII Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2025), evento ocorrido no XIV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2025). A inclusão nesta publicação não necessariamente constitui endosso pelos editores e/ou organizadores.

A fonte e os direitos da SBC devem ser devidamente referenciados. As cópias não devem ser utilizadas de nenhum modo que implique o endosso da SBC. Cópias da obra não podem ser colocadas à venda sem a autorização expressa da SBC.

Permissão para fazer cópias impressas ou digitais de todo ou parte deste trabalho para uso pessoal ou acadêmico é concedido sem taxas desde que cópias não sejam feitas ou distribuídas para renda ou vantagem comercial e que cópias contenham esta observação e citação completa na primeira página.

Sociedade Brasileira de Computação
CNPJ no. 29.532.264/0001-78
Inscrição Estadual isenta
CCM nº 18115128
<http://www.sbc.org.br>

Av. Bento Gonçalves, 9500 – Setor 4 – Sala 116 – Prédio 43424 – Agronomia
CEP 91501-970 – Porto Alegre – RS, Brasil

Produzido em Curitiba, PR, Brasil





Esta obra está sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY). Você pode redistribuir este livro em qualquer suporte ou formato e copiar, remixar, transformar e criar a partir do conteúdo deste livro para qualquer fim, desde que cite a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C749 Congresso Brasileiro de Informática na Educação (14. : 24 nov. – 28 nov. 2025 : Curitiba)

XIII Jornada de Atualização em Informática na Educação – JAIE 2025 [recurso eletrônico] / coordenação: Saul Delabrida... [et al]. Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2025. 124 p. : il. : PDF

Modo de acesso: World Wide Web.

ISBN 978-85-7669-657-5 (e-book)

1. Computação – Brasil – Evento. 2. Informática na Educação. I. Delabrida, Saul. II. Fortes, Reinaldo Silva. III. Peres, Leticia Mara. IV. Sociedade Brasileira de Computação. V. Título.

CDU 004(063)

Ficha catalográfica elaborada por Annie Casali – CRB-10/2339

Biblioteca Digital da SBC – SBC OpenLib



Sociedade Brasileira de Computação

Av. Bento Gonçalves, 9500

Setor 4 | Prédio 43.412 | Sala 219 | Bairro

Agronomia Caixa Postal 15012 | CEP 91501-970

Porto Alegre - RS

Fone: (51) 99252-6018

sbc@sbc.org.br

Sobre o XIV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2025)



O Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) é um evento anual promovido pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), realizado por sua Comissão Especial de Informática na Educação (CE-IE), que promove e incentiva a troca de experiências entre as comunidades científica, profissional, governamental e empresarial na área de Informática na Educação brasileira.

Em 2025, o CBIE foi realizado no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR) com o tema **“Educação em Transformação: Inteligências que Moldam o Futuro”**. A temática desta edição buscou refletir sobre o impacto das diferentes inteligências — humana, artificial e coletiva — na construção do futuro da educação, com foco na interseção entre inovação pedagógica e tecnologia, explorando como a inteligência artificial e as novas metodologias de ensino podem potencializar a aprendizagem e ampliar a inclusão educacional. Esse reconhecimento representa um avanço significativo na compreensão do papel das múltiplas inteligências na reestruturação dos processos educativos, alinhando-se aos desafios e às oportunidades que moldarão a educação do futuro.

O XIV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2025) congregou os seguintes eventos satélites: XXXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE); XXXI Workshop de Informática na Escola (WIE); XIII Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE); Concurso Alexandre Direne de Teses, Dissertações e Trabalhos de Conclusão de Curso em Informática na Educação (CTD-IE); V Workshop de Pós-Graduação: Graduate Students Experience (StudX); Espaço de Criatividade; Painel de Políticas e Diretrizes em Informática na Educação (PPDIE); e o Apps.Edu, destinado a softwares educacionais que oferecem soluções tecnológicas relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem em espaços formais e não formais.





Em 2025, além dos eventos satélites também foram realizados seis workshops: Workshop sobre Descentralização em Informática na Educação – WDescentralE; Workshop de reflexões sobre o novo Marco Regulatório da EaD; Workshop de Ética e Regulação em Inteligência Artificial na Educação (WER-IAEdu); Workshop de Competências Socioemocionais e Diversidade na Computação: Caminhos para uma Educação Crítica e Inclusiva (MOSAICO); Workshop de Aplicações Práticas de Learning Analytics e Inteligência Artificial no Brasil (3º WAPLA); Workshop de Compartilhamento e Produção de Atividades sobre Pensamento Computacional na Educação Básica (WPCnaEB).

Realizado no espaço da Universidade Federal do Paraná, o CBIE 2025 também foi uma homenagem ao Professor Alexandre Direne, que foi docente desta instituição e que dá nome ao Concurso de Teses, Dissertações e Trabalhos de Conclusão de Curso em Informática na Educação. Direne dedicou sua vida à educação e a pesquisa em Informática na Educação, defendendo uma atuação crítica, rigorosa, responsável e alinhada ao interesse público.

Reunindo centenas de pessoas envolvidas com a educação e tecnologias educacionais, o CBIE 2025 reforçou as contribuições da série histórica de eventos promovida pela CEIE e SBC, oferecendo oportunidades de atualização e troca de experiências entre estudantes, professores, pesquisadores e outros profissionais da área. O evento promoveu a disseminação de conhecimento, de práticas pedagógicas inovadoras, e o aperfeiçoamento de soluções tecnológicas voltadas para a educação, continuando sua tradição de pautar as discussões e o desenvolvimento da área.

Cleon Xavier Pereira Júnior (IF Goiano)

Roberto Pereira (UFPR)

Coordenadores Gerais de Programa do CBIE 2025



Prefácio



É com grande satisfação que apresentamos esta coletânea de capítulos elaborados para a **XIII Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2025)**, evento satélite do **XIV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2025)**. A JAIE tem como missão aproximar a pesquisa e a prática docente, oferecendo materiais de atualização e formação que respondam aos desafios contemporâneos da educação digital. A edição de 2025 reúne cinco trabalhos inovadores que dialogam diretamente com as transformações tecnológicas e pedagógicas em curso, promovendo reflexões críticas e experiências práticas para educadores, pesquisadores e estudantes.

O processo de revisão e seleção das propostas submetidas ao JAIE foi cuidadosamente estruturado em três etapas. Na primeira fase, os interessados enviaram propostas de minicursos, que passaram por uma curadoria realizada pelos coordenadores da trilha. As propostas aprovadas seguiram para a segunda fase, na qual foram apresentadas em versões estendidas e mais detalhadas. Esses manuscritos foram avaliados pelos membros do comitê de programa, composto majoritariamente por autores e autoras aprovados na etapa inicial. Cabe destacar que a coordenação avaliou atentamente potenciais conflitos de interesse nesse processo de revisão. Por fim, na terceira fase, recebemos as versões finais dos capítulos, já revisadas e aprimoradas conforme as recomendações dos pareceristas. Nessa etapa, foi realizada uma nova curadoria pelos coordenadores, consolidando o material que compõe esta obra.

Os capítulos aqui reunidos foram organizados por eixos temáticos, refletindo a diversidade e a atualidade das abordagens exploradas. Abrimos a coletânea com capítulos que tratam das **potencialidades da Inteligência Artificial na educação**. O primeiro deles discute o uso da **IA Generativa e da engenharia de prompt** no ensino de *Game Design Documents*, apresentando caminhos para desenvolver autoria, criatividade e pensamento computacional com suporte ético e pedagógico. Em seguida, o foco recai sobre os **processos de personalização da aprendizagem mediados por IA**, com destaque para fundamentos

conceituais, políticas públicas e práticas docentes que ressignificam o papel do professor em um cenário de crescente automação.

O terceiro capítulo nos conduz ao universo das **tecnologias imersivas**, explorando o design de materiais educativos com **Realidade Aumentada e Estendida**. O capítulo evidencia o papel ativo dos professores na criação de experiências imersivas, articulando teoria e prática em cursos de formação que aproximam recursos digitais da realidade escolar. Na sequência, amplia-se essa perspectiva com a integração de **IoT, design socialmente consciente e representações visuais imersivas**, propondo um framework que alia empatia, acessibilidade e inovação no desenvolvimento de sistemas sociotécnicos.

Por fim, a coletânea se volta às **tecnologias acessíveis e de baixo custo** para a Educação Básica, com o capítulo dedicado ao **uso pedagógico do micro:bit**. Neste capítulo, Pensamento Computacional, STEAM e Cultura Maker se unem para oferecer experiências interdisciplinares que democratizam o acesso à inovação tecnológica em sala de aula.

Reunidos, estes capítulos refletem o tema do CBIE 2025 **“Educação em Transformação: Inteligências que Moldam o Futuro”**, e também o compromisso da comunidade de Informática na Educação com práticas transformadoras e inclusivas. Cada contribuição representa uma oportunidade de atualização, mas, sobretudo, um convite à reflexão crítica sobre como as tecnologias digitais podem fortalecer a criatividade, a equidade e a cidadania digital.

Desejamos que esta coletânea inspire novas práticas pedagógicas, fomentando pesquisas aplicadas e fortaleça o diálogo entre universidade, escola e sociedade, em sintonia com os princípios que orientam a JAIE e o CBIE.

Boa leitura!

Curitiba/PR, novembro de 2025.

Leticia Mara Peres (UFPR)
Reinaldo Silva Fortes (UFOP)
Saul Delabrida (UFOP)
Coordenadores da JAIE 2025

Comitê de Programa



❖ **Coordenadores de Programa do CBIE 2025**

Cleon Xavier Pereira Júnior | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)
Roberto Pereira | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenadores da JAIE 2025**

Leticia Mara Peres | Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Reinaldo Silva Fortes | Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)
Saul Delabrida | Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

❖ **Membros do Comitê de Programa da JAIE 2025**

Adriana Pereira da Silva | Fundação de Apoio à Capacitação em Tecnologia da Informação (Facti)

Aline de Campos | Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Bruno Adachi | Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

Eduarda Maganha de Almeida | Universidade Paranaense (UNIPAR)

Laura Coura | Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

Marcelo de Almeida Viana | Fundação de Apoio à Capacitação em Tecnologia da Informação (Facti)

Muhammad Ahsan | Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

Raimundo Nonato Bezerra Neto | Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

Sílvia Amélia Bim | Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Silvio Luiz Bragatto Boss | Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)



Outras Coordenações Relacionadas



❖ **Coordenação Geral do XIV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2025)**

Rachel Carlos Duque Reis | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação Local do XIV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2025)**

Roberto Pereira | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Marcos Alexandre Castilho | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Natasha Malveira Costa Valentim | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Eduardo Todt | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Andrey Ricardo Pimentel | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação Geral de Programa do XIV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2025)**

Cleon Xavier Pereira Júnior | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)

Roberto Pereira | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação do XXXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2025)**

Williamson Alison Freitas Silva | Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Sheila Reinehr | Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Natasha Malveira Costa Valentim | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação do XXXI Workshop de Informática na Escola (WIE 2025)**

Pedro Henrique Valle | Universidade de São Paulo (USP)

Sílvia Amélia Bim | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação da Jornada de Atualização em Informática em Educação (JAIE 2025)**

Saul Delabrida | Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

Reinaldo Silva Fortes | Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

Leticia Mara Peres | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação do Concurso Alexandre Direne de Teses, Dissertações e Trabalhos de Conclusão de Curso em Informática na Educação (CTD-IE 2025)**

Edson Pimentel | Universidade Federal do ABC (UFABC)

Isabel Nunes | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Eleandro Maschio | Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

❖ **Coordenação dos Workshops do CBIE 2025**

Taciana Pontual Falcão | Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Leander Cordeiro de Oliveira | Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)



❖ **Coordenação do Concurso Integrado de Desenvolvimento de Soluções de Tecnologia e Objetos de Aprendizagem para a Educação (Apps.Edu 2025)**

Taynara Dutra | Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
Marília Abrahão Amaral | Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Leonelo Almeida | Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

❖ **Coordenação do Espaço de Criatividade**

Ludmilla Galvão | Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
Elaine Cristina Grebogy | Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Icléia Santos | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação do IV Workshop de Pós-Graduação - *Postgraduate Students Experience* (STUDX 2025)**

Luma Seixas | Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Gabriel Alves | Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Deógenes Silva Junior | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação do Painel de Políticas e Diretrizes para Informática na Educação (PPDIE 2025)**

Vagner Santana | CGI.br

❖ **Coordenação de Publicação e Editoração dos Anais**

Laura Moraes | Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Douglas Krug | Instituto Federal do Paraná (IFPR)
Rafael Araújo | Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

❖ **Coordenação de Diversidade e Acessibilidade**

Carol Sacramento | Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Priscilla Fonseca de Abreu Braz | Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
Krissia Menezes | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação de Redes Sociais**

Natasha Malveira Costa Valentim | Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Marcela Pessoa | Universidade do Estado do Amazonas (UEA)
Krissia Menezes | Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Gabriela Corbari dos Santos | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

❖ **Coordenação de Website**

Clausius Duque Gonçalves Reis | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Jonas Lopes Guerra | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Gustavo Yuji Sato | Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Taynara Dutra | Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)



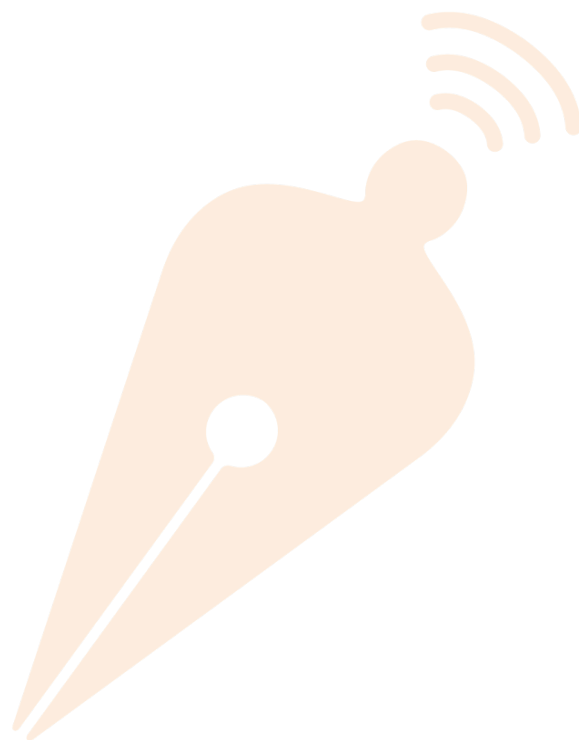
❖ **Coordenação de Espaço Físico**

Marcos Alexandre Castilho | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Clausius Duque Gonçalves Reis | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Patrícia Carstens Castellano | Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Eduardo Todt | Universidade Federal do Paraná (UFPR)



Comitê Gestor da Comissão Especial de Informática na Educação (CEIE)



Coordenadora: Patricia Augustin Jaques Maillard | Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Vice-coordenador: Sean Wolfgang Matsui Siqueira | Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Comitê Gestor:

Alessandreia Oliveira | Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Cleon Xavier Pereira Júnior | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)
Clodis Boscaroli | Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
Fernanda Pires | Universidade do Estado do Amazonas (UEA)
Graziela Guarda | Universidade Federal Fluminense (UFF)
Jéssica Neiva de Figueiredo Leite Araujo | Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)
Laura Moraes | Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Leandro Marques Queiros | Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Newarney Costa | Instituto Federal Goiano (IF Goiano)
Rachel Reis | Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Taynara Cerigueli Dutra | Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
Williamson Alison Freitas Silva | Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

Presidência da Sociedade Brasileira de Computação (SBC)

Thais Vasconcelos Batista (UFRN) – Presidente
Cristiano Maciel (UFPA) – Vice-Presidente

Diretorias da SBC

André Luís de Medeiros Santos (UFPE) - Diretor de Planejamento e Programas Especiais
Alírio Santos de Sá (UFBA) - Diretor de Comunicação
Carlos Eduardo Ferreira (USP) - Diretor de Competições Científicas
Rodrigo Silva Duran (IFB) - Diretor de Educação
Denis Lima do Rosário (UFPA) – Diretor de Eventos e Comissões Especiais
Eunice Pereira dos Santos Nunes (UFMT) - Diretora de Secretarias Regionais
José Viterbo Filho (UFF) - Diretor de Publicações
Leila Ribeiro (UFRGS) - Diretora de Computação na Educação Básica
Francisco Dantas Medeiros Neto (UERN) - Diretor de Finanças
Flávia Maria Santoro (INTELLI) - Diretora de Inovação
Renata de Matos Galante (UFRGS) - Diretora Administrativa
Ronaldo Alves Ferreira (UFMS) - Diretor de Cooperação com Sociedades Científicas
Michelle Silva Wangham (UNIVALI) - Diretora de Relações Profissionais

Diretoria Extraordinária da SBC

Marcelo Antonio Marotta (UnB) - Diretor de Tecnologia da Informação

Sumário



Capítulo 1. IA Generativa na Educação: Ensino de <i>Game Design Documents</i> Apoiado por Engenharia de Prompt.....	1
<i>Raimundo N. B. Neto (UERN), Eduardo H. da S. Aranha (UFRN) e Kleber T. Fernandes (UFERSA)</i>	
Capítulo 2. Processos de Personalização de Aprendizagem com Inteligência Artificial: Fundamentos, Práticas e a Resignificação do Papel Docente	21
<i>Aline de Campos (PUCRS) e Lucia Giraffa (PUCRS)</i>	
Capítulo 3. Design de Materiais Imersivos para o Ensino em Ambientes de Realidade Estendida	40
<i>Laura Coura (UFOP), Muhammad Ahsan (UFOP), Bruno Hideki Adachi (UFOP), Sílvia Amélia Bim (UTFPR), Silvio Luiz Bragatto Boss (UTFPR), Andreia Malucelli (PUCPR), Sheila Reinehr (PUCPR), Reinaldo Silva Fortes (UFOP) e Saul Delabrida (UFOP)</i>	
Capítulo 4. Do Requisito à Realidade: Desenvolvendo Sistema IoT com Design Socialmente Consciente e Representações Visuais Imersivas.....	61
<i>Eduarda Maganha de Almeida (UNIPAR), Flávia B. Blum Haddad (UTFPR) e Leticia Mara Peres (UFPR)</i>	
Capítulo 5. Micro: bit na prática: explorando fundamentos de Computação Física e Pensamento Computacional na Educação Básica	84
<i>Adriana Pereira da Silva (Facti), Luciano Henrique Naldi (Facti) e Marcelo de Almeida Viana (Facti)</i>	



Capítulo

1

IA Generativa na Educação: Ensino de Game Design Documents Apoiado por Engenharia de Prompt

Raimundo N. B. Neto, Eduardo H. da S. Aranha e Kleber T. Fernandes

Abstract

This work presents a formative proposal for the use of Generative Artificial Intelligence (GenAI) in the creation of Game Design Documents (GDDs) within educational contexts. The approach articulates structured prompting strategies, student authorship, and curricular integration, focusing on the development of digital skills, creativity, and computational thinking. It discusses conceptual foundations on GDDs, prompt engineering techniques, and the role of GenAI as a writing support tool, combining theoretical expositions with practical activities involving automated content generation and critical analysis of the results. The proposal is aimed at K-12 teachers, prospective educators enrolled in teacher education programs, and researchers interested in technologies applied to education, promoting an ethical, critical, and pedagogical use of AI in the creation of digital games within educational environments. By the end of the course, participants are expected to be capable of using GenAI as an ally in writing mediation, strengthening authorial, reflective practices aligned with the demands of contemporary digital education.

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposta formativa para o uso da Inteligência Artificial Generativa (IAG) na criação de Game Design Documents (GDDs) em contextos educacionais. A abordagem articula estratégias de prompting estruturado, autoria estudantil e integração curricular, com foco no desenvolvimento de competências digitais, criatividade e pensamento computacional. São discutidos fundamentos conceituais sobre GDDs, técnicas de engenharia de prompt e o papel da IAG como apoio à escrita, combinando exposições teóricas com atividades práticas de geração automatizada de conteúdo e análise crítica dos resultados. A proposta é voltada a professores da educação básica, estudantes de licenciatura e pesquisadores interessados em tecnologias aplicadas à educação, promovendo uma utilização ética, crítica e pedagógica da IA na criação de jogos digitais no ambiente educacional. Espera-se que os participantes estejam aptos a utilizar a IAG como aliada na mediação da escrita, fortalecendo práticas autorais, reflexivas e alinhadas às demandas da educação digital contemporânea.

1.1. Introdução

A presença cada vez mais significativa das tecnologias digitais nas práticas educacionais tem impulsionado transformações relevantes na forma de ensinar e aprender. No centro dessas mudanças emergem metodologias mais ativas, integradoras e criativas, capazes de engajar os estudantes na produção de conhecimento significativo. Nesse cenário, a Inteligência Artificial Generativa (IAg) e a engenharia de prompt surgem como ferramentas estratégicas para qualificar a mediação docente e promover a autoria discente, especialmente em propostas interdisciplinares que articulam tecnologia, linguagem e design de forma criativa.

A proposta apresentada explora o potencial da IA generativa no ensino de *Game Design Documents* (GDDs), documentos estruturantes que orientam a criação de jogos digitais. Esse direcionamento parte da constatação de que muitos estudantes enfrentam dificuldades ao elaborar GDDs, seja pela falta de familiaridade com sua estrutura, seja pela limitação de vocabulário ou pela organização fragmentada das ideias (Neto & Aranha, 2023). Ao incorporar técnicas de *prompting* como *few-shot*, *chain-of-thought* e *prompt chaining* é possível não apenas facilitar a construção desses documentos, mas também estimular o desenvolvimento de competências digitais, pensamento computacional e criatividade.

Esse potencial pedagógico dialoga diretamente com as exigências normativas atuais. A abordagem proposta responde às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estabelece, em sua Competência Geral nº 5, a necessidade de promover o uso crítico e ético das tecnologias digitais da informação e comunicação. Além disso, o §11 do Art. 26 da LDB, incluído pela Lei nº 14.533/2023, torna obrigatória a presença da educação digital na educação básica, com foco no letramento digital, no ensino de programação e no desenvolvimento do pensamento computacional.

Nesse sentido, a escrita de GDDs com apoio da IA generativa configura-se como uma estratégia didática inovadora e alinhada às políticas públicas, ao permitir que os alunos exercitem a organização de ideias, a autoria e o raciocínio lógico por meio de atividades criativas e interdisciplinares. Ao integrar os componentes curriculares a projetos de jogos digitais, os professores podem trabalhar de forma concreta habilidades essenciais para o século XXI, como colaboração, resolução de problemas, comunicação e pensamento crítico, o que fundamenta os três eixos estruturantes da proposta, descritos a seguir.

A estrutura formativa apresentada articula três eixos principais: (I) a compreensão da estrutura e da função pedagógica dos GDDs; (II) a utilização da IA generativa como apoio à escrita e ao planejamento criativo; e (III) o domínio das estratégias de engenharia de prompt como competência transversal para a educação digital contemporânea. Mais do que apresentar conceitos, a proposta convida os participantes a uma vivência prática, na qual experimentam a criação assistida de partes de um GDD com suporte da IA, refletindo criticamente sobre os resultados e suas implicações didáticas.

O trajeto metodológico utilizado aqui está em sintonia com os princípios formativos defendidos pela BNCC, ao promover o uso pedagógico das tecnologias digitais, a autoria estudantil e o desenvolvimento de competências associadas à cultura digital. Ao

final da etapa de formação, espera-se que os participantes estejam aptos a aplicar, adaptar e disseminar a abordagem em seus próprios contextos educacionais, promovendo a integração entre tecnologia, autoria e aprendizagem significativa.

1.2. Fundamentação Teórica

A abordagem adotada neste trabalho está fundamentada na interseção entre três eixos conceituais centrais: o *Game Design Document* (GDD), a Inteligência Artificial Generativa (IAg) e a Engenharia de Prompt. Cada um desses elementos contribui de maneira específica para a construção de práticas pedagógicas inovadoras, combinando criatividade, organização e tecnologia a serviço da aprendizagem. Compreender os fundamentos teóricos que sustentam esses conceitos é essencial para que professores e estudantes possam não apenas utilizar ferramentas digitais, mas também refletir criticamente sobre seus usos e implicações no contexto educacional.

Ao longo desta seção, são discutidos os princípios que estruturam o design de jogos mediado por GDDs, os potenciais da IA generativa como apoio à produção textual e criativa, e as estratégias de formulação de comandos textuais que caracterizam a engenharia de prompt. A apresentação de cada eixo conceitual enfatiza sua relevância educacional e sua aplicabilidade em práticas escolares contemporâneas.

1.2.1. Game Design Document - GDD

O *Game Design Document* (GDD) é um instrumento amplamente utilizado na indústria de jogos digitais para planejar, comunicar e organizar os elementos que compõem um projeto de jogo. Trata-se de um documento técnico-descritivo que reúne, de forma estruturada, informações como narrativa, personagens, mecânicas, objetivos, estética, público-alvo e trilha sonora, entre outros aspectos relevantes para a concepção do jogo. Segundo Pedersen (2003), o GDD funciona como uma espécie de “bíblia do projeto”, concentrando todos os detalhes necessários para guiar o desenvolvimento, como ambientações, interações, comportamentos dos personagens e mapas dos níveis.

Mais do que uma simples formalidade, o GDD cumpre o papel de alinhar expectativas entre os membros da equipe de desenvolvimento e garantir que todas as partes envolvidas compartilhem uma visão comum sobre o funcionamento do jogo em construção. Sua estrutura pode variar conforme o contexto e a complexidade do projeto, mas sua função central permanece: ser uma referência acessível, consultável e atualizável ao longo de todas as etapas do desenvolvimento.

A estrutura de um GDD pode variar conforme o perfil da equipe e a complexidade do projeto, mas há um conjunto de elementos comumente reconhecidos como essenciais. Entre eles, destacam-se: a narrativa do jogo, os objetivos do jogador, a descrição dos personagens, as fases, as mecânicas, os recursos audiovisuais e a plataforma de execução. Como explicam Motta e Junior (2013), os elementos do documento organizam desde aspectos introdutórios, como a premissa e os personagens, até informações mais específicas, como o design de níveis e os recursos sonoros. Em contextos educacionais, essa organização estruturada favorece a integração entre áreas do conhecimento, o planejamento criativo e o desenvolvimento de competências como clareza na escrita, lógica e expressão multimodal.

Quando introduzido em contextos educacionais, o *Game Design Document* pode assumir uma função formativa importante, especialmente em projetos que envolvem escrita criativa, planejamento e expressão autoral. Sua aplicação na educação permite que estudantes organizem suas criações de forma sistemática e conceitualmente estruturada, favorecendo a aprendizagem significativa conforme proposto por Ausubel *et al.* (1978), por meio de estratégias ativas que promovem o envolvimento dos alunos com base em seus conhecimentos prévios e interesses pessoais.

Ao exigir que os alunos articulem ideias, organizem informações e comuniquem com clareza os elementos do jogo, o processo de criação do GDD contribui para o desenvolvimento de competências como pensamento computacional, narrativa e estrutura textual. Nesse contexto, Fernandes *et al.* (2021) afirmam que experiências de produção de jogos digitais a partir da escrita promovem avanços significativos nas habilidades de leitura e redação dos estudantes, ao mesmo tempo em que estimulam sua criatividade e capacidade de planejamento. Essa integração entre linguagem natural e design de jogos torna o GDD um recurso valioso para metodologias ativas e projetos interdisciplinares.

Ao mesmo tempo em que sistematiza o design de um jogo, o processo de escrita de um GDD também favorece a reflexão metacognitiva dos estudantes sobre suas próprias ideias e intenções de criação. Isso ocorre porque o ato de documentar requer que o aluno justifique escolhas narrativas, explique mecânicas e descreva de forma clara a lógica do funcionamento do jogo. Com isso, o GDD se torna não apenas um artefato de planejamento, mas também um registro do raciocínio por trás das decisões de design, o que enriquece o processo de aprendizagem. A incorporação de tecnologias de apoio, como a Inteligência Artificial Generativa, pode potencializar ainda mais essa experiência, auxiliando na organização das informações e na construção de textos mais claros e estruturados, tema que será aprofundado nas seções seguintes.

1.2.2. Inteligência Artificial Generativa

A Inteligência Artificial Generativa (IAg) corresponde a uma categoria de sistemas computacionais capazes de produzir novos conteúdos com base em instruções fornecidas em linguagem natural. Esses conteúdos podem incluir textos, imagens, códigos, áudios ou vídeos. No campo educacional, o destaque está nos modelos de linguagem, como os *Large Language Models* (LLMs), que geram textos coerentes mesmo a partir de comandos simples. Essa capacidade deriva do treinamento desses modelos sobre grandes volumes de dados, permitindo prever palavras com base em padrões aprendidos. De acordo com Seßler *et al.* (2025), LLMs avançados apresentam forte alinhamento com avaliações humanas em tarefas como correção de textos escolares, o que reforça seu potencial de aplicação pedagógica.

No contexto educacional, a Inteligência Artificial Generativa tem se mostrado uma ferramenta versátil para apoiar professores e estudantes em diversas tarefas.

Para os estudantes, o uso de modelos de linguagem permite, por exemplo:

- Redigir textos com apoio estruturado;
- Reformular ideias e melhorar a coesão textual;

- Obter explicações sobre conceitos ou conteúdos escolares;
- Criar materiais personalizados com base em suas necessidades.

Essas possibilidades favorecem a autonomia dos alunos, incentivam a autoria criativa e promovem a personalização do aprendizado.

Já para os professores, a IA pode ser empregada, entre outras possibilidades, na:

- Geração de exemplos e questões contextualizadas;
- Revisão e adaptação de materiais didáticos;
- Elaboração de planos de aula e rubricas;
- Produção de *feedback* textual imediato para os alunos.

Em ambos os casos, o uso da IA deve ser compreendido como suporte à prática pedagógica, e não como substituição. O papel do professor permanece essencial na mediação, na curadoria dos conteúdos e no direcionamento intencional das atividades com tecnologia.

A utilização de tecnologias como a Inteligência Artificial Generativa, combinada a estratégias de engenharia de prompt, configura uma alternativa promissora para apoiar a escrita de *Game Design Documents* (GDDs) em ambientes educacionais. Essa integração pode auxiliar na organização de ideias, ampliação do vocabulário e revisão textual, permitindo que os estudantes desenvolvam maior domínio sobre suas produções. García-Peñalvo *et al.* (2024) destacam que esse tipo de tecnologia pode beneficiar especialmente alunos com dificuldades na escrita, ao oferecer suporte contínuo durante o processo criativo.

Apesar de seu potencial pedagógico, a utilização da Inteligência Artificial Generativa em contextos educacionais requer uma abordagem crítica e mediada. Modelos de linguagem podem produzir respostas incorretas, apresentar limitações conceituais ou reproduzir vieses presentes nos dados utilizados em seu treinamento. Quando empregados de forma acrítica ou automatizada, esses sistemas podem enfraquecer a autonomia dos estudantes, estimulando a dependência e dificultando a reflexão autoral.

Segundo Siau e Wang (2020), ainda que a IA traga avanços significativos, questões como explicabilidade limitada, vieses algorítmicos e impactos éticos sobre usuários e comunidades devem ser cuidadosamente considerados. Nesse sentido, Coeckelbergh (2023) argumenta que a tecnologia não é apenas um meio neutro para se alcançar determinados fins, mas que ela própria molda esses fins, influenciando diretamente a maneira como compreendemos conceitos como criatividade, autoria e aprendizagem.

Por isso, o uso da IA na educação deve ser orientado por princípios pedagógicos claros, que assegurem o protagonismo estudantil e promovam uma relação ética, consciente e responsável com a tecnologia. A mediação do professor é indispensável para transformar o uso da IA em oportunidade formativa, estimulando a análise crítica, o questionamento e a construção compartilhada de sentido.

Considerando tanto o potencial quanto os riscos da Inteligência Artificial Generativa, torna-se essencial adotar práticas pedagógicas que aliem criatividade, criticidade e domínio técnico. Entre essas práticas, destaca-se a engenharia de prompt como uma estratégia fundamental para interagir com os modelos de linguagem de forma eficaz e educativa.

A maneira como os comandos são formulados, seu nível de clareza, estrutura e intenção pedagógica influenciam diretamente a qualidade dos resultados gerados pela IA. Por isso, compreender e aplicar princípios de engenharia de prompt é um passo decisivo para transformar a IA em aliada da aprendizagem, da autoria e da inovação educacional.

A seguir, aprofundamos esse tema, apresentando as principais técnicas, estruturas e possibilidades de uso pedagógico da engenharia de prompt em contextos educacionais.

1.2.3. Engenharia de Prompt

A engenharia de prompt é uma área em consolidação que se refere ao processo de criação e refinamento de instruções utilizadas para orientar modelos de Inteligência Artificial, especialmente os modelos de linguagem de larga escala (LLMs). Trata-se de uma prática iterativa que visa obter respostas mais precisas, coerentes e ajustadas a diferentes contextos a partir de comandos elaborados com intencionalidade comunicativa.

Segundo Schulhoff *et al.* (2024), a engenharia de prompt tem evoluído como uma disciplina própria, com técnicas, classificações e métricas voltadas à melhoria da performance da IA frente a diferentes tipos de tarefas linguísticas e cognitivas. Autores como Mann *et al.* (2020) e Wei *et al.* (2022), demonstram que a qualidade do prompt afeta significativamente a precisão e a utilidade dos textos gerados, sendo possível obter melhores resultados apenas ajustando a forma de instrução, mesmo sem modificar o modelo. No contexto educacional, compreender como formular prompts adequados torna-se uma competência essencial para que estudantes e professores possam interagir criticamente com a IA, explorando seu potencial como ferramenta de apoio à criação, à escrita e à resolução de problemas.

Antes de apresentar as principais técnicas de *prompting*, é importante compreender a estrutura de um bom prompt, que pode ser construída a partir de quatro elementos principais: contexto, instrução, dados de entrada e indicador de saída. Cada componente contribui para tornar a comunicação com o modelo mais precisa e funcional.

- **Contexto:** fornece informações de fundo que ajudam o modelo a compreender melhor a tarefa. Pode incluir descrições do cenário, tema ou situação em que a resposta será usada.
- **Instrução:** é o comando direto que indica o que o modelo deve fazer. Deve ser claro, específico e orientado à ação.
- **Dados de entrada:** são os conteúdos que o modelo deve considerar ao gerar a resposta. Podem ser textos, listas, frases, perguntas ou trechos fornecidos pelo usuário.
- **Indicador de saída:** especifica o formato ou a estrutura desejada para a resposta.

Pode indicar o estilo de escrita, o número de itens, a extensão do texto ou o tipo de linguagem.

Esses quatro elementos ajudam a compor prompts mais claros e intencionais, especialmente úteis para alunos iniciantes. No entanto, em contextos educacionais mais avançados ou criativos, outros elementos podem ser adicionados para enriquecer ainda mais o processo.

- **Persona:** define a voz ou personalidade que o modelo deve adotar. Pode ser um professor, um estudante, um personagem fictício, ou apenas um estilo de linguagem (formal, amigável, irônico).
- **Público:** indica para quem a resposta será direcionada. Essa informação influencia o vocabulário, a profundidade e o tom da resposta.
- **Exemplos:** fornecem modelos de saída que o modelo pode seguir. São especialmente úteis para aplicar técnicas como *one-shot* e *few-shot prompting*.

Compreender esses elementos ajuda professores e estudantes a criar interações mais produtivas com a IA. Quanto mais claro e completo for o prompt, mais próxima a resposta estará das expectativas do usuário.

1.2.4. Aplicações Pedagógicas

Nesta seção, são apresentadas estratégias pedagógicas que demonstram como a Inteligência Artificial Generativa pode apoiar a criação de *Game Design Documents* (GDDs) em contextos educacionais, com foco em *prompting* estruturado, autoria estudantil e integração curricular. São discutidos exemplos práticos, técnicas de *prompting* e seus efeitos no estímulo à criatividade, ao pensamento computacional e à escrita estruturada.

1.2.4.1. IA generativa como apoio à produção de GDDs

A elaboração de GDDs exige dos estudantes organização textual, criatividade e clareza de propósito. No entanto, muitos enfrentam bloqueios na escrita ou dificuldades em estruturar suas ideias (Neto & Aranha, 2023). Nesse contexto, a IA generativa pode atuar como uma parceira pedagógica, ajudando a transformar ideias fragmentadas em propostas estruturadas.

Por meio de comandos simples, os estudantes podem solicitar à IA a criação de parágrafos introdutórios, a descrição de personagens, a sugestão de mecânicas de jogo ou até a escrita de objetivos pedagógicos. A tecnologia oferece suporte imediato à formulação textual, reduzindo a ansiedade com a “página em branco” e estimulando a continuidade do processo criativo (Schulhoff *et al.*, 2024).

Modelos reutilizáveis de prompt (prompt *templates*) facilitam esse processo. Por exemplo:

Descreva um personagem de um jogo educativo ambientado no bioma [tema]. Inclua o nome, função no jogo, uma habilidade especial e como ele representa as características desse ambiente.

Esse *template* pode ser aplicado a diferentes conteúdos curriculares de Geografia (como Pantanal, Cerrado, Amazônia), permitindo a integração da escrita criativa com o conhecimento científico.

1.2.4.2. Exemplos de prompting na geração de componentes de jogos

Diferentes técnicas de *prompting* podem ser utilizadas para apoiar a criação dos elementos estruturais de um GDD. Abaixo, apresentamos exemplos didáticos aplicados a contextos escolares:

- **One-shot prompting**

A técnica de *one-shot prompting* consiste em fornecer um único exemplo no próprio comando para orientar o modelo na construção da resposta, servindo como referência para o padrão desejado (Liu *et al.*, 2022).

Personagem: João Recicla. Ele ensina o jogador a separar o lixo corretamente. Agora crie um personagem para um jogo sobre alimentação saudável.

- **Few-shot prompting**

O *few-shot prompting*, conforme descrito por Mann *et al.* (2020), consiste em fornecer exemplos dentro do próprio prompt para orientar a geração da resposta.

*Exemplo 1: O jogador coleta itens recicláveis e os arrasta até a lixeira correta.
Exemplo 2: O jogador participa de um quiz sobre tempo de decomposição de materiais.
Agora sugira duas mecânicas para um jogo sobre economia de água.*

Com esse tipo de estrutura, o modelo de IA compreende o padrão desejado e é capaz de gerar, com base no novo tema, argumentos estruturados e adequados ao gênero dissertativo.

- **Chain of thought prompting (CoT)**

Outra técnica relevante é o *chain-of-thought prompting*, conforme relatado por Wei *et al.* (2022), induz o modelo a explicitar seu raciocínio passo a passo antes de apresentar a resposta final, melhorando o desempenho em tarefas de lógica e resolução de problemas.

Explique por que o jogo se passa em uma floresta ameaçada. Primeiro, considere a importância ambiental da floresta. Depois, pense nos riscos do desmatamento. Por fim, relacione esse cenário com o objetivo educativo do jogo.

Ao seguir esse modelo, o sistema é orientado a desenvolver a resposta em camadas, conectando contexto, causa e finalidade antes de apresentar a conclusão. Isso contribui para produções mais coerentes e argumentativamente estruturadas, promovendo reflexões mais profundas durante o processo criativo.

- **Prompt chaining (encadeamento)**

Também se destacam métodos como o *prompt chaining*, que conecta múltiplos

prompts em sequência para decompor tarefas complexas em etapas menores e mais gerenciáveis. Conforme descrito por Wu *et al.* (2022), essa técnica permite maior clareza e controle sobre o conteúdo gerado pela IA, favorecendo uma interação mais transparente e estruturada entre usuário e modelo.

Etapa 1: Crie o enredo de um jogo sobre mobilidade urbana sustentável.
Etapa 2: Descreva dois personagens que influenciam nas escolhas do jogador.
Etapa 3: Sugira mecânicas que envolvam transporte coletivo e bicicletas.
Etapa 4: Explique o objetivo pedagógico do jogo.

Esses exemplos demonstram como o uso estruturado de prompts pode orientar e potencializar a construção de GDDs, mesmo com alunos iniciantes.

A engenharia de prompt ultrapassa o domínio técnico: configura-se como uma competência digital essencial para que professores e alunos interajam criticamente com a IA. Quando incorporada de forma consciente às práticas pedagógicas, ela favorece a autonomia, a criatividade e o pensamento estruturado. No próximo item, exploramos como essas estratégias podem ser integradas de maneira interdisciplinar aos conteúdos escolares.

1.2.4.3. Integração com conteúdos escolares

A escrita de GDDs com apoio da IA favorece o trabalho interdisciplinar e rompe com a fragmentação do currículo tradicional. Essa prática permite conectar múltiplas áreas do conhecimento com uma produção criativa e estruturada, facilitando o desenvolvimento de habilidades cognitivas e competências específicas de cada disciplina.

Ao utilizar prompts personalizados, professores de diferentes componentes curriculares podem adaptar a proposta para explorar temas relevantes de suas áreas, promovendo aprendizagens significativas e contextualizadas. O processo de criação de jogos com IA torna-se, assim, uma ferramenta pedagógica flexível, acessível a educadores de Geografia, História, Matemática, Língua Portuguesa e outras áreas da educação básica.

Alguns exemplos:

- História: jogo narrativo sobre a Guerra de Canudos, com IA gerando cenários e personagens com base em fatos históricos.
- Geografia: simulação ambiental sobre biomas e sustentabilidade, com prompts que criam mecânicas ligadas à coleta seletiva.
- Matemática: criação de jogos de lógica com desafios baseados em proporções, regras e operações.
- Língua Portuguesa: elaboração de enredos e diálogos, com foco na coesão textual, clareza e adequação ao público.

Como apontam Gerhard *et al.* (2012) e Fazenda (2008), a interdisciplinaridade promove uma visão integrada do saber e fortalece a construção coletiva do conhecimento.

Além disso, essas práticas se alinham à BNCC e a LDB, que estabelecem a educação digital como componente obrigatório e transversal no ensino fundamental e médio.

1.3. Proposta de Implementação Didática

Esta seção apresenta uma proposta de implementação didática que pode ser utilizada por educadores, formadores ou pesquisadores interessados em aplicar a abordagem descrita neste capítulo em cursos de curta duração, oficinas formativas ou componentes curriculares voltados à integração entre tecnologia e autoria educacional.

A proposta é estruturada em quatro blocos interdependentes, que combinam fundamentos teóricos, demonstrações práticas e momentos reflexivos, promovendo o uso crítico da Inteligência Artificial Generativa (IAg) na escrita de *Game Design Documents* (GDDs). O plano foi concebido para ser executado em uma janela de tempo de 3 horas, podendo ser adaptado conforme os objetivos formativos e o perfil dos participantes.

O foco principal da proposta é desenvolver competências digitais, pensamento computacional e habilidades autorais por meio da criação assistida de jogos digitais, com o apoio de ferramentas baseadas em linguagem natural. As atividades foram pensadas para públicos diversos, com ou sem conhecimento técnico prévio, e priorizam a acessibilidade, a mediação docente e o uso intencional da tecnologia com foco na aprendizagem.

Estrutura do curso

1 – Primeiro Bloco – Fundamentos conceituais

O primeiro bloco tem como objetivo apresentar os fundamentos teóricos e pedagógicos que embasam a proposta de uso da Inteligência Artificial Generativa (IAg) na escrita de *Game Design Documents* (GDDs). Essa etapa introdutória é essencial para situar os participantes quanto ao propósito da atividade, esclarecer os conceitos-chave e alinhar expectativas sobre o uso da IA em contextos educacionais.

Sugere-se dedicar aproximadamente 45 minutos a este bloco, com foco em três eixos principais:

- **Introdução à estrutura e à função pedagógica dos GDDs:** A exposição inicial apresenta o GDD como um documento estruturante que orienta a criação de jogos digitais, destacando seu potencial como ferramenta pedagógica interdisciplinar. Ressalta-se seu valor no desenvolvimento de competências como organização textual, autoria, criatividade e raciocínio lógico.
- **Potenciais da IA generativa na educação:** Em seguida, são discutidas as possibilidades abertas pela IA generativa, especialmente os modelos de linguagem natural, no apoio à produção textual e à mediação de ideias. A IA é apresentada não como substituta do professor ou do aluno, mas como ferramenta de apoio à expressão e à estruturação de ideias, com ênfase na mediação pedagógica.
- **Aspectos éticos e pedagógicos do uso da IA:** Para concluir o bloco, são levantadas questões sobre o uso responsável da IA na educação. São discutidos princípios como autoria, uso crítico, mediação docente e limites tecnológicos, com o objetivo de estimular nos participantes uma postura ética diante das ferramentas emergentes.

Durante essa etapa, recomenda-se o uso de slides com definições, exemplos ilustrativos e trechos de GDDs reais, de modo a facilitar a compreensão. Também é interessante iniciar uma conversa aberta sobre experiências prévias dos participantes com IA ou com jogos educativos, promovendo engajamento desde o início da atividade.

2 – Segundo Bloco – Engenharia de prompt aplicada à educação

O segundo bloco da proposta didática tem como foco a apresentação prática da engenharia de prompt como estratégia pedagógica voltada ao uso educacional da Inteligência Artificial Generativa. Nesta etapa, os participantes aprendem a estruturar instruções para interagir com modelos de linguagem natural, compreendendo como a formulação dos prompts influencia diretamente a qualidade e a utilidade das respostas geradas.

Recomenda-se um tempo aproximado de 45 minutos para este bloco, dividido em três momentos principais:

- **Conceituação e estrutura dos prompts:** Inicialmente, são discutidos os elementos que compõem um prompt bem formulado: contexto, instrução, dados de entrada e indicador de saída. Adicionalmente, apresenta-se o uso opcional de componentes como persona, público-alvo e exemplos, conforme a complexidade da tarefa educativa. Essa explicação ajuda os participantes a enxergar os prompts como estruturas textuais planejadas e não como comandos improvisados.
- **Apresentação das principais técnicas de prompting:** Em seguida, são apresentadas quatro técnicas amplamente utilizadas em contextos educacionais:
 - **One-shot prompting:** com um único exemplo de referência;
 - **Few-shot prompting:** com múltiplos exemplos orientadores;
 - **Chain of thought (CoT):** que guia o raciocínio em etapas;
 - **Prompt chaining:** que encadeia tarefas para construção progressiva de resultados.

Cada técnica é explicada com um exemplo aplicado ao contexto da criação de GDDs, mostrando como cada abordagem pode apoiar diferentes fases da escrita: definição de personagens, narrativa, mecânicas, objetivos pedagógicos, entre outros.

- **Exemplos comentados e reflexão coletiva:** Por fim, são projetados exemplos reais de prompts utilizados com estudantes, seguidos de análise conjunta sobre sua clareza, eficácia e aplicabilidade pedagógica. Os participantes são convidados a sugerir melhorias e a discutir como adaptariam os prompts para seus próprios contextos educacionais.

Durante esse bloco, é importante reforçar que a engenharia de prompt é uma competência digital emergente, cada vez mais relevante na formação docente, e que seu domínio pode fortalecer a autonomia dos professores na mediação tecnológica e na autoria de recursos digitais com IA.

3 – Terceiro Bloco – Demonstrações guiadas, análise crítica e experimentação prática

O terceiro bloco da proposta tem como objetivo promover a vivência prática da geração de *Game Design Documents* (GDDs) utilizando recursos de Inteligência Artificial Generativa, por meio de demonstrações guiadas e atividades de análise crítica. Essa etapa busca reforçar a compreensão sobre o papel do prompt na mediação da escrita, ao mesmo tempo em que estimula o olhar pedagógico dos participantes sobre o uso dessas ferramentas em contextos educacionais.

Sugere-se dedicar aproximadamente 45 minutos a este bloco, divididos em três etapas sequenciais:

- **Demonstração mediada com ferramenta de IA:** O ministrante realiza, em tempo real, a demonstração de interações com uma IA generativa. Utiliza-se para isso o modelo *Deepseek*¹, em sua versão gratuita, que permite o uso aberto com algumas restrições, mas suficiente para os propósitos educacionais demonstrativos. Para acessar a ferramenta baseada no modelo *Deepseek*, cada participante deverá realizar o *login* na plataforma utilizando uma conta de e-mail vinculada, que permite acesso ao modelo. Essa etapa prática tem como objetivo promover a experimentação ativa, permitindo que os participantes elaborem seus próprios prompts, observem as respostas geradas pela IA e reflitam criticamente sobre os resultados obtidos.
- **Análise coletiva dos resultados gerados:** Após cada geração realizada pela IA, os resultados são lidos e discutidos com o grupo. A análise enfoca aspectos como clareza, coerência, relevância para o contexto educacional, identificação de eventuais “alucinações” e necessidade de ajustes nos prompts. Esse momento reforça o caráter não automatizado da autoria e a importância do olhar docente na curadoria e adequação dos textos produzidos.
- **Experimentação orientada (opcional, conforme tempo disponível):** Quando a estrutura do curso permite, os participantes podem formar duplas ou trios para sugerir novos prompts com base em seus contextos de ensino. As sugestões são testadas pelo ministrante, com apoio coletivo para interpretação dos resultados. Essa dinâmica amplia o repertório prático dos participantes e estimula a apropriação ativa da técnica de *prompting*.

Esse bloco é central para conectar teoria e prática, permitindo aos participantes observar como a engenharia de prompt influencia diretamente a qualidade dos textos produzidos por IA. Ao mesmo tempo, evidencia-se que o protagonismo na atividade continua sendo humano, tanto no planejamento quanto na análise crítica e no refinamento das respostas geradas.

4 – Quarto Bloco – Produção final assistida e avaliação formativa

O quarto e último bloco propõe uma atividade de síntese e sistematização dos conhecimentos trabalhados ao longo da proposta. Os participantes são convidados a produzir um pequeno *Game Design Document* (GDD) ou fragmentos estruturais desse documento,

¹ <https://chat.deepseek.com/>

com o suporte de ferramentas baseadas em IA generativa, aplicando os conceitos e técnicas desenvolvidos nos blocos anteriores.

Sugere-se reservar cerca de 45 minutos para este bloco, com os seguintes componentes principais:

- **Elaboração do GDD com apoio da IA:** Os participantes, organizados individualmente ou em grupos, escolhem uma ideia de jogo (real ou fictícia) e utilizam a ferramenta de IA para gerar as seções centrais do GDD: descrição do enredo, definição de personagens, mecânica principal e objetivos educacionais. A atividade é orientada por um roteiro previamente apresentado e pode incluir o uso de prompts encadeados ou estruturados conforme o domínio de cada grupo.
- **Revisão crítica da produção gerada:** Após a geração assistida, os participantes realizam uma leitura atenta do conteúdo produzido e são orientados a identificar pontos fortes, incoerências ou lacunas. A ênfase está na curadoria crítica do que foi gerado pela IA, reforçando que o produto final deve refletir as intenções pedagógicas e criativas dos autores, e não apenas o que foi sugerido pelo modelo.
- **Aplicação de rubrica formativa:** Como parte da proposta avaliativa, será utilizada uma rubrica analítica com quatro níveis de desempenho (insuficiente, básico, adequado e avançado), considerando os critérios de clareza, coerência, criatividade e aplicabilidade pedagógica dos GDDs produzidos com auxílio da IA generativa. Essa ferramenta será detalhada na seção seguinte, intitulada “Estratégia de Avaliação”, que discute seu uso formativo e reflexivo no contexto educacional.

A conclusão deste bloco marca o fechamento do percurso formativo, permitindo que os participantes percebam com mais clareza o ciclo completo da criação de um GDD com mediação de IA: desde a compreensão conceitual e a formulação de prompts até a análise ética, crítica e pedagógica do material produzido.

1.4. Estratégia de Avaliação

A proposta formativa apresentada neste material vai além da exposição técnica de conceitos: busca fomentar práticas pedagógicas inovadoras, aliando criatividade, clareza e pensamento crítico ao uso pedagógico da Inteligência Artificial Generativa. Nesta seção, são apresentados os critérios e estratégias utilizados para avaliar a qualidade das produções geradas durante o curso, bem como reflexões sobre os impactos formativos da experiência. O objetivo é compreender como a mediação por IA pode apoiar a construção de conhecimento, promover a literacia digital e estimular o desenvolvimento do pensamento computacional de forma contextualizada e significativa.

1.4.1. Como medir clareza, coerência, criatividade e aplicabilidade pedagógica?

A avaliação de documentos de design de jogos gerados com apoio de Inteligência Artificial Generativa (IAg) demanda critérios que levem em conta tanto os aspectos formais do texto quanto sua função educativa. Elementos como clareza na exposição das ideias,

coerência narrativa entre os componentes, criatividade nas propostas e aplicabilidade pedagógica devem ser considerados de forma integrada. Para isso, o uso de rubricas avaliativas torna-se uma estratégia adequada, pois permite que o professor estabeleça critérios claros e consistentes para orientar o julgamento das produções.

- **Clareza:** refere-se à capacidade do aluno de organizar e expressar suas ideias de forma compreensível. Segundo Weigle (1999), a clareza está diretamente relacionada à facilidade de aplicar a rubrica ao texto, ou seja, textos mais claros favorecem avaliações mais consistentes entre diferentes corretores.
- **Coerência:** diz respeito à lógica interna do documento, incluindo a ligação entre os elementos do GDD, como enredo, mecânicas e personagens. Lim (2010) destaca que prompts mais bem definidos tendem a gerar textos com maior coesão e estrutura, especialmente quando há equilíbrio entre especificidade e liberdade criativa.
- **Criatividade:** pode ser avaliada pela originalidade das propostas de jogo, uso inventivo de mecânicas e personagens, bem como pela construção de narrativas envolventes. Para captar essa diversidade de respostas criativas, Welch (2006) recomenda o uso de escalas com níveis de desempenho em tarefas abertas.
- **Aplicabilidade pedagógica:** trata do potencial do jogo proposto para ser utilizado em contextos educacionais reais. Para isso, é importante avaliar se os objetivos educacionais estão bem definidos, se os conteúdos são relevantes e se as mecânicas favorecem a aprendizagem.

Nesse contexto, vale destacar que as rubricas também exercem função pedagógica ao atuarem como instrumentos de mediação da aprendizagem, e não apenas de aferição. Rubricas analíticas com indicadores claros e níveis de desempenho graduais permitem orientar o estudante sobre aspectos específicos da tarefa, favorecendo o desenvolvimento de competências de forma integrada. Como reforçam de la Cruz Hernández *et al.* (2022), esse tipo de abordagem contribui para uma avaliação mais formativa e alinhada ao processo de construção do conhecimento.

A utilização de rubricas para avaliar produções apoiadas por Inteligência Artificial Generativa permite ao educador equilibrar critérios técnicos e pedagógicos, promovendo uma análise mais justa, formativa e alinhada às finalidades educacionais do GDD. Ao tornar visíveis os critérios de julgamento, essas ferramentas contribuem para o aprimoramento contínuo das práticas docentes e para o desenvolvimento da autonomia e da autoria nos estudantes. Messick (1992) reforça essa perspectiva ao destacar que rubricas de pontuação bem definidas são essenciais para fornecer *feedback* instrucional. Assim, mais do que um mecanismo de aferição, a avaliação se consolida como um espaço de diálogo, revisão e construção compartilhada de sentido entre professor, aluno e tecnologia.

Para tornar o processo avaliativo mais objetivo e formativo, propomos a adoção de uma rubrica analítica adaptada aos propósitos educacionais do GDD elaborado com auxílio da IA. A Tabela 1.1 apresenta uma estrutura clara para avaliar os documentos com base nos quatro critérios discutidos, clareza, coerência, criatividade e aplicabilidade pedagógica, organizados em níveis progressivos de desempenho. Essa proposta pode ser ajustada conforme o nível dos estudantes, os objetivos da atividade e o contexto escolar.

Tabela 1.1. Tabela de Rubricas para Avaliação de GDDs Gerados com IA

Critério	Nível 1 (Insuficiente)	Nível 2 (Básico)	Nível 3 (Adequado)	Nível 4 (Avançado)
Clareza	As ideias estão confusas ou mal estruturadas, com vocabulário impreciso.	As ideias são compreensíveis, mas há repetições ou ambiguidades.	As ideias são apresentadas de forma clara, com vocabulário adequado.	A exposição é fluida, objetiva e precisa, com linguagem acessível e bem articulada.
Coerência	Há contradições ou desconexão entre os elementos do jogo (personagens, narrativa etc).	Os elementos estão relacionados, mas com transições abruptas ou lacunas.	Os componentes do GDD se articulam logicamente, com progressão temática clara.	A conexão entre os elementos é sólida e integrada, promovendo imersão no jogo.
Criatividade	As ideias são clichês ou cópias evidentes de jogos existentes.	Há tentativas de inovação, mas com pouca originalidade.	O projeto demonstra originalidade em pelo menos um aspecto (enredo, mecânica etc).	A proposta é inventiva, com combinações inusitadas e narrativas envolventes.
Aplicabilidade pedagógica	Não apresenta objetivos educacionais claros ou adequados.	Objetivos estão presentes, mas pouco alinhados ao conteúdo escolar.	Os objetivos são compatíveis com o uso em sala de aula, com conteúdo relevante.	O jogo é claramente aplicável no ensino, com integração pedagógica consistente.

O uso de rubricas para avaliar produções assistidas por IA permite ao educador equilibrar critérios técnicos e pedagógicos de forma transparente e formativa. Ao explicitar os parâmetros de julgamento, essas ferramentas fortalecem a autonomia dos estudantes e promovem práticas docentes mais reflexivas. Nesse contexto, a avaliação deixa de ser apenas um instrumento de medição e passa a atuar como espaço de diálogo e construção conjunta de sentido entre professor, aluno e tecnologia.

1.5. Conclusão e Recomendações

A estratégia pedagógica aqui apresentada visa oferecer aos participantes uma experiência formativa que articula fundamentos de game design, inteligência artificial generativa e engenharia de prompt em uma perspectiva crítica, criativa e pedagógica. Ao explorar

a criação de *Game Design Documents* (GDDs) com apoio da IA, busca-se não apenas apresentar novas ferramentas, mas também fomentar práticas educativas mais autorais, estruturadas e alinhadas às demandas contemporâneas da educação digital.

A proposta valoriza o uso da IA como mediadora da escrita e da organização de ideias, ao mesmo tempo em que reconhece os limites e desafios associados à sua adoção no contexto escolar. A mediação docente, o domínio da linguagem e a intencionalidade pedagógica são aspectos indispensáveis para que a tecnologia seja incorporada de forma ética, significativa e contextualizada.

No decorrer da abordagem desenvolvida, os participantes terão a oportunidade de compreender, analisar e debater exemplos concretos de prompts educacionais aplicados à escrita assistida de GDDs, com destaque para estratégias de *prompting* (*one-shot*, *few-shot*, *chain of thought*, *prompt chaining*). Ao final, espera-se que estejam aptos a adaptar tais estratégias em seus contextos educacionais, promovendo aprendizagens mais engajadas e personalizadas.

Como recomendações para continuidade após o curso, destacam-se:

- Promover projetos escolares interdisciplinares que envolvam a criação de jogos digitais com apoio da IA;
- Estimular a formação de professores em temas como engenharia de prompt e letramento em IA;
- Utilizar os materiais disponibilizados (prompts, modelos de GDDs, rubricas) como ponto de partida para novas práticas em sala de aula;
- Incentivar uma postura crítica e ética diante do uso da IA, reforçando a autoria estudantil e a intencionalidade educativa.

Essa trajetória formativa contribui diretamente para o fortalecimento de uma cultura pedagógica mais crítica, criativa e conectada às transformações digitais. Ao integrar planejamento, autoria e tecnologia, a proposta oferece uma abordagem concreta e replicável para o desenvolvimento de competências essenciais no século XXI.

Espera-se, ainda, que as instruções aqui apresentadas inspire novas investigações sobre o papel da inteligência artificial generativa na formação docente, no letramento digital e na reconfiguração de práticas educacionais contemporâneas.

1.6. Material Existente

Para garantir a continuidade da aprendizagem e a replicação da proposta após a sua realização, será disponibilizado um conjunto de materiais complementares organizados em um repositório digital de livre acesso. Esses recursos foram cuidadosamente elaborados para apoiar tanto os momentos expositivos quanto as atividades práticas em grupo, permitindo que os participantes consultem exemplos, adaptem conteúdos e apliquem a metodologia em diferentes contextos educacionais.

Embora o minicurso seja projetado para ser acessível em diferentes contextos, a realização das atividades práticas previstas na metodologia requer acesso a infraestrutura

computacional. Sempre que possível, recomenda-se a utilização de um laboratório de informática com acesso à internet ou, alternativamente, que os participantes tragam seus próprios notebooks.

Materiais disponíveis

- Guia do participante (PDF), com fundamentação pedagógica, instruções de uso da IA, modelos de prompts por área, exemplos comentados e orientações de aplicação.
- Modelos de prompts educacionais organizados por tipo (*one-shot*, *few-shot*, *CoT*, *chaining*) e por área de conhecimento (Geografia, História, Língua Portuguesa, etc.).
- *Templates de Game Design Document* (GDD) em formato editável (.docx e .pdf), com estrutura adaptada para uso em sala de aula.
- Rubrica analítica para avaliação de GDDs com IA, com critérios e níveis de desempenho.
- Slides utilizados na apresentação, com os principais conceitos e exemplos do minicurso.
- Lista comentada de ferramentas de IA generativa acessíveis, com sugestões de uso seguro e responsável no ambiente educacional.
- Tutorial introdutório sobre engenharia de prompt com exemplos práticos e sugestões de adaptação para diferentes níveis de ensino.

Todo o material estará disponível no portal do sistema Vocalis², com licença de uso livre para fins educacionais. O objetivo é possibilitar que os participantes utilizem, adaptem e multipliquem os conteúdos apresentados, promovendo a disseminação da proposta em suas instituições de ensino.

Referências

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart; Winston.
- Coeckelbergh, M. (2023). *La filosofía política de la inteligencia artificial: una introducción*. Ediciones Cátedra.
- de la Cruz Hernández, R., Santiago, P. R., & Zuñiga, S. P. A. (2022). Propuesta de rúbrica analítica para evaluar la competencia investigativa en programas de ingeniería. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*.
- Fazenda, I. C. A. (2008). Interdisciplinaridade-transdisciplinaridade: visões culturais e epistemológicas. *O que é interdisciplinaridade*, 2, 21–32.
- Fernandes, K. T., Aranha, E., & Lucena, M. (2021). Game Criativo: desenvolvendo habilidades de pensamento computacional, leitura e escrita através da criação de jogos. *Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)*, 61–70.

²<https://vocalis.di.uern.br/>

- García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 9–39.
- Gerhard, A. C., et al. (2012). A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(1), 125–145.
- Lim, G. S. (2010). Investigating prompt effects in writing performance assessment. *SPAAN FELLOW*, 95.
- Liu, F., Eisenschlos, J. M., Piccinno, F., Krichene, S., Pang, C., Lee, K., Joshi, M., Chen, W., Collier, N., & Altun, Y. (2022). Deplot: One-shot visual language reasoning by plot-to-table translation. *arXiv preprint arXiv:2212.10505*.
- Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., et al. (2020). Language models are few-shot learners. *arXiv preprint arXiv:2005.14165*, 1, 3.
- Messick, S. (1992). The interplay of evidence and consequences in the validation of performance assessments. *ETS Research Report Series*, 1992(1), i–42.
- Motta, R. L., & Junior, J. T. (2013). Short game design document (SGDD). *Proceedings of SBGames, 2013*, 115–121.
- Neto, B., & Aranha, E. (2023). Uma Avaliação de Documentos de Game Design Escritos por Alunos. *Workshop de Informática na Escola (WIE)*, 648–658.
- Pedersen, R. E. (2003). *Game design foundations*. Wordware Publishing, Inc.
- Schulhoff, S., Ilie, M., Balepur, N., Kahadze, K., Liu, A., Si, C., Li, Y., Gupta, A., Han, H., Schulhoff, S., et al. (2024). The prompt report: A systematic survey of prompting techniques. *arXiv preprint arXiv:2406.06608*, 5.
- Seßler, K., Fürstenberg, M., Bühler, B., & Kasneci, E. (2025). Can AI grade your essays? A comparative analysis of large language models and teacher ratings in multidimensional essay scoring. *Proceedings of the 15th International Learning Analytics and Knowledge Conference*, 462–472.
- Siau, K., & Wang, W. (2020). Artificial intelligence (AI) ethics: ethics of AI and ethical AI. *Journal of Database Management (JDM)*, 31(2), 74–87.
- Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Xia, F., Chi, E., Le, Q. V., Zhou, D., et al. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. *Advances in neural information processing systems*, 35, 24824–24837.
- Weigle, S. C. (1999). Investigating rater/prompt interactions in writing assessment: Quantitative and qualitative approaches. *Assessing writing*, 6(2), 145–178.
- Welch, C. (2006). Item and prompt development in performance testing. *Handbook of test development*, 303–327.
- Wu, T., Terry, M., & Cai, C. J. (2022). Ai chains: Transparent and controllable human-ai interaction by chaining large language model prompts. *Proceedings of the 2022 CHI conference on human factors in computing systems*, 1–22.

Currículo resumido dos autores



Raimundo Nonato Bezerra Neto - Doutorando em Sistemas e Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Mestre em Ciência da Computação pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Especialista em Redes de Computadores e Bacharel em Sistemas de Informação. É colaborador do projeto Desafio Games & Educação, que promove a criação de jogos digitais por alunos do ensino fundamental, com ênfase na escrita de Game Design Documents (GDDs) e competências digitais. Sua pesquisa de doutorado investiga o uso de IA para apoiar a autoria estudan-

til em processos de gamificação educacional. Tem experiência nas áreas de informática na educação, processamento de linguagem natural, tutores inteligentes e mapas conceituais. É autor de duas patentes registradas no INPI e possui publicações em eventos nacionais e internacionais na área de informática educativa. Página do currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6220492292919254>



Eduardo Henrique da Silva Aranha - Doutor em Ciência da Computação pelo Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco (CIn/UFPE), com pós-doutorado no grupo CSER da University of Adelaide (Austrália), Eduardo Aranha é professor do Departamento de Informática e Matemática Aplicada (DIMAp) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e pesquisador permanente do Instituto Metrôpole Digital (IMD/UFRN), onde coordena o Laboratório de Pesquisa em Games e Educação. Sua atuação acadêmica está centrada

na integração entre Engenharia de Software Experimental, Inteligência Artificial e Game Design, com foco em aplicações educacionais. Coordena projetos com ênfase na criação de jogos digitais, tutores inteligentes, ambientes adaptativos e IA generativa no apoio ao ensino. Desde 2013, lidera iniciativas de extensão voltadas à produção de jogos por alunos e professores da educação básica, como o Desafio Games & Educação, com alcance regional e apoio do CNPq. Participou de projetos de inovação e pesquisa aplicada em colaboração com instituições públicas, empresas de tecnologia e escolas, tendo orientado mais de 20 dissertações e teses nas áreas de jogos, IA e educação. Página do currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9520477461031645>



Kleber Tavares Fernandes - Possui graduação em Processamento de Dados pela Universidade Potiguar (1998), especialização em Redes de Computadores pela UFRN (2000), MBA em Gestão de Projetos de TI pela Faculdade de Natal (2010), Mestrado em Sistemas e Computação pela UFRN (2014) e Doutorado em Ciência da Computação pela UFRN (2021). Atualmente, é pós-doutorando em Computação no DIMAP/UFRN. Atua como professor efetivo no Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação da Universidade Federal Rural

do Semi-Árido (UFERSA) — Campus Angicos/RN. É também professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Inovação em Tecnologias Educacionais (PPgITE), vinculado ao Instituto Metrópole Digital da UFRN. Tem experiência na área de Tecnologia, com ênfase em Informática na Educação, Ensino de Computação, Pensamento Computacional, Tecnologias Educacionais e Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais. Página do currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6418096231608839>

Capítulo

2

Processos de Personalização de Aprendizagem com Inteligência Artificial: Fundamentos, Práticas e a Ressignificação do Papel Docente

Aline de Campos e Lucia Giraffa

Abstract

This short course introduces the conceptual foundations and practical applications of Artificial Intelligence (AI) for personalized learning processes. Drawing on the AI Competencies Framework for Teachers (UNESCO, 2024), it integrates core AI principles with personalization methodologies. Data-driven guidelines and public policies will be critically examined, with a particular focus on their ethical and social implications. Participants will engage with emerging scenarios—such as learner modeling, adaptive systems, and learning analytics—while comparing resources, tools, and their deployment across diverse case studies. The course combines interactive lectures with hands-on activities conducted both individually and in small groups. Using a design-thinking approach, each participant will craft a data-informed, personalized instructional sequence that ethically incorporates AI and remains aligned with curricular goals. By the end, the cohort is expected to produce a microproject ready for classroom implementation.

Resumo

Este minicurso apresenta fundamentos conceituais e aplicações práticas de Inteligência Artificial (IA) para processos de personalização da aprendizagem. Partindo do Marco Referencial de Competências em IA para professores da UNESCO (2025), pretende-se integrar as bases da IA e dos métodos de personalização. Além disso, serão debatidas as diretrizes e políticas públicas baseadas em dados, enfatizando implicações éticas e sociais. De forma prática, os participantes poderão explorar processos e cenários emergentes, tais como modelagem de alunos, sistemas adaptativos e analíticas de aprendizagem, comparando recursos e ferramentas, bem como suas aplicações em diferentes estudos de caso. A dinâmica combinará exposições dialogadas e atividades práticas, individuais e em pequenos grupos. Utilizando design thinking, cada participante elaborará uma sequência didática personalizada, orientada por dados, que integre IA de forma ética e alinhada ao currículo. Ao final, espera-se que o grupo produza um microprojeto pronto para aplicação em sala de aula.

2.1. Introdução

A nova escalada do desenvolvimento e adoção da Inteligência Artificial (IA) nas diversas áreas do conhecimento humano tem se apresentado como motivo de grande debate, que transita paralelamente entre preocupações e expectativas. Este não é um fenômeno novo e trata-se de um processo recorrente, e até mesmo necessário, de reação e compreensão de novas tecnologias e suas implicações. A área educacional vem fomentando essa discussão, onde a inevitável dúvida sobre a potencial substituição do docente no processo de aprendizagem levanta questões significativas.

A chamada Inteligência Artificial Generativa (IAGen) ou *Generative Artificial Language - (GenAI)* adota uma nova metodologia de produção de resultados capaz de gerar informações contextualizadas através de técnicas de Aprendizagem Profunda (*Deep Learning*) que usam dados coletados das mais diversas fontes (Fengchun & Holmes, 2023). A sua rápida evolução e integração indica que o uso indiscriminado de recursos potencializados por essa tecnologia pode levar a um novo nível de massificação da educação, guiado essencialmente pela automação e voltado a ênfase instrucional, cenário que Pimentel e Carvalho (2022) chamam de "cibertecnicismo". Nesta perspectiva a figura do professor poderia ser relegada a um papel secundário, ou até mesmo ser gradualmente eliminada em certas etapas do ensino, com a IA assumindo funções até então desempenhadas essencialmente pela figura docente.

Nesse sentido, para Cukurova (2024) há uma grande preocupação com a desumanização do processo educacional, onde se priorize o contato direto com agentes de IA, desprovido da orientação e intervenção dos docentes. Essa abordagem poderia, por sua vez, levar a uma supervalorização da mera assimilação de informações factuais, deixando em segundo plano o desenvolvimento de uma visão mais abrangente e profunda. Isso negligenciaria a importância dos conhecimentos tácitos, ou seja, aqueles saberes implícitos adquiridos pela experiência e das sabedorias que surgem das interações e vivências humanas. A aprendizagem se tornaria um processo mecânico de aquisição de dados, perdendo a dimensão relacional, ética e crítica dos professores na formação integral dos indivíduos (Chan & Tsi, 2024).

Por outro lado, há também uma corrente otimista que introduz a IA como uma aliada dos docentes, possibilitando uma transição de tarefas rotineiras e repetitivas, que consomem tempo e podem gerar desgaste, para um engajamento mais profundo e significativo com o processo de aprendizagem (Almeida, 2023). Neste caso a integração da IA na educação tornaria-se um catalisador para uma lógica pedagógica onde a produção e análise de dados facilitadas pelas ferramentas inteligentes potencializam as práticas de aprendizagem, de forma que as interações entre docentes e estudantes poderiam ser desenvolvidas com vínculos educativos mais significativos (Arruda, 2024).

Nesta perspectiva a IA não substitui o papel do professor, mas atua como uma ferramenta para fornecer dados detalhados e orientações sobre o perfil dos estudantes, o desempenho, as necessidades e os estilos de aprendizagem dos alunos que podem apoiar em processos didáticos e pedagógicos (Jaques, 2023). Ao analisar grandes volumes de dados, a IA pode identificar padrões e tendências que seriam difíceis de discernir manualmente, permitindo que o docente construa processos de personalização de aprendizagem, atuando no sentido contrário aos processos de massificação (Lima *et al.*, 2024).

Diante deste cenário, que ainda se apresenta com perspectivas polarizadas e demanda compreensão de potencialidades e obstáculos, entende-se necessário repensar o papel docente e ressignificá-lo, no sentido de prover capacitação frente a novas possibilidades tecnológicas e metodológicas, reafirmando o papel relevante e transformador de professores no processo de aprendizagem.

Assim, este minicurso pretende oferecer recursos para a compreensão dos fundamentos e do exercício prático na construção de processos de personalização de experiências de aprendizagem apoiadas por Inteligência Artificial de forma crítica e ética. Procurando estabelecer objetivos específicos norteadores para a experiência de aprendizagem, tendo em vista a Taxonomia de Bloom revisitada por Anderson e Krathwohl (2001), propõem-se:

- Compreender as competências docentes necessárias para práticas com IA;
- Integrar a IA com processos de personalização de aprendizagem;
- Analisar as políticas e tendências para uso ético de IA;
- Experimentar recursos de IA que podem apoiar a prática docente;
- Elaborar uma situação de aprendizagem personalização apoiada por IA;

2.2. Competências em IA para professores

O *"AI Competency Framework for Teachers"*, publicado pela UNESCO (2024) e com versão em língua portuguesa com o título de Marco Referencial de Competências em IA para professores (2025), apresenta um conjunto habilidades que os educadores devem desenvolver para compreender os impactos da IA na educação e apropriar-se das possibilidades advindas deste novo momento (Fengchun & Cukurova, 2024). A Figura 2.1 apresenta uma visão geral da convergência entre os aspectos de competência e as suas respectivas progressões apresentadas.

	 Adquirir	 Aprofundar	 Criar
 Mentalidade centrada no ser humano Enfatiza a importância da empatia e da compreensão humana no design e implementação de IA.	Autonomia humana	Responsabilidade humana	Responsabilidade social
 Princípios éticos da IA Orienta o desenvolvimento e uso de IA com base em padrões morais e éticos.	Princípios éticos	Uso seguro e responsável	Criação conjunta de regras éticas
 Fundamentos e aplicações de IA Explora os conceitos básicos e aplicações práticas da tecnologia de IA.	Técnicas e aplicações básicas de IA	Habilidades de aplicações	Criação com IA
 Pedagogia de IA Foca em métodos de ensino eficazes para educação em IA.	Ensino assistido por IA	Integração IA-pedagogia	Transformação pedagógica por IA
 IA para o desenvolvimento profissional Examina como a IA pode melhorar as habilidades e oportunidades de carreira.	IA que permite a aprendizagem ao longo da vida	IA para melhorar a aprendizagem organizacional	IA para apoiar a transformação profissional

Figura 2.1. Competências em IA: aspectos e níveis de progressão.

Fonte: Construído pelas autores com base em Unesco (2025).

No marco referencial são propostos cinco aspectos de competências fundamentais que estão interconectadas e são complementares:

- a) Mentalidade centrada no ser humano (*Human-centered mindset*);
- b) Ética da IA (*Ethics of AI*);
- c) Fundamentos e aplicações da IA (*AI foundations and applications*);
- d) Aspectos pedagógicos da IA (*AI pedagogy aspects*);
- e) IA para desenvolvimento profissional (*AI for professional development*).

Além disso, é determinada uma escala de progressão em três níveis. O primeiro, indicado como *Adquirir*, define as competências fundamentais de IA necessárias para avaliar, selecionar e usar ferramentas de IA de maneira correta em atividades educacionais. Já o nível *Aprofundar* especifica competências intermediárias para o desenvolvimento de práticas educacionais que integrem IA de forma significativa. Por fim, o nível *Criar* indica competências avançadas para processos de adaptação e customização criativa de recursos de IA e usos inovadores destas ferramentas em cenários educacionais (Fengchun & Cukurova, 2024).

A seguir, apresenta-se alguns pontos relevantes de cada uma das dimensões de competências consideradas relevantes para atuação docente diante da onipresença da inteligência artificial (IA) no ambiente educacional.

2.2.1. Mentalidade centrada no ser humano

Os professores devem promover valores e atitudes essenciais para as interações entre humanos e sistemas baseados em IA, enfatizando os direitos humanos e assegurando que a IA seja desenvolvida e utilizada de forma a respeitar a dignidade, a privacidade e contribuir para o bem-estar e o progresso individual e coletivo. Devem ser aplicadas metodologias que estimulem os estudantes a questionar, analisar e compreender os impactos da IA na sociedade, a confiabilidade e a validade das informações geradas por sistemas com pensamento crítico sobre aplicações, potenciais vieses e implicações éticas.

Embora a IA possa auxiliar e otimizar processos, é importante que o docente promova a compreensão de que a decisão final e a responsabilidade permanecem com os seres humanos. Assim, deve-se incentivar a autonomia e responsabilização na tomada de decisões. Ainda, é importante que seja discutido como a IA afeta as diversas áreas da sociedade, tais como o mercado de trabalho, a política e a cultura. Nesse sentido, deve-se estimular debates sobre as formas de acesso e participação digital e a governança de tecnologia para que riscos sejam minimizados e benefícios sejam distribuídos equitativamente.

2.2.2. Ética da IA

A implementação e uso de IA apresenta questões éticas que os educadores precisam refletir e compreender. Deve-se entender como as ferramentas de IA funcionam, quais dados elas utilizam e como chegam às conclusões ou recomendações apresentadas. Isso implica no processo de escolha dos recursos e das atividades que podem ser auxiliadas por IA sem comprometer a qualidade do processo.

Acredita-se que a IA pode automatizar algumas tarefas do dia-a-dia docente, mas a responsabilidade de filtrar, revisar e analisar os resultados permanecem sob o professor.

Deve-se ter em mente que os sistemas de IA podem amplificar preconceitos e gerar resultados tendenciosos. Os professores devem estar atentos a equidade na IA de forma a atender todos os alunos, independentemente de origem, gênero, etnia ou capacidade.

A avaliação do quanto essas ferramentas são justas, acessíveis e atendem a uma população estudantil diversa, devem ser especialmente consideradas quando sua aplicação estiver relacionada com processos de avaliação, recomendação de conteúdo e tutoria. Além disso, é fundamental que professores estejam cientes das políticas de privacidade das ferramentas e a conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

2.2.3. Fundamentos e aplicações da IA

É necessário analisar criticamente as ferramentas de IA disponíveis, avaliando sua pertinência para as necessidades específicas do domínio de ensino e aprendizagem, considerando os objetivos pedagógicos, o perfil dos alunos e as características do conteúdo. Portanto, deve desenvolver a capacidade de identificar e escolher ferramentas de IA que tenham sido validadas e demonstrem eficácia em cenários do mundo real, especialmente no contexto educacional.

Existem muitas opções de ferramentas como plataformas de aprendizagem adaptativa, tutores inteligentes, sistemas de análise de dados educacionais, geradores de conteúdo personalizados e sistemas de feedback automatizados. A aplicação desses recursos deve ser estratégica, visando otimizar tarefas rotineiras, liberando tempo para que o professor se dedique a atividades de maior valor, como o planejamento mais aprofundado de experiências de aprendizagem e o suporte personalizado aos alunos.

Também é igualmente importante reconhecer as limitações da IA, como vieses algorítmicos, a necessidade de supervisão humana e a ausência de inteligência emocional. Esses aspectos reforçam a necessidade do papel insubstituível do professor no relacionamento interpessoal e na mediação pedagógica, buscando o equilíbrio entre assistência da IA e decisão humana.

2.2.4. Aspectos pedagógicos da IA

A integração da IA com metodologias e estratégias pedagógicas apresenta desafios e oportunidades. Deve-se considerar todo o ciclo do processo de ensino-aprendizagem, desde a preparação do curso até a avaliação final dos alunos e compreender em quais etapas e atividades a IA pode auxiliar.

Em se tratando do planejamento e preparação de experiências de aprendizagem, a IA pode acelerar o processo de curadoria de conteúdo, sinalizando recursos relevantes e filtrando por características específicas. Também, são úteis na análise de dados sobre o perfil dos estudantes para composição de estratégias pedagógicas e processos de adaptação de conteúdos em diferentes estilos. Durante as aulas, a IA pode atuar como um assistente para o professor, automatizando tarefas administrativas e repetitivas. Já em termos de avaliação, pode oferecer auxílio na correção automática de atividades objetivas, detecção de padrões de dificuldades e verificação de progresso individual através dos resultados de avaliações formativas. Entretanto, é fundamental reforçar que todas essas atividades devem sempre passar pela avaliação rigorosa dos professores.

2.2.5. IA para desenvolvimento profissional

A IA também pode ser um instrumento de apoio ao desenvolvimento profissional dos professores, tanto individualmente quanto em nível institucional, uma vez que sistemas de IA podem auxiliar na tabulação e análise do desempenho dos professores através do feedback dos alunos e outros instrumentos de coleta que possam identificar áreas onde o desenvolvimento é mais necessário.

Uma vez que IA tem capacidade de processar grandes conjuntos de dados, pode-se desenvolver processos que relacionem o desempenho dos alunos e às práticas dos professores para identificar padrões e correlações e prover feedback construtivo. Os professores devem estar atentos às demandas de Aprendizagem ao Longo da Vida (*Lifelong Learning*) procurando aprimorar regularmente suas competências para se manterem relevantes em um cenário de constante mudança.

2.3. Centralidade Humana e Personalização de Aprendizagem

Tendo em vista o conjunto competências necessárias aos docentes diante da crescente relevância da IA em todas as áreas do conhecimento, percebe-se o reforço da importância do papel humano nos processos pedagógicos. Assim, torna-se urgente a reflexão do lugar da IA, do papel humano e da centralidade das práticas educacionais.

A IA, por suas possibilidades de alto processamento, tende a ser compreendida como um suporte a geração massificada de informações com base na produção de conhecimento construída e compartilhada ao longo de décadas nos meios digitais, e de fato, este tem sido seu maior uso atualmente com a proeminência dos LLM (*Large Language Models*). Entretanto, esse tipo de visão pode criar cenários temerários, onde entenda-se que estes processos podem se bastar em termos de prover acesso facilitado a conteúdos instrucionais.

Os resultados da volta às práticas centradas em abordagens conteudistas, desta vez com geração massiva por IA, serão observados com o passar do tempo. Isso pode representar uma regressão do protagonismo dos estudantes, algo que foi tão incentivado pelas metodologias ativas de aprendizagem amplamente divulgadas nos últimos anos. Nesse sentido, os processos de personalização de aprendizagem apresentam-se como um caminho para a ressignificação do papel do educador com total centralidade humana, deixando para a IA os processos onerosos e repetitivos que permeiam e sobrecarregam as demandas docentes.

2.3.1. Personalização em Experiências de Aprendizagem

Existem inúmeras definições para o conjunto de processos de personalização da aprendizagem, bem como diferentes entendimentos sobre sua estrutura, desenvolvimento e objetivos. A crescente integração tecnológica no ambiente educacional tem expandido significativamente o alcance e as interpretações dessas práticas.

Entretanto, de maneira geral, abordagens como a personalização no contexto educacional são frequentemente concebidas como a concessão de um significativo grau de autonomia e escolha aos estudantes. Isso se manifesta não apenas no que eles aprendem, mas também como eles escolhem aprender, promovendo uma metodologia mais adapta-

tiva e responsiva às suas necessidades individuais. O atendimento aos seus interesses, talentos e estilos de aprendizagem preferenciais torna-se um pilar fundamental dessa estratégia, visando maximizar o engajamento, a relevância do conteúdo e, consequentemente, o sucesso acadêmico. Essa personalização pode envolver desde a seleção de tópicos de estudo dentro de um currículo abrangente até a escolha de formatos de avaliação, ritmos de aprendizagem e recursos didáticos (Hashim *et al.*, 2022).

	PADRONIZAÇÃO	INDIVIDUALIZAÇÃO	DIFERENCIAÇÃO	PERSONALIZAÇÃO
Escopo	para a turma toda 	indivíduos específicos 	grupos diferentes 	cada pessoa 
Objetivos	Igual para todos	Igual para todos	Igual para todos	Para cada pessoa
Estilos	Não considerado	Igual para todos	Para grupos	Para cada pessoa
Necessidades	Não considerado	Para a pessoa	Para grupos	Para cada pessoa
Interesses	Não considerado	Não considerado	Não considerado	Para cada pessoa
Ritmo	Não considerado	Para a pessoa	Para grupos	Para cada pessoa
Docentes	Desenvolvem a experiência buscando padronização dos resultados com conteúdos, métodos e avaliações iguais para todas as pessoas.	Desenvolvem a experiência de maneira geral, mas fazem ajustes para estudantes específicos, flexibilizando o ritmo com orientações individuais de acordo com as necessidades.	Desenvolvem a experiência buscando agrupar estudantes por perfis, ajustando processos de aprendizagem e ritmos para atingirem a maestria.	Desenvolvem a experiência de forma flexível, monitorando dados para estabelecer objetivos e comparativos da evolução do estudante e correlações com os demais enquanto progredem no seu caminho de aprendizagem.
Estudantes	Atuação passiva com acesso a conteúdos e atividades iguais aos demais com vistas ao nivelamento pela média.	Alguns estudantes recebem orientações direcionadas baseadas em suas necessidades e que possam atender seu ritmo de aprendizado.	São agrupados por perfis semelhantes e recebem orientações de acordo com as necessidades, estilos e ritmo do grupo.	Pode co-criar uma jornada de aprendizagem com o docente e com outros estudantes de forma a refletir suas necessidades, objetivos e interesses.
	TRADICIONAL	PERSONALIZADO		

Figura 2.2. Comparativo entre padronização e processos de personalização (Campos, 2023)

É fundamental compreender que o processo de aprendizagem pode apresentar ritmos distintos para cada aluno. Diante disso, é pertinente abordar distinções importantes entre alguns modelos e suas interconexões, especialmente no que tange à individualização e diferenciação. Na individualização, o processo de aprendizagem é adaptado às necessidades específicas do estudante, permitindo flexibilidade nos ritmos de estudo. As metas de aprendizagem permanecem as mesmas para todos; no entanto, cada aluno pode dedicar mais tempo a determinados tópicos, avançar rapidamente em áreas já dominadas ou revisar conteúdos para uma melhor compreensão (Bray & McClaskey, 2013). Já na diferenciação foca nas preferências de aprendizagem dos alunos, mantendo as metas de aprendizagem idênticas para todos. O método de ensino é ajustado conforme as predileções do estudante ou a prática que melhor se adequa ao seu perfil, sendo comum o trabalho em grupo (Bray & McClaskey, 2013; Horn & Staker, 2015). A personalização vai além, incorporando os conceitos de individualização e diferenciação (Figura 2.2) e busca atender às necessidades, preferências e interesses dos alunos, podendo variar não apenas o ritmo e os métodos, mas também os objetivos e conteúdos de aprendizagem para cada estudante (Bernacki *et al.*, 2021; Bray & McClaskey, 2013; Hashim *et al.*, 2022; Jenkins *et al.*, 2018). Nesse sentido são estabelecidos diferentes níveis (Martinez, 2002) e estágios

(Bray & McClaskey, 2013) para a personalização da aprendizagem de experiências.

De qualquer forma, é importante reconhecer que todas as abordagens mencionadas representam alternativas ao modelo predominante de uma lógica guiada pela média com a premissa de que a uniformidade garante eficiência na distribuição do conhecimento. Essa abordagem pode negligenciar as vastas diferenças individuais entre os estudantes, como estilos de aprendizagem, ritmos de desenvolvimento, interesses e conhecimentos prévios. Ao impor um único caminho para todos, corre-se o risco de não atender às necessidades de uma parcela dos alunos, levando à desmotivação, baixo desempenho e até mesmo ao abandono escolar. Este modelo tradicionalmente busca a homogeneidade, padronizando métodos, conteúdos e avaliações.

2.3.2. Desmistificando a personalização de aprendizagem

A personalização de aprendizagem não é uma solução instantânea. Trata-se de estabelecida progressivamente em uma jornada de desenvolvimento que envolve não apenas os estudantes, mas também docentes, instituições de ensino e políticas educacionais (Bernacki *et al.*, 2021). Sendo assim, uma das questões fundamentais que deve prevalecer na compreensão deste processos, é que não se trata de oferecer atalhos no processo de aprendizagem. Pelo contrário, o foco não está em indicar direcionamentos fechados, mas sim possibilitar que os estudantes percorram um caminho propício ao seu desenvolvimento cognitivo, comportamental e social (Campos, 2023).

O que pretende-se desenvolver neste minicurso como guia de mudança e mentalidade e cultura educacional é que os processos de personalização de aprendizagem devem estar centrados na valorização das singularidades e não na formatação padrão de indivíduos todos dentro de um mesmo modelo. Entende-se que o estudante "não apenas como a pessoa que recebe algo pronto no processo educacional, mas sim que dá continuidade a construção de si a partir dele" (Campos, 2023). Bacich (2021) indica que o processo de personalização não se trata necessariamente de "traçar um plano de aprendizado para cada aluno, mas utilizar todas as ferramentas disponíveis para garantir que os estudantes tenham aprendido" (p. 98). O que se busca é desconstruir a visão de padronização, pois uma vez que o docente "usa um texto e a mesma sequência de exercícios para todos os estudantes, ele exclui essas possibilidades e impõe um único caminho para construir o conhecimento" (p. 98).

Assim, indica-se que este processo deve ser *progressivo*, em uma lógica de ciclos incrementais; *combinatório* pois será uma associação e correlação entre recursos diferentes e não a partir de uma solução única; e *compartilhado* uma vez que depende do engajamento de alunos e docentes dispostos a realizar trocas que vão levar ao aprofundamento cada vez maior do processo de personalização (Campos, 2023). Assim, compreende-se que existem graus diferentes de personalização, já que a aprendizagem é um processo vivo, onde nunca se terá exatamente o mesmo resultado, e deve ser centrada nas pessoas com o aprofundamento de conhecimentos, da prática e da experimentação.

2.4. O lugar da Inteligência Artificial na educação

O termo Inteligência Artificial (IA) foi criado por John McCarthy durante uma conferência em 1956 e desde então desenvolve-se de maneira multidisciplinar na busca pela

representação das regras do raciocínio e simulação das capacidades cognitivas em linguagens de máquina (Vicari, 2018).

Desdobramentos advindos do campo da IA e das possibilidades do processamento de dados ao longo dos anos promoveram estudos dentro das subáreas de Computação Cognitiva, Aprendizagem de Máquina (*Machine Learning - ML*) e suas aplicações específicas em Educação em estudos de Mineração de Dados Educacionais (*Educational Data Mining - EDM*) e Análise de Aprendizagem (*Learning Analytics - LA*) (Hashim *et al.*, 2022). Neste cenário, a ascensão da Inteligência Artificial Generativa (IA Generativa) tem grande potencial de apoiar experiências de aprendizagem personalizadas e/ou adaptativas, porém por ser uma área recente e ainda em desenvolvimento, existem desafios a serem superados para sua implementação na educação (Musiol, 2024).

O que já se pode perceber na recente popularização de recursos de IA Generativa é que será cada vez mais necessário aprender a formular boas perguntas, estimulando o processo de letramento científico e compreensão de cocriação. Além disso, outro aspecto fundamental será ampliar a visão crítica e discernimento sobre fontes de dados e seu grau de atualização, uma vez que há questões de confiabilidade nas respostas apresentadas.

Percebe-se uma forte sinalização para uma transformação fundamental na forma de interação com a informação e o conhecimento, onde a capacidade de formular perguntas adequadas torna-se uma habilidade necessária. Lévy (2022) afirma que será possível que a IA aumente a cognição humana, apenas se de forma sustentável constituir-se "interoperável, cumulativa, integrável, intercambiável e distribuída" (p. 29). Diante disso, não se limita apenas a saber o que perguntar, mas também a forma de perguntar, a fim de extrair as informações mais relevantes e precisas dos sistemas de IA. Ao encontro disso, Lévy (2022) também entende que há necessidade de um esforço simultâneo na inteligência coletiva, com processos profundos de autorreflexão.

Ou seja, há necessidade de um processo que estimule um novo nível de letramento científico, onde a compreensão dos mecanismos de funcionamento da IA e a interpretação crítica de suas saídas são tão importantes quanto o acesso à informação em si. A colaboração com a IA Generativa deve ser vista como um processo de cocriação, onde a inteligência humana guia e refina as capacidades da máquina.

A interação ocorre com máquinas que, embora possam ser consideradas inteligentes em certos aspectos, não possuem consciência e isso é reforçado por Pimentel e Carvalho (2023) que apontam para a ausência de subjetividade, o que implica que qualquer criatividade manifestada é inteiramente dependente das informações de entrada fornecidas. Assim, segundo os autores, a IA Generativa ainda se configura como um autor sem a capacidade de realmente compreender o que produz. Por consequência, a falta de intencionalidade pedagógica e agência no processo de construção do conhecimento e no desenvolvimento de competências dos estudantes, impede que seja vista efetivamente como uma "máquina de ensinar", uma vez que não tem intrinsecamente discernimento, empatia ou a capacidade de adaptar-se naturalmente às nuances do aprendizado humano.

2.5. Políticas, Tendências e Aspectos Éticos

Em se tratando de políticas de planejamento, tem-se o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial que orienta o desenvolvimento ético, seguro e sustentável da inteligência artificial no Brasil (MCTI, 2025). O instrumento é uma iniciativa elaborada pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), com coordenação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e apoio técnico do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

O documento estrutura-se em torno de princípios fundamentais, como o respeito aos direitos humanos e aos valores democráticos, a promoção da inclusão e da diversidade, a proteção da privacidade e dos dados pessoais, transparência, segurança e confiabilidade dos sistemas, bem como estímulo à inovação responsável. Com intuito de operacionalizar esses direcionamentos, são apresentados eixos estratégicos que abrangem:

- a) governança e regulação através de diretrizes e marcos legais que assegurem o uso responsável da IA;
- b) incentivo à pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica e à transferência de conhecimento;
- c) formação e capacitação de profissionais e promoção da educação digital;
- d) fortalecimento de capacidades computacionais em termos de infraestrutura de redes e ambientes de dados;
- e) uso da IA para solucionar desafios sociais, econômicos e ambientais relevantes com aplicações estratégicas e setores prioritários.

Esses elementos estruturam-se de forma a assegurar que o avanço da inteligência artificial no país ocorra de forma alinhada aos interesses públicos e às demandas de sustentabilidade, ética e segurança.

Além disso, também há iniciativas como o Observatório Brasileiro de Inteligência Artificial (OBIA)¹ criado pelo Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br), com o objetivo de compilar, sistematizar e fornecer dados sobre os avanços tecnológicos relacionados à IA no país, permitindo avaliar impactos sociais e orientar políticas públicas.

Estes são recursos que podem auxiliar na refletir sobre aspectos fundamentais da questão do uso ético da IA. Os professores tem que estar atentos em questões como o uso de dados dos estudantes para retroalimentar sistemas, tendo em vista a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), Lei nº 13.709/2018. Deve-se ter atenção para que os processos de coleta, armazenamento, processamento, visualização e análise de informações resultantes destes dados atenda aos requisitos necessários de ética e segurança.

Além disso, é importante ampliar a visão crítica e o discernimento sobre fontes de dados, seus graus de atualização, e a garantia de que os sistemas de IA sejam usados de forma ética e não discriminatória (Arruda, 2024). Uma vez que a IA pode desconsiderar "nuances culturais, idiomas locais e o contexto socioeconômico no qual o sistema educacional opera"(Almeida, 2023). Nesse sentido, outro aspecto que ainda necessita reflexão e impacta nas escolhas docentes no uso de IA é a disparidade social e econômica, que pode privilegiar o acesso para alguns, deixando outros de lado.

¹ Acesso disponível em: <https://obia.nic.br/>

Os professores devem ser agentes ativos no estímulo ao pensamento crítico sobre estes aspectos por parte dos estudantes abordando a possibilidade de vieses, políticas de privacidade e segurança e questões de direitos autorais. Também devem promover a reflexão sobre o uso excessivo e sem discernimento de IA que pode construir-se em um processo de dependência tecnológica.

2.6. Processos, Ferramentas e Plataformas

São muitas perspectivas diante de um cenário profícuo de ferramentas e plataformas que incorporam recursos de IA em sua estrutura voltados para as mais diversas atividades (Figura 2.3).

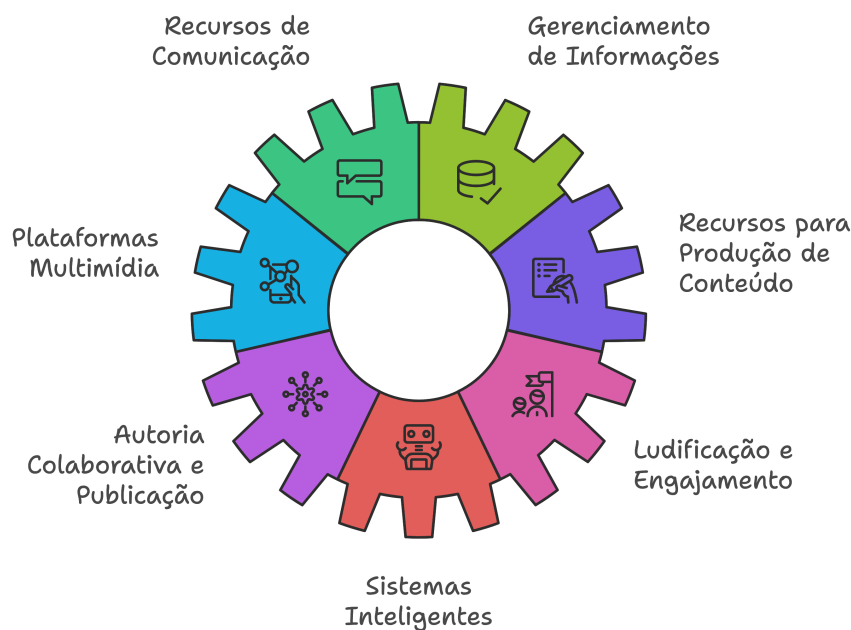


Figura 2.3. Diversidade de recursos que incorporam IA.

A IA Generativa tem trazido à luz do debate diversas questões que se apresentam sobre seu uso em cenários de aprendizagem. Para Vicari (2018) uma das potencialidades é a maior compreensão e refinamento do processo de aprendizagem a partir do processamento e análise de um conjunto massivo de dados gerando modelos que representam os alunos e podem oferecer abordagens de personalização. Pretende-se abordar processos de design instrucional personalizado, mapeamento de variáveis e modelagem do aprendiz.

Além disso, o potencial interessante de dar suporte na cocriação de currículos e estruturas de cursos que possam atender a diferentes perfis de estudantes para Fengchun e Holmes (2023). A capacidade de processamento e interpretação de grandes quantidades de dados, pode prover recursos que apoiem a identificação de maneira geral das dificuldades de grupos de estudantes, mas também elementos específicos que podem auxiliar na tomada de decisão do professor frente às possibilidades pedagógicas de intervenções (Arruda, 2024). Nessas situações os recursos podem sugerir itinerários que possibilitem a adaptação ao nível de conhecimento do indivíduo (Fengchun & Holmes, 2023; Vicari,

2018). Ainda, no que diz respeito a avaliações e intervenções orientadas a dados pode-se fazer uso dashboards iterativos.

O uso de recursos tecnológicos e ferramentas de Inteligência Artificial (IA) na educação expande as possibilidades de ensino ao permitir a criação de conteúdos interativos e personalizados. Nesse contexto, Objetos de Aprendizagem (OAs) e Recursos Educacionais Abertos (REAs) são materiais fundamentais, pois oferecem conteúdos gratuitos, atualizados e flexíveis, que podem ser adaptados a diferentes públicos e contextos (Filatro, 2008). Aliados a um design instrucional bem estruturado, esses recursos potencializam a qualidade das experiências de aprendizagem, gerando maior engajamento e contribuindo para a construção de habilidades relevantes para a era digital.

2.6.1. Considerações sobre a avaliação e escolha de recursos de IA

Para escolher as ferramentas tecnológicas mais adequadas, é importante considerar fatores como compatibilidade de plataformas, facilidade de uso, suporte técnico disponível e alinhamento com as políticas pedagógicas da instituição. A manutenção dos recursos e a sustentabilidade dos projetos também exigem atenção constante, contemplando a atualização dos conteúdos e a adequação às necessidades dos alunos ao longo do tempo. Esse processo assegura que as inovações introduzidas permaneçam funcionais e relevantes, ampliando as oportunidades de ensino e aprendizagem na educação básica brasileira.

Ao escolher ferramentas tecnológicas para uso educacional, é importante ter clareza sobre os objetivos de aprendizagem e verificar se a ferramenta escolhida atende às necessidades dos estudantes (Filatro, 2023). Nessa etapa, recomenda-se avaliar a facilidade de uso, a compatibilidade com diferentes dispositivos, os custos envolvidos e o suporte técnico oferecido. Além disso, é fundamental observar se a ferramenta respeita princípios de acessibilidade, garantindo que todos os alunos possam participar da experiência de maneira inclusiva.

Outro aspecto relevante é considerar a sustentabilidade do recurso ao longo do tempo, planejando atualizações e manutenções necessárias para mantê-lo funcional. A análise de opiniões e experiências de outros educadores, bem como a realização de testes pilotos, contribui para a escolha mais segura e fundamentada. Assim, ao longo do processo, deve-se buscar sempre alinhar as ferramentas ao planejamento pedagógico, de modo que a tecnologia atue como facilitadora e não como fator de sobrecarga para professores e estudantes.

2.7. Prototipando uma experiência de aprendizagem personalizada com IA

Tendo em vista o arcabouço debatido até então, propõem-se um processo com vistas a compreensão, debate e experimentação das possibilidades de construção de arquiteturas pedagógicas personalizadas com apoio de recursos de Inteligência Artificial tendo como material de apoio a fundamentação desenvolvida até então.

Nesse sentido, a dinâmica deste minicurso combinará exposições dialogadas e atividades práticas que serão realizadas em formato individual ou em pequenos grupos com o uso de ferramentas colaborativas: Miro, Mentimeter e recursos online de IA generativa, com ênfase em ferramentas de baixo custo.

A fim de guiar um processo fundamentado e experiencial, propõem-se a adoção das etapas principais de Design Thinking. O método de Design Thinking tem um processo fortemente centrado nas pessoas e suas necessidades (Brenner *et al.*, 2016). Nesta experiência de aprendizagem adota-se o conceito de *Double Diamond* (Figura 2.4) que mescla processos de pensamento aberto e divergente, com processos de pensamento convergente e foco para chegar em uma solução centrada nas pessoas e suas necessidades (Stickdorn & Schneider, 2014).

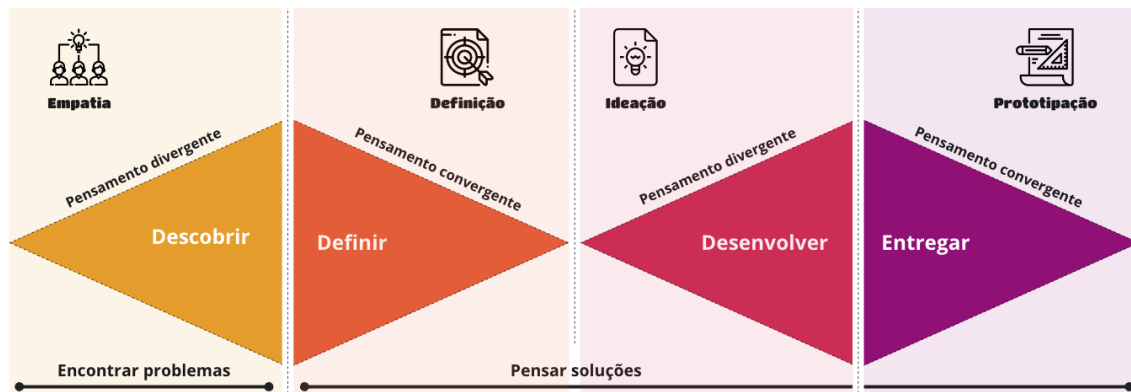


Figura 2.4. Visão geral do processo com base no Double Diamond do Design Thinking. Fonte: criado pelas autoras.

A seguir apresenta-se o detalhamento das atividades a serem desenvolvidas em cada etapa desta experiência de aprendizagem.

2.7.1. Descobrir

Esta etapa será destinada a conhecer as recomendações sobre competências docentes em IA, bem como compreender e debater os princípios básicos da personalização de aprendizagem e os aspectos relevantes da Inteligência Artificial Generativa para que seja possível identificar as possibilidades de sua aplicação.

Entretanto, antes deste processo, sem focar em conceitos e referências, é interessante pensar no que se entende por personalização de aprendizagem e o papel da IA na educação. Nesse sentido apresenta-se questões norteadoras para reflexão e debate: "o que vem na sua cabeça ao ouvir o termo 'personalização de aprendizagem'?", "quais práticas estão associadas?", "você já adota?", "quais questões, restrições, problemas e desafios são relevantes neste processo?", "qual o lugar da IA no processo educacional?".

A partir disso, pretende-se estabelecer o processo de empatia com objetivo de conhecer o público-alvo e analisar seus comportamentos e motivações com pensamento aberto para entender quem são as pessoas, o que elas pensam e as emoções que conduzem aos comportamentos (Brenner *et al.*, 2016). Assim, a partir do debate de diversas visões, procura-se verificar as impressões iniciais ou seus conhecimentos prévios a respeito da temáticas centrais desta experiência.

Após a apresentação introdutória para fundamentar a experiência proposta para o desenvolvimento de competências e estratégias pedagógicas, os participantes são convi-

dados a refletir sobre seus desafios enquanto educadores. Ao serem apresentadas para um conjunto de 10 atividades da prática docente, devem classifica-las da mais complexa para a mais fácil (Figura 2.5).

The image shows a Mentimeter poll interface. At the top, the Mentimeter logo is displayed. Below it, the instruction reads: "Classifique as atividades a seguir da MAIS COMPLEXA PARA A MAIS FÁCIL de acordo com a sua visão." (Rank the following activities from MOST COMPLEX to MOST EASY according to your vision). Under the heading "Seu ranking" (Your ranking), there is a large, empty, rounded rectangular box with a dashed border and the text "Clique ou arraste opções" (Click or drag options). Below this, under the heading "Opções disponíveis" (Available options), there is a list of ten teaching activities, each in a rounded rectangular box: "Definir processos de avaliação adequados", "Escolher metodologias de ensino e aprendizagem adequadas", "Reconhecer o perfil dos estudantes de forma assertiva", "Fazer parte der uma rede de colaborativa de educadores", "Desenvolver materiais didáticos/instrucionais atrativos", "Oferecer feedback constante aos estudantes", "Realizar curadoria de conteúdos para suas atividades didáticas", "Usar o potencial de plataformas virtuais educacionais", "Aplicar recursos tecnológicos nas práticas docentes", and "Comunicar claramente com os estudantes". At the bottom center, there is a blue button labeled "Enviar" (Send).

Figura 2.5. Atividade de avaliação de atividades docentes

O mapeamento realizado em conjunto poderá oferecer uma visão geral do processos de descoberta para abrir a possibilidade de pensar em soluções, auxiliando no aprendizado sobre a área, na identificação de lacunas e análise de potenciais soluções e suas consequências.

2.7.2. Definir

Na etapa de Definição, parte-se de uma análise ampla para uma filtragem do que é relevante como foco de desenvolvimento. Cabe analisar o problema e como ele se relaciona com o público alvo e identificar as oportunidades. Pode-se buscar por padrões, comportamentos, oportunidades e desafios para definição de um objetivo específico e significativo. Para apoiar o processo são apresentados os elementos e as possíveis etapas para elaboração de processos de personalização de aprendizagem com apoio de recursos como mapas mentais e criação de jornadas.

Ainda, serão apresentados diferentes estudos de caso para ilustrar processos de planejamento e desenvolvimento de experiências de aprendizagem com personalização e IA. Por exemplo, a inclusão de estudantes neurodivergentes, pessoas com deficiência

(PCDs) e a atenção às questões de acessibilidade. Os recursos de IA Generativa podem revisar textos no sentido de deixá-los mais acessíveis, auxiliar na tradução automática e realizar adaptações de conteúdos para diferentes mídias e objetivos. Arruda (2024) indica que há possibilidade de incluir inúmeros estudantes em contextos em que podem existir dificuldades de produção de materiais adequados para cada necessidade.

2.7.3. Desenvolver

Através da elaboração de ideias para potenciais criações a serem desenvolvidos no sentido de buscar melhores resultados do que os que foram elencados a partir da análise anterior, busca-se soluções criativas e viáveis para o problema de acordo com o seu cenário de atuação através de um processo de ideação.

Pode-se criar diversas possibilidades para escolha da que receberá o foco de prototipação, uma vez que trata-se de construir um repertório de possibilidades, sendo importante criar volume e flexibilidade neste processo. Após, desenvolve-se um processo mais assertivo de análise e priorização dessas ideias, bem como viabilidade.

Neste processo o foco será a construção de uma arquitetura pedagógica, plano de aprendizagem, sequencia didática ou prática educacional com processos de personalização que seja capaz de integrar recursos de inteligência artificial de forma ética e alinhada ao currículo dentro do seu próprio contexto poderá gerar impacto direto e mensurável em sua prática docente.

2.7.4. Entregar

O foco nesta etapa é de projetar como se pretende operacionalizar estas ideias de forma a estruturar uma trajetória incorporada ao contexto de aplicação. Inicia-se o processo de Prototipação que trata de tangibilizar as ideias (Stickdorn & Schneider, 2014).

Segundo Melo e Abelheira (2015) os protótipos servem como representações para demonstração de uma ideia. Assim, serão verificadas como estratégias, recursos e a integração de abordagens e métodos educacionais podem auxiliar enquanto suporte. A fim de prover um espaço facilitado de criação adotada-se a plataforma digital e colaborativa Miro criando-se uma estrutura de base para apoiar a apresentação da ideia

A lógica de um protótipo é de aprendizado sobre sua potencialidade. Podem ser desenvolvidos com diferentes graus de profundidade e estruturas diversas. Serão apresentados diferentes tipos de recursos de IA que podem auxiliar no desenvolvimento das ideias de forma a experimentar diferentes abordagens.

2.8. Considerações finais

Espera-se que esta experiência de compreensão, reflexão e aprendizagem possa estimular docentes a serem agentes conscientes do seu papel transformador e seguros de sua função primordial no processo educacional.

Pretende-se que ao final do curso os participantes possam apresentar seus protótipos de experiências de aprendizagem com processos de personalização e apoio de IA. Essa prática pode convergir em um espaço de avaliação construtiva e troca de ideias que indique caminhos propositivos aos projetos com incentivo a sua aplicação em cenários

reais com seus os estudantes.

Ainda, pretende-se que os mini projetos criados possam ser compartilhados com todos os participantes em formato digital para que as diferentes iniciativas possam servir de inspiração futura de forma colaborativa.

Espera-se que a dinâmica do curso possa servir de ponto de partida na construção de iniciativas que ampliem as competências dos docentes e impliquem positivamente nos estudantes, de forma que possam atuar como multiplicadores do convite a ressignificação do papel docente diante de um mundo em constante transformação.

Referências

- Almeida, V. A. (2023). Recomendações para o avanço da inteligência artificial no Brasil. *Grupo de Trabalho IA. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.*
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives.* Longman.
- Arruda, E. P. (2024). Inteligência Artificial Generativa no contexto da transformação do trabalho docente. *Educação em Revista*, 40.
- Bacich, L. (2021). Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento*, 3, 100–103. <https://doi.org/10.20396/tsc.v3i1.14479>
- Bernacki, M., Greene, M., & Lobczowski, N. (2021). A Systematic Review of Research on Personalized Learning: Personalized by Whom, to What, How, and for What Purpose(s)? *Educational Psychology Review*, 33(4), 1675–1715.
- Bray, B., & McClaskey, K. (2013). Personalize Learning. *ISTE (International Society for Technology in Education).*
- Brenner, W., Uebernickel, F., & Abrell, T. (2016). Design Thinking as Mindset, Process, and Toolbox: experiences from Research and Teaching at the University of St.Gallen. Em W. Brenner & F. Uebernickel (Ed.), *Design Thinking for Innovation* (p. 219). Springer International Publishing Switzerland.
- Campos, A. d. (2023). *SINGULAR: Método gamificado para personalização experiências de aprendizagem suportado por análise dados educacionais* [tese de dout., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação].
- Chan, C. K. Y., & Tsi, L. H. (2024). Will generative AI replace teachers in higher education? A study of teacher and student perceptions. *Studies in Educational Evaluation*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2024.101395>
- Cukurova, M. (2024). The Interplay of Learning, Analytics, and Artificial Intelligence in Education. *ACM International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK)*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.16081>
- Fengchun, M., & Cukurova, M. (2024). AI competency framework for teachers. *UNESCO*. <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>

- Fengchun, M., & Holmes, W. (2023). Guidance for generative AI in education and research. *UNESCO*.
- Filatro, A. (2023). *Design instrucional para professores*. Editora Senac São Paulo.
- Hashim, S., Omar, M. K., Jalil, H. A., & Sharef, N. M. (2022). Trends on Technologies and Artificial Intelligence in Education for Personalized Learning: Systematic Literature Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, v. 12(n. 1). <http://dx.doi.org/10.6007/IJARPED/v11-i1/12230>
- Horn, M., & Staker, H. (2015). *Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação*. Porto Alegre: Editora Penso.
- Jaques, P. A. (2023). Da teoria à prática em sala de aula: experiências e insights de uma pesquisadora em Inteligência Artificial aplicada à educação. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento*, 10(2). <https://doi.org/10.20396/tsc.v10i2.18382>
- Jenkins, S., Williams, M., Moyer, J., George, M., & Foster, E. (2018). The Shifting Paradigm of Teaching: Personalized Learning According to Teachers. *KnowledgeWorks*.
- Lévy, P. (2022). IEML: rumo a uma mudança de paradigma na Inteligência Artificial. *Revista MATRIZES*, 16(2). <https://doi.org/10.11606/issn.1982-8160.v16i1p11-34>
- Lima, G., Ferreira, G., & de Sá Carvalho, J. (2024). Automação na educação: caminhos da discussão sobre a inteligência artificial. *Educação e Pesquisa*, 50. <https://revistas.usp.br/ep/article/view/227522>
- Martinez, M. (2002). *Designing Learning Objects to Personalize Learning*. In: Wiley, David. The Instructional Use of Learning Objects. Agency for Instructional Technology Association for Educational Communications; Technology.
- MCTI. (2025). IA para o bem de todos; Plano Brasileiro de Inteligência Artificial. *Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação; Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*.
- Melo, A., & Abelheira, R. (2015). *Design thinking and thinking design: metodologia, ferramentas e uma reflexão sobre o tema*. Novatec.
- Musiol, M. (2024). *Generative AI: Navigating the course to the Artificial General Intelligence Future*. Wiley.
- Pimentel, M., & Carvalho, F. (2022). Cibertecnicismo. *Revista de Educação Pública*, 31. <https://doi.org/10.29286/rep.v31ijan/dez.13919>
- Pimentel, M., & Carvalho, F. (2023). ChatGPT: concepções epistêmico-didático- pedagógicas dos usos na educação. *SBC Horizontes*. <https://horizontes.sbc.org.br/index.php/2023/06/chatgpt-concepcoes>
- Stickdorn, M., & Schneider, J. (2014). *Isto é Design Thinking de Serviços: Fundamentos, Ferramentas, Casos* (C. Biolchini & M. Bandarra, Trad.). Bookman.
- Vicari, R. M. (2018). Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030. *SENAI*.

Currículo resumido das autoras



Aline de Campos - Doutora pelo Programa de Pós-graduação em Informática na Educação (2023) e Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Comunicação e Informação (2009) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Bacharel em Ciência da Computação (2006) pela Universidade de Passo Fundo. Atua com Professora Adjunta na Escola Politécnica e pesquisadora conduzindo projetos com ênfase em Tecnologia e Educação na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Integrante do ARGOS - Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Educação Digital (PPGEDU/PUCRS). Atuou como

Coordenadora de Aprendizagem na DB Assessoria em Sistemas de Informação (TEC-NOPUC) (2020-2023). Atuou como professora no Centro Universitário Ritter dos Reis (Uniritter) (2022-2023). Atuou como docente nos cursos de graduação e especialização da Faculdade Senac Porto Alegre (2010-2019) onde também desenvolveu o Projeto Pedagógico de Curso da graduação em Sistemas para Internet e da Especialização em Inteligência de Mercado e Data Science (2015). Foi coordenadora do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet (2015-2019) e coordenadora de projetos de Pesquisa e Inovação pelo Programa Senac Inovação (2017-2019) na Faculdade Senac Porto Alegre. Foi professora em cursos de especialização na Universidade de Caxias do Sul (2013-2019). Atuou como professora substituta no Departamento de Informática Aplicada e também como Analista de Sistemas Web na Divisão de Sistemas de Informação do Centro de Processamento de Dados na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2011-2015). Também atuou como professora substituta em cursos técnicos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (2009-2010). Temas pesquisa centram-se no desenvolvimento de processos de personalização de aprendizagem com tecnologias educacionais, inteligência artificial generativa, mineração de dados educacionais, learning analytics e machine learning.



Lucia Giraffa - Doutora em Ciências da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1999) com Pós-Doutorado na Universidade do Texas (Austin) no College of Education (2011). Mestrado em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1991). Graduada em Licenciatura Plena em Matemática e Licenciatura Curta em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1979) e especialização em Análise de Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1987). Professora titular da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica

do Rio Grande do Sul desde 1986. Pesquisadora e professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação da Escola de Humanidades da PUCRS. Bolsista PQ-CNPq nível 2. Líder do Grupo de Pesquisa cadastrado no CNPq ARGOS - Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Educação Digital. Integrante do Núcleo de Inovação Pedagógica (NIP) da Escola Politécnica da PUCRS desde 2018, atuando a partir de 2024 nas

alianças estratégicas com as redes de escola de Educação Básica. Conferencista Sênior na área de Informática na Educação outorgada pela Comissão Especial de Informática na Educação da Sociedade Brasileira de Computação (2024). Membro da International Society of the Learning Sciences (ISLS) e do grupo de pesquisadores Ciências da Aprendizagem Brasil, liderado pelo Prof. Paulo Blikstein (Universidade de Columbia USA). Associada da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e da Associação Nacional de pesquisadores em Educação (ANPED). Integrante do Centro de Estudos em Educação Superior (CEES/PUCRS) e do Centro de Ensino e Pesquisa em Contextos e Processos da Educação Básica (CEB/PUCRS). Foi coordenadora da PUCRS Virtual na Coordenadoria de Educação a Distância da PUCRS (2006-2010). Assessora da Pró-Reitoria de Extensão (2011). Foi coordenadora do Convênio PUCRS e Microsoft. Eleita Presidente da Comissão Especial de Informática na Educação da SBC (2003-2004). Pesquisas centradas em formação de professores para uso de tecnologias digitais, educação digital, educação online, inteligência artificial na educação.

Capítulo

3

Design de Materiais Imersivos para o Ensino em Ambientes de Realidade Estendida

Laura Coura, Muhammad Ahsan, Bruno Hideki Adachi, Sílvia Amélia Bim, Silvio Luiz Bragatto Boss, Andreia Malucelli, Sheila Reinehr, Reinaldo Silva Fortes, Saul Delabrida

Abstract

The application of immersive technologies has been gaining increasing space in Education, thanks to its interactive possibilities, which, consequently, have the potential to increase students' interest and engagement. In particular, Augmented Reality (AR) stands out as a more accessible technology, considering its application through mobile devices and its ability to be incorporated into teaching materials like books. Therefore, this chapter presents the main topics and the design process covered in a short course that aims to teach teachers and future teachers how to design AR materials using the Immersive Game Design Canvas framework and two books as base. Thus, the fundamentals and examples of AR and Game Design Canvas are discussed, while also presenting the Canvas and the books used in the short course, to encourage reflection on the use of immersive technologies in education and the role of teachers in this usage, as well as to instigate similar proposals.

Resumo

A aplicação de tecnologias de caráter imersivo tem ganhado cada vez mais espaço na Educação, graças às suas possibilidades de interação que têm o potencial de aumentar o interesse e participação dos alunos. Em especial, a Realidade Aumentada (RA) se destaca ao ser uma tecnologia mais acessível, considerando sua aplicação através de dispositivos móveis e por poder ser incorporada junto a livros. Assim, este capítulo apresenta os principais tópicos e o processo de design abordados em um minicurso que visa ensinar docentes e futuros docentes a projetar materiais de RA utilizando o framework Canvas de Design de Jogos Imersivos e dois livros como base. Logo, discute-se os fundamentos e exemplos de RA e Canvas, expondo também o Canvas e os livros utilizados no minicurso, de modo a incentivar reflexões sobre o uso de tecnologias imersivas na Educação e o papel de professores neste uso, assim como também incentivar propostas similares.

3.1. Introdução

A utilização de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no processo ensino-aprendizagem tem ganhado cada vez mais espaço e atenção, principalmente devido à adição de referências e competência voltada a vivências da cultura digital e TDIC na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018). Em especial, a competência de cultura digital define a necessidade de práticas pedagógicas que sejam embasadas por tecnologias digitais as quais precisem dominar as dimensões das competências informacionais, considerando seu impacto positivo no desenvolvimento de aulas dinâmicas, colaborativas e interativas (Bezerra *et al.*, 2023).

Dentre as tecnologias que podem ser utilizadas, destaca-se a Realidade Aumentada (RA), caracterizada pela possibilidade de interação com elementos virtuais em formato digital por meio da sobreposição, em tempo-real, a elementos físicos do ambiente real (Carolei & Tori, 2014). Atividades baseadas nesta tecnologia tendem a aproximar as práticas pedagógicas da realidade do educando, contribuindo para o despertar da curiosidade e aumento da motivação dos mesmos (Rezende *et al.*, 2021). Ademais, estas atividades imersivas podem ser estruturadas por meio de dispositivos móveis, aprendizagem com jogos, ou por meio de livros com RA embutida (Lopes *et al.*, 2019).

Portanto, a integração de tecnologias imersivas na Educação pode ser realizada através de seu uso como uma forma de suporte ao processo pedagógico. É importante, porém, manter em mente que tal integração exige que docentes tenham os conhecimentos técnicos necessários para operar os equipamentos, assim como também tenham os conhecimentos sobre como incorporá-los apropriadamente em sua metodologia de ensino (de Aquino *et al.*, 2022). Isto reforça a necessidade de ações e projetos de qualificação de professores, possibilitando-os a aquisição de competências digitais que podem ser utilizadas em sala de aula.

Além disso, ao considerar as dificuldades que podem surgir no ensino de conceitos técnicos para professores que, em sua maioria, não tem experiências posteriores com isto, é interessante considerar as possibilidades de estruturar formações e projetos em tópicos mais distantes da programação e desenvolvimento de artefatos. Dentre os temas possíveis para se abordar, destaca-se aqui o ensino em *design* de materiais imersivos baseados em RA para a Educação. Através do uso de um Documento de *Design* de Jogo (ou *Game Design Document* - GDD), busca-se a estruturação de uma abordagem focada em possibilitar aos professores um papel ativo no processo de *design* de materiais imersivos.

Logo, este capítulo contém os conceitos discutidos e ensinados no minicurso realizado em Curitiba-PR, durante Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2025), como parte do evento satélite Jornadas de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2025), intitulado de modo homônimo a este trabalho. O minicurso tem como principal objetivo proporcionar aos participantes a aquisição de conhecimentos teóricos e práticos sobre a idealização de materiais educativos baseados em Realidade Aumentada, tendo como resultado final a capacitação dos participantes e o *design* concreto de artefatos didáticos imersivos pelos mesmos.

Para tanto, cada participante utilizará o *framework* Canvas de *Design* de Jogos Imersivos (Coura, 2024), preenchendo-o ao longo do minicurso com as informações ne-

cessárias. O material será estruturado com base nos livros “Hedy Lamarr - A estrela de ideias brilhantes” (Bim & Breitman, 2024) e “Alan Turing - Suas máquinas e seus segredos” (Boss & Bim, 2022). Os participantes também terão a oportunidade de experimentar equipamentos de Realidade Estendida antes da atividade prática, favorecendo sua familiarização com as tecnologias e suas funcionalidades. Espera-se, com isso, criar um ambiente propício à produção de ideias criativas, com participantes mais preparados, motivados e engajados no processo de construção dos materiais.

O presente capítulo, ao apresentar os conceitos e o processo de *design* de jogos imersivos educativos aplicado no minicurso, busca contribuir para a área de Informática na Computação através da disponibilização de materiais e ferramentas para uso de educadores. Através destes artefatos, os professores poderão aplicar o processo sozinhos em suas respectivas escolas, podendo incorporar até mesmo a participação de seus alunos durante o *design*. Ademais, espera-se que este capítulo também incentive que outros pesquisadores busquem replicar a experiência proposta ou desenvolvam projetos similares.

O capítulo está estruturado da seguinte forma: a Seção 3.2 apresenta o conceito de Realidade Aumentada, descrevendo seus fundamentos e usos no contexto educacional; a Seção 3.3 apresenta o conceito de Canvas de *Design* de Jogos, expondo também seus fundamentos e exemplos; a Seção 3.4 detalha o Canvas aplicado no minicurso, enquanto a Seção 3.5 descreve os livros aplicados; a Seção 3.6 apresenta o processo de *design* utilizado no minicurso e a Seção 3.7 discute as considerações finais acerca deste trabalho. Por fim, a Seção 3.7 apresenta um currículo resumido dos autores envolvidos neste trabalho.

3.2. Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (RA) permite experiências imersivas e enriquecidas em diversos setores, como medicina, indústria, entretenimento, educação, arquitetura e manutenção, sobrepondo o conteúdo digital no mundo real (Dargan *et al.*, 2023). A seguir, fundamentos de RA são brevemente apresentados na Seção 3.2.1 e uma discussão sobre suas aplicações no contexto educacional é apresentada na Seção 3.2.2.

3.2.1. Fundamentos

A RA se sobrepõe a elementos digitais virtuais, como modelos 3D (ou seja, tridimensionais), texto ou áudio no mundo real, criando um ambiente interativo e combinado. Esta informação interativa e 3D molda o ambiente do usuário, possibilitando-o a operação em tempo real dentro de um espaço tridimensional, oferecendo experiências imersivas que se integram perfeitamente ao ambiente físico (Dargan *et al.*, 2023).

Em vista disso, a RA se difere da Realidade Virtual, outro tipo de tecnologia imersiva, ao não imergir o usuário completamente no mundo virtual, mas sim trazer as informações virtuais para os arredores do espaço físico onde ele se encontra ou, também, para qualquer visão indireta que ela possa ter de um ambiente do mundo-real, como em uma transmissão de vídeo ao vivo (Carmigniani & Furht, 2011).

Ao integrar de modo impecável informações digitais ao ambiente físico, a RA oferece experiências aprimoradas, compreensões e percepções (*insights*) contextuais e recursos interativos para os usuários (Mendoza-Ramírez *et al.*, 2023). Assim, RA refere-

se a qualquer situação em que o ambiente real seja suplementado com objetos digitais, ou seja, refere-se a qualquer cenário em que o ambiente do mundo real é aprimorado com objetos virtuais criados digitalmente, que são perfeitamente sobrepostos ou misturados. Na Tabela 3.1 tem-se as principais vantagens e limitações da RA, apresentando de forma crítica e resumida características da tecnologia que devem ser consideradas durante a escolha de qual tecnologia imersiva integrar no processo educacional.

Tabela 3.1. Vantagens e limitações de tecnologias baseadas em Realidade Aumentada.

Vantagens	Limitações
Mais acessível e barata.	Imersão limitada.
Possibilita conexão entre o digital e o mundo-real.	Dependendo do conteúdo pedagógico, necessita a construção de objetos tridimensionais.
Pode gerar mais engajamento e interesse no aluno.	O professor pode precisar de capacitação para uso da tecnologia.
Permite que o aluno tenha experiências que não seriam possíveis na sala de aula.	Há a necessidade de desenvolver aplicações em RA para disciplinas e assuntos os quais não foram contemplados pela tecnologia em trabalhos passados.
As aplicações podem ser utilizadas em tablets, o que permite contornar restrições no uso de celulares nas escolas.	Desafios técnicos podem surgir em determinadas aplicações.

3.2.2. Aplicações na Educação

O crescente interesse em RA como um meio de aprimorar os ambientes de aprendizagem levou à investigação em uma variedade de teorias pedagógicas, incluindo construtivismo, aprendizagem situada, aprendizado baseado em jogos e aprendizado baseado em investigação, que pode oferecer ótimas orientações para os educadores sobre sua aplicação em sala de aula (Koumpouros, 2024). O valor educacional da RA está diretamente relacionado ao seu *design*, implementação e integração em ambientes de aprendizagem formal e informal (Lu & Smith, 2007).

A RA se tornou uma ferramenta transformadora em educação e treinamento profissional, reformulando as abordagens de ensino convencionais e oferecendo experiências de aprendizado verdadeiramente imersivas (Radu, 2014). Consequentemente, a Educação e o treinamento se tornaram mais envolventes e interativos, e, quando utilizada em salas de aula, a RA também permite a transformação de tópicos considerados “chatos” pelos alunos em assuntos mais interessantes e divertidos.

Esta tecnologia pode ser integrada a contextos educacionais de diversas maneiras, desde implementações simples, como a sobreposição de rótulos em objetos da sala de aula, até aplicações mais sofisticadas, como simulações imersivas que facilitam o aprendizado experiencial. Destaca-se aqui o uso de RA junto aos livros didático, considerando que ela é defendida por Sobrinho Junior e Mesquita (2023) como a mais apropriada para

agir como um instrumento de interface entre o estudante e o livro didático.

Exemplos de aplicações que utilizam da RA com livros podem ser observadas em alguns trabalhos, como o de Sanches (2017), o qual apresenta um aplicativo para celular que, através dos marcadores nos livros, expõe em RA a resposta pra soluções de problemas matemáticos no terceiro ciclo do Ensino Secundário em Portugal (similar ao terceiro ano do Ensino Médio no Brasil). Já Villela Reis e Kirner (2012) apresenta o Livro GeoAR, um livro didático que possibilita que os alunos interajam com formas geométricas em RA através de *webcam*, e Lopes (2019) buscou estimular a prática de leitura por meio da introdução de elementos de RA em um livro já existente, adicionando ao mesmo vídeos, textos e um objeto interativo tridimensional interativo.

Deste modo, a RA enriquece o processo de aprendizagem, impulsionando o engajamento, a interatividade e a retenção. Em ambientes educacionais, a RA introduz um ambiente de aprendizagem dinâmico e prático, e é possível aplicá-la em conjunto com livros didáticos, evoluindo-os para aventuras multimídia com modelos 3D, animações e sobreposições interativas em páginas impressas (Mendoza-Ramírez *et al.*, 2023).

3.3. Canvas de *Design* de Jogos

O Canvas de *Design* de Jogos é uma ferramenta muito utilizada na construção de jogos. Os principais fundamentos sobre este tipo de ferramenta são apresentados na Seção 3.3.1 e alguns exemplos de Canvas encontrados na literatura são apresentados na Seção 3.3.2

3.3.1. Fundamentos

Uma das fases mais importantes durante o desenvolvimento de jogos digitais é a fase de *design* de jogos (do inglês, *game design*). Apresentada por da Silva Leite e de Mendonça (2013) como a fase que ocorre antes da produção do jogo e que é responsável por todo o conceito e especificações do jogo, é o momento no qual os *designers* e desenvolvedores definem as principais características do jogo que buscam criar.

Para realizar a organização destas informações, há diversas metodologias que podem ser aplicadas. Notavelmente, observa-se que o Documento de *Design* de Jogo (GDD) é um dos mais utilizados, sendo caracterizado por abranger dados fundamentais para a estruturação das etapas futuras de um projeto, como elementos narrativos, gráficos e sonoros, assim como também informações técnicas que envolvem as ações do jogador e seus impactos no jogo (de Vasconcellos & de Carvalho, 2023).

De acordo com a Revisão Sistemática da Literatura realizada por Fernandes *et al.* (2018), há diferentes abordagens e estratégias para o desenvolvimento de *design* de jogos educacionais além do GDD, tais como *Scrum*, UML, *Design Thinking* e, em especial, *Game Design Canvas*. O Canvas tem como objetivo primário realizar uma abordagem gráfica por meio de blocos de ações interligados, expondo não apenas os principais pontos no desenvolvimento do jogo, mas também suas problemáticas, de tal forma que quaisquer soluções podem ser mais facilmente arquitetadas (Neto & Valente, s.d.). Assim, o Canvas resume os dados fundamentais para a criação de um jogo e proporciona uma visão em alto nível (Vargas, 2015). Na Tabela 3.2, apresenta-se as vantagens e limitações na utilização deste *framework* em comparação com os outros discutidos nesta seção.

Tabela 3.2. Vantagens e limitações na utilização do Canvas para *design* de jogos.

Vantagens	Limitações
Possibilita visão em alto nível do projeto.	Possui espaço limitado para armazenamento de informações.
Permite a realização de processos de <i>design</i> mais rápidos.	Não aborda todas as características que contemplam um jogo, podendo ser visto como superficial.
Pode ser mais facilmente adaptado para diferentes contextos, como para jogos educativos.	
É fácil de compreender e aplicar.	
Pode simplificar a comunicação entre os envolvidos no <i>design</i> .	

3.3.2. Exemplos de Canvas

Primeiramente, tem-se os Canvas que abordam o *design* de jogos digitais em geral, sem caráter educativo. Sarinho (2017) apresenta em seu trabalho a proposta de um Canvas de *Design* de Jogos Unificado (*Unified Game Canvas* - UGC), definindo-o após a análise de dez Canvas diferentes. Por meio de questionamentos relacionados a responsabilidade, representação, tomada de decisão, e outras, o autor estabelece os eixos de: (1) *Game Impact* (e.g. emoções, aprendizagem, sociabilidade); (2) *Game Business* (e.g. protótipo mínimo viável, custos); (3) *Game Concept* (e.g. nome, versão, objetivo, temas); (4) *Game Player* (e.g. condições de vitória, regras, missões, mundo); (5) *Game Flow* (e.g. tempo, IA, escolhas); (6) *Game Core* (e.g. ações, mecânicas, cenas); e (7) *Game Interaction* (e.g. plataforma, acessibilidade, controles, menus). Assim, o autor buscou construir um Canvas que abordasse todas as características e informações observadas em outros *frameworks*.

Pereira *et al.* (2019) apresentam um Canvas com um processo de *design* de modo participatório, dividindo-o em *Playfulness*, *Challenge*, *Sensemaking*, *Embodiment*, *Sensoriality* e *Sociability*. Para cada uma destas dimensões, três perguntas foram estabelecidas de modo a guiar o processo de *design*. Por exemplo, a dimensão de *Challenge*, que poderia ser traduzida como “Desafio”, contém perguntas relacionadas aos objetivos do jogo, o tipo de desafio oferecido pelo jogo (físico, mental ou social), e o *feedback* que é fornecido aos participantes pelo seu desempenho.

Souza *et al.* (2023) expõem um Canvas voltado ao desenvolvimento de jogos para a área de Saúde, nomeado como Canvas de Saúde para Elaboração de Jogos (CaSEJ), conforme Figura 3.1. Sua pesquisa contou com a elaboração de um jogo digital para saúde mental e avaliação do Canvas por especialistas em *design* de jogos sérios. O *framework* contém seis blocos coloridos, sendo eles saúde, jogador, *gameplay*, experiências, história e objetivos, cada um com suas próprias seções, e o processo de *design* é iniciado através da determinação de um problema ou situação de saúde, considerando os objetivos de conscientização, informação, tratamento ou identificação de sintomas em pacientes. Ao fim da pesquisa, os autores identificaram que o Canvas é útil e viável, porém necessita de

algumas melhorias.

Em relação a Canvas voltados para o *design* de jogos educativos, tem-se o de Taucei (2019). Em sua dissertação, o autor apresenta o Endo-GDC, exposto na Figura 3.2, cujo foco são jogos educativos endógenos, ou seja, jogos cujos objetivos de aprendizagem são considerados complexos, indo além de memorização, e nos quais o conteúdo de aprendizado está integrado a estruturado do jogo.



Figura 3.1. Canvas de Saúde para Elaboração de Jogos (CaSEJ). Fonte: (Souza et al., 2023).

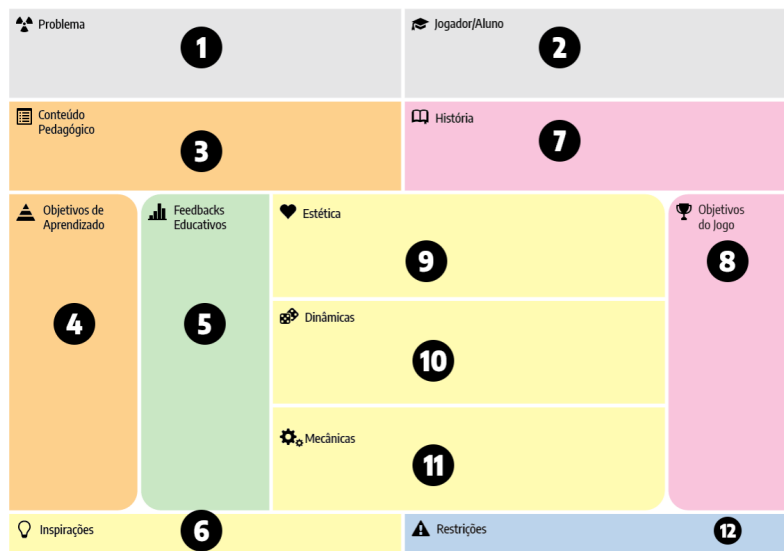


Figura 3.2. Game Design Canvas para Concepção de Jogos Educativos Endógenos (Endo-GDC). Fonte: (Taucei, 2019).

3.4. Canvas para design de materiais imersivos educacionais

O primeiro material definido para ser utilizado durante o minicurso foi o Canvas de *Design* de Jogos Educativos Imersivos. Sua versão original foi elaborada no Mestrado de uma das pessoas organizadoras (Coura, 2024), tendo como principal objetivo proporcionar uma

ferramenta que facilite a idealização de jogos em Realidade Estendida. Já neste trabalho, apresentamos a versão adaptada para o processo de design de jogos e aplicações baseadas em RA para uso no minicurso, conforme demonstrado na Figura 3.3.

Canvas de Design de Jogos Educativos Imersivos

Nome do projeto: _____ Versão: _____

1. Problema Quais problemas o jogo visa resolver, como dificuldades de aprendizado em uma determinada matéria e/ou falta de interesse no assunto por parte dos alunos	2. Jogador/Aluno Público alvo do jogo: qual a faixa etária dos jogadores, nível escolar e onde irão jogar (na escola, em casa, etc)	3. Resumo Breve descrição do jogo: início, meio e fim; gênero(s); um ou mais jogadores; dentre outras informações básicas	8. Tarefas específicas Principais tarefas que o jogador deverá concluir durante o jogo, visando alcançar a missão final	9. Feedback e dicas Feedback: informações sobre o jogo para o professor, principalmente sobre o desempenho do aluno Dicas: como o jogo irá informar ao aluno o progresso e desempenho dele, além de ajudar quando ele tiver dificuldades ou errar algo
4. Missão final O que o aluno deve fazer para ganhar/terminar o jogo. Se quiser, pode definir também outras missões extras, como, por exemplo, ganhar moedas para obter mais pontos	6. Conteúdo Pedagógico Qual disciplina e quais tópicos dela o jogo pretende abordar	7. Objetivos de aprendizagem Segundo a Taxonomia de Bloom, definir os objetivos pensando em completar a frase: Por meio do jogo, o aluno deverá [VERBO] [CONTEÚDO PEDAGÓGICO]	10. Interações com os Objetos Como o jogador poderá interagir com os objetos do jogo/aplicação: ele pode pegar os objetos e rotacioná-los? Diminuir ou aumentar o objeto com movimentos de pinça com os dedos? Pense nos movimentos que são possíveis de acordo com o equipamento que será utilizado (celular ou óculos de Realidade Aumentada).	
5. Inspirações O que serviu de inspiração para o jogo? Outros jogos, discussões, estudos? Se forem outros jogos, pense no que eles fizeram de certo e/ou de errado que pode ajudar na idealização do seu jogo				

Desenvolvido para o projeto EducaMinasVR
Créditos dos ícones: Freepik, Abdul-Aziz e Andrean Prabowo (Flaticon)

opCoders JOURNAL XR4GOOD UFSI PROEX FAPEMIG

Figura 3.3. Canvas de Design de Jogos Educativos Imersivos, voltado para Realidade Aumentada. Fonte: dos autores (2025)

O Canvas é dividido em quatro blocos, separados por cores, cada um com determinadas seções. Cada seção busca conter informações consideradas fundamentais para o *design* e desenvolvimento de um jogo em RA, porém distanciando-se de conceitos e características mais técnicos (como conceitos relacionadas a programação, UI, dentre outros), e focando em informações que podem ser definidas por pessoas que não são desenvolvedoras de jogos e que também não tenham conhecimentos técnicos de RA.

Bloco 1 - Base do Jogo

O primeiro bloco, representado por meio da cor amarela, é nomeado como o Bloco Base do Jogo. Ele contém as principais informações do jogo, buscando auxiliar o professor na estruturação dos fundamentos do seu jogo, e é dividido nas seguintes seções.

Bloco 1 - Seção 1. Problema:

Esta seção refere-se aos problemas e dificuldades as quais o jogo busca resolver ou mitigar. Portanto, ela pode conter obstáculos de aprendizado em determinados conteúdos disciplinares, falta de interesse dos alunos, dentre outras problemáticas que podem afetar o processo de ensino em sala de aula. Com isto em mente, espera-se que o professor consiga identificar um problema que possa ser abordado por jogos e materiais imersivos baseados em RA. Em especial, o professor deve refletir sobre os conceitos de sua disciplina que mais aproveitariam das possibilidades de interação da RA, como, por exemplo,

tópicos cuja experimentação e contato com são difíceis ou inalcançáveis dentro da realidade do aluno e do professor.

Bloco 1 - Seção 2. Jogador/aluno:

Esta seção aborda o público alvo do jogo, considerando principalmente o nível escolar (grau) dos alunos. Todavia, considerando o objetivo da aplicação do jogo, o professor pode estabelecer características como faixa etária, local de uso do jogo (como na escola ou em casa), gênero, dentre outras. Assim, jogos com o propósito principal buscam a conscientização sobre determinados assuntos podem possuir um perfil de jogadores mais específico.

Bloco 1 - Seção 3. Resumo:

Esta seção descreve o jogo de maneira breve, apresentando, principalmente, o fluxo do jogo (início, meio e fim). Ademais, esta seção também pode conter informações acerca o(s) gênero(s) do jogo, tais como Aventura ou RPG; quantidade de jogadores; dentre outras. Portanto, espera-se que o professor relate seu jogo tal como faria para um *pitch*, apresentando apenas as principais informações.

Bloco 1 - Seção 4. Missão final:

Esta seção contém o objetivo que deve ser alcançado para a finalização do jogo. Considerando o conceito inicial do jogo definido nas seções anteriores, o professor deve definir uma tarefa final a ser realizada pelo jogador de modo a terminar o jogo. Entretanto, é importante destacar que alguns materiais imersivos podem não ter um “final” definido, dependendo da forma como são estruturados. Por exemplo, uma aplicação voltada apenas para a visualização e interação com elementos em RA pode não especificar um final para o uso do sistema.

Além disso, há também a opção (não-obrigatória) do professor especificar missões extras. Trata-se, portanto, de tarefas adicionais que podem ser realizadas pelo jogador, mas que não afetam o desempenho da missão final, como, por exemplo, a obtenção de objetos para aumento de pontuação ou missões de maior nível de dificuldade para jogadores que desejam testar suas habilidades e conhecimentos além dos limites da missão obrigatória.

Bloco 1 - Seção 5. Inspirações:

Esta seção contém as inspirações e referências do jogo, contemplando, assim, outros jogos, discussões, artigos, e demais fontes que influenciaram o processo de *design*. Em relação ao uso de outros jogos como inspiração, recomenda-se ao professor a identificação de pontos fracos e fortes, definindo características as quais desejam utilizar como base para seu jogo e as que devem ser evitadas.

Bloco 2 - Pedagógico

O segundo bloco, representado pela cor azul, é o Bloco Pedagógico. Conforme indicado pelo seu nome, é a parte do Canvas que armazena as informações de caráter educacional do jogo, tendo um total de duas seções para tanto.

Bloco 2 - Seção 6. Conteúdo pedagógico:

Esta seção armazena as informações relacionadas as disciplinas as quais o professor gostaria de abordar durante o jogo, assim como também os assuntos (conteúdos) específicos dentro delas.

Bloco 2 - Seção 7. Objetivos de aprendizagem:

Esta seção é estruturada com base na Taxonomia de Bloom, utilizando-a para definir objetivos de aprendizagem do jogo através do preenchimento da frase “Por meio do jogo, o aluno deverá [VERBO] [CONTEÚDO PEDAGÓGICO]”, sendo o verbo definido por meio da Taxonomia.

Bloco 3 - Aprendizado

O terceiro bloco, representado pela cor laranja, é o Bloco Aprendizado. Este bloco é responsável pelas informações acerca o processo de aprendizado que ocorrem dentro do jogo, abordando, portanto, as atividades que o aluno deverá realizar dentro do jogo e como o desempenho dele será informado ao professor e a si mesmo.

Bloco 3 - Seção 8. Tarefas específicas:

Esta seção contém as principais atividades as quais o aluno (jogador) deverá finalizar de modo a alcançar a missão final definida. Entretanto, considerando que a missão final pode não ser definida na Seção 4, a depender do material imersivo sendo projetado, é possível estabelecer tarefas que apenas fazem parte do artefato digital, porém não levam a nenhum tipo de conclusão de uso do mesmo.

Bloco 3 - Seção 9. Feedback e dicas:

Esta seção descreve como o jogo comunica as informações coletadas dentro do mesmo para o professor e para o aluno. Para o professor, tem-se a parte de *feedback*, na qual ele define quais as informações que ele desejaria receber sobre o desempenho do aluno, como quantidade de erros e acertos. Por outro lado, a parte *dicas* aborda como a interface do jogo comunica ao aluno seu progresso dentro do jogo, além de também poder especificar as formas de suporte para auxiliá-lo.

Bloco 4 - Imersão

O terceiro bloco, representado pela cor verde, é o Bloco Imersão. Para o *design* de materiais imersivos baseados em RA, este bloco contém apenas uma seção, esta que aborda a interatividade disponível pelo projeto.

Bloco 4 - Seção 10. Interações com os Objetos:

Esta seção apresenta os modos de interação disponíveis dentro do jogo, especificando os objetos presentes dentro dele e as ações que podem ser realizadas com estes objetos. As interações devem ser definidas tendo em vista as tecnologias as quais o jogo será aplicado, tais como óculos de RA ou celulares, tendo em vista que há diferentes possibilidades de interações em cada uma.

3.5. Livros didáticos sobre Ciência da Computação

Para a realização do minicurso, selecionamos dois livros como materiais de apoio. A Figura 3.4 explicita os livros “*Hedy Lamarr - A estrela de ideias brilhantes*” e “*Alan Turing - Suas máquinas e seus segredos*” que são de autoria de membros organizadores deste trabalho.



Figura 3.4. Esquerda: Livro “Hedy Lamarr - A estrela de ideias brilhantes”. Direita: Livro “Alan Turing - Suas máquinas e seus segredos”.

Os livros abordam figuras ilustres no desenvolvimento do campo da Computação por meio de narrativas lúdicas, linguagem acessível e ilustrações, abordando suas trajetórias e principais contribuições. Pelo fato de não serem livros técnicos, o conteúdo pode ser facilmente compreendido por pessoas de diferentes áreas de formação e níveis educacionais servindo como porta de entrada para o ensino de conceitos da Ciência da

Computação, estimulando o pensamento computacional dos alunos do ensino básico e atendendo a competências da BNCC.

Por meio da utilização da tecnologia de RA nos livros, é possível fomentar formas mais interativas de aprendizado. Sendo possível propor a visualização de personagens históricos em modelos tridimensionais (3D), narrações dramatizadas das histórias, animações que contextualizam marcos importantes da Ciência da Computação e testes (*quizzes*) ou desafios relacionados ao conteúdo.

3.6. Minicurso de *design* de materiais imersivos educativos

O minicurso é construído com base no preenchimento do Canvas e de acordo com os livros didáticos apresentados anteriormente. Tendo em mente a possibilidade de que os participantes podem não ter tido experiências anteriores com RA, é feito inicialmente uma atividade voltada a experimentação de equipamentos imersivos baseados em RA, permitindo a todos a aclimatização com a tecnologia e uma melhor compreensão do funcionamento da mesma.

Além disso, esta etapa também possibilita aos participantes conhecerem diferentes sistemas e materiais imersivos, o que pode resultar em inspirações para o design de seus próprios materiais. Esta etapa, assim como as seguintes, também é apresentado na Tabela 3.3, a qual descreve resumidamente as atividades que serão realizadas e o horário proposto para elas.

Tabela 3.3. Estrutura do minicurso.

Horário	Atividade
09:00	Apresentação do minicurso, equipe organizadora e espaço (CRE).
09:30	Utilização dos equipamentos de RA e RV pelos participantes.
10:30	<i>Coffee break.</i>
11:00	Continuação de uso dos equipamentos.
12:30	Intervalo para o almoço.
14:00	Realização da atividade prática.
15:30	<i>Coffee break.</i>
16:00	Continuação da atividade prática.
16:30	Apresentação das atividades.
17:00	Encerramento do minicurso.

Em seguida, inicia-se o *design* com uma sessão de *brainstorming*. Esta sessão envolve a fundamentação inicial do projeto a ser elaborado ao longo do minicurso, estabelecendo as características principais do material imersivo. Assim, os participantes examinarão os livros disponibilizados e pensarão em ideias de materiais em RA que poderiam ser aplicados neles. Em geral, espera-se que os participantes preencham, principalmente, as seções da primeira parte do Canvas, Bloco 1 - Base do Jogo.

Este preenchimento, assim como também as próximas etapas, será feito por meio

de materiais como folhas de papel, canetas e *Post-its*. O Canvas será disponibilizado de maneira física, impresso em tamanho A3 e plastificado, e os participantes poderão utilizar dos materiais para adicionar as informações desejadas ao mesmo. Caso os participantes necessitem, eles podem utilizar os dispositivos eletrônicos que possuem, como celulares e *tablets*, para pesquisas adicionais.

As próximas etapas do processo focam no preenchimento das seções que podem estar em falta para os participantes, assim como também focam no refinamento das ideias anteriores. Notavelmente, participantes podem decidir a organização que desejam, podendo trabalhar individualmente ou em grupos, com a recomendação de um limite máximo de até quatro pessoas por grupo. Estas etapas também contam com apresentações dos estados atuais dos materiais sendo projetados, possibilitando que participantes opinem nos trabalhos um dos outros e que os autores, agindo como especialistas e professores, possam também comentar.

As últimas etapas contém a finalização do preenchimento do Canvas, com atenção especial para os dois últimos blocos do mesmo: Aprendizado e Imersão. Os participantes devem inserir ou atualizar as informações necessárias sobre o material imersivo, encerrando o processo com uma última apresentação dele para todos. Ao fim da apresentação, os participantes terão concluído com sucesso o design de um artefato em RA para uso com livros didáticos.

Este minicurso utiliza da infraestrutura do Centro de Realidade Estendida (CRE) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) para a realização com sucesso das atividades propostas, a qual pode ser visualizada por meio do *tour* virtual disponibilizado no site do CRE¹ e cujas informações complementares podem ser acessadas no site institucional². Esta infraestrutura é o que possibilita que os participantes tenham a oportunidade de experimentar diretamente os equipamentos de Realidade Estendida, vivenciando as possibilidades oferecidas pelas tecnologias imersivas.

Todavia, a etapa de experimentação dos equipamentos pode ser realizada com equipamentos mais simples. A Realidade Aumentada possui a vantagem de poder ser utilizada com dispositivos móveis, o que possibilitaria que outras propostas similares consigam apresentar esta tecnologia imersiva de maneira acessível. Além disso, esta forma de apresentação pode também facilitar na compreensão de como a RA pode ser utilizada em sala de aula, exibindo exemplos concretos e próximos a realidade dos docentes.

3.7. Considerações finais

A aplicação de ferramentas e artefatos tecnológicos no contexto educacional, apesar de seu constante crescimento como tópico de discussão em pesquisas, encontra barreiras em sua execução nas escolas, especialmente devido a falta de fundamentos sobre o uso de tecnologias por parte dos professores. Além disso, é notável que, mesmo com a presença de conhecimentos acerca este tema, a falta de materiais educativos desenvolvidos para uso nas ferramentas tecnológicas surge também como um impedimento para a aplicação adequada de tecnologias dentro da sala de aula.

¹<https://my.matterport.com/show/?m=SSs4UwRKdfe>

²<https://sites.pucpr.br/realidadeestendida/>

Deste modo, o minicurso apresentado neste capítulo, consolidado na formação docente em *design* de materiais educativos imersivos, destaca-se como uma interessante proposta para auxiliar na mitigação desta problemática. Através de um material completo sobre Realidade Aumentada e Canvas de *Design* de Jogos, o minicurso possibilita o ensino não apenas sobre os conceitos técnicos das tecnologias imersivas, também sobre o processo para projeção e design de materiais imersivos com base em livros didáticos.

A replicação do minicurso pode ser realizada em diferentes contextos escolares, necessitando apenas adaptação na etapa de experimentação dos equipamentos imersivos, conforme apontado na Seção 3.6. É possível buscar, principalmente na literatura, por aplicações baseadas em RA disponíveis para dispositivos móveis que podem ser demonstradas para os participantes, ou, caso não seja possível, apenas realizar apresentações de vídeos onde a RA é utilizada. O Canvas apresentado neste capítulo pode ser utilizado por docentes de diversas disciplinas, assim como também pode ser adaptado ou utilizado como inspiração para o desenvolvimento de Canvas mais específicos, voltados a determinados conteúdos pedagógicos.

Em relação ao desenvolvimento técnico dos materiais, recomenda-se a execução de parcerias com programadores, pesquisadores e/ou professores de disciplinas de Informática nas escolas envolvidas em outras aplicações similares do minicurso. O estabelecimento de parcerias com professores da mesma escola reforça a interdisciplinaridade, e possibilita que os próprios alunos aprendam e participem da etapa de desenvolvimento dos materiais. Por outro lado, programadores e pesquisadores externos podem também instituir ações de capacitação com os estudantes e até mesmo com os professores, avançando além do *design*. Portanto, é possível que outros pesquisadores estructurem minicursos voltados para o ensino no desenvolvimento de materiais em Realidade Aumentada.

Tendo os materiais desenvolvidos, eles podem ser aplicados de diversos modos no processo ensino-aprendizagem. Os materiais podem apresentar animações, vídeos, sons e objetos tridimensionais interativos, os quais os alunos seriam capazes de girar, alterar o tamanho, dentre outras ações possíveis. Há também a possibilidade de criar testes e desafios que exigem conhecimentos sobre o conteúdo disciplinar e/ou sobre o livro utilizado, estruturando-os de forma tradicional (pergunta e resposta) ou de forma mais interativa, como por meio de um jogo.

Estes desafios podem também reforçar a competitividade ou a cooperatividade entre os alunos, e os professores podem incluir atividades extras conectadas ao material imersivo. A título de exemplo, uma aplicação em RA que buscasse ensinar sobre plantas regionais poderia ser alinhado junto com uma atividade onde os alunos deveriam identificar plantas onde moram e documentá-las para apresentar em aula.

Ao todo, as discussões realizadas ao longo deste documento reforçam o papel deste capítulo como uma fonte de estímulo para pesquisadores da área de Informática na Educação que desejam gerar mudanças positivas nas práticas educacionais, trazendo discussões e recomendações para este campo. O conteúdo exposto busca incentivar formas do professor manter seu papel ativo no processo enquanto inclui o uso de tecnologias em suas metodologias e, assim, seja possível criar novas transformações no processo ensino-aprendizagem que gerem melhores condições de ensino para os docentes e para os alunos.

Agradecimentos

Este estudo foi possível com o auxílio da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) - Código de Financiamento APQ-03665-22, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Código de Financiamento 306101/2021-1.

Referências

- Adachi, B., Bim, S., & Delabrida, S. (2025). Lessons Learned in Human Evaluation: A Case Study of Augmented Reality in Books. *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Media Experiences Workshops*, 136–139. <https://doi.org/10.5753/imxw.2025.8905>
- Adachi, B. H., Gonzaga, J. C., Fernandes, P. C., Silva, S. E. D., Bim, S. A., & Boss, S. L. B. (2024). Augmented Reality in Books: An Evaluation of Alan Turing Book. *Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3638067.3638124>
- Ahsan, M., Tahireen, U., Javed, F., Delabrida, S., & Guidoni, D. L. (2025). A Review on VR in STEM Education with Students and Teachers Oriented Challenges. *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Media Experiences Workshops (IMXw)*, 115–119.
- Bezerra, F. A., Nunes, J. V., & da Silva, A. S. R. (2023). Cultura digital na bncc: necessidade da competência informacional para o processo formativo do professor. *Brazilian Journal of Information Science*, (17), 1.
- Bim, S. A., & Breitman, K. (2024). *Hedy Lamarr - A estrela de ideias brilhantes*. Editora Blucher.
- Boss, S. L. B., & Bim, S. A. (2022). *Alan Turing - Suas máquinas e seus segredos*. Editora Blucher.
- BRASIL. (2018). Base Nacional Comum Curricular. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented reality: an overview. *Handbook of augmented reality*, 3–46.
- Carolei, P., & Tori, R. (2014). Gamificação Aumentada Explorando a realidade aumentada em atividades lúdicas de aprendizagem. *TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas*, (09).
- Coura, L. (2024). *EducaMinasVR: qualificação de professores em design de interfaces imersivas educativas em realidade virtual*. [diss. de maestr., University Federal of Ouro Preto].
- Coura, L., Delabrida, S., Fortes, R., Ilídio, R., de Oliveira, S., & Castro, J. (2023). Qualificação de Professores do Ensino Básico com Jogos: Um Mapeamento Sistemático. *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 825–837.

- Dargan, S., Bansal, S., Kumar, M., Mittal, A., & Kumar, K. (2023). Augmented reality: A comprehensive review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(2), 1057–1080.
- da Silva Leite, P., & de Mendonça, V. G. (2013). Diretrizes para game design de jogos educacionais. *Proc. SBGames, Art Design Track*, 132–141.
- de Aquino, C. C. F., de Aquino, J. C. F., & Caetano, L. M. D. (2022). REFERENCIAIS INTERNACIONAIS DE COMPETÊNCIAS DIGITAIS PARA FORMAÇÃO DOCENTE:: desafios ao contexto brasileiro. *Revista eletrônica científica ensino interdisciplinar*, 8(26).
- de Vasconcellos, M. S., & de Carvalho, F. G. (2023). “GDD-Sério”: uma Proposta de Game Design Document (GDD) para desenvolvimento de jogos sérios. *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, 169–178.
- Fernandes, K., Aranha, E., & Lucena, M. (2018). Estratégias para elaboração de game design de jogos digitais educativos: uma revisão sistemática. *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, 29(1), 585.
- Koumpouros, Y. (2024). Revealing the true potential and prospects of augmented reality in education. *Smart Learning Environments*, 11(1), 2.
- Lopes, L. M. D. (2019). *Realidade aumentada como inovação das práticas de leitura* [diss. de maestr., Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação - Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá].
- Lopes, L. M. D., Vidotto, K. N. S., Pozzebon, E., & Ferenhof, H. A. (2019). Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. *Educação em Revista*, 35, e197403.
- Lu, Y., & Smith, S. (2007). Augmented reality e-commerce assistant system: trying while shopping. *International conference on human-computer interaction*, 643–652.
- Marinho, L. M. D. C. C., Bianchi, A. G. C., & Delabrida, S. (2023). Towards a tool for identification of emotions and integration with serious game learning. *Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC)*.
- Mendoza-Ramírez, C. E., Tudon-Martínez, J. C., Félix-Herrán, L. C., Lozoya-Santos, J. d. J., & Vargas-Martínez, A. (2023). Augmented reality: survey. *Applied Sciences*, 13(18), 10491.
- Neto, J. A., & Valente, V. C. P. N. (s.d.). Utilização do Design Thinking (DT) e Canvas para elaboração do Game Document Design (GDD) para Jogos Independentes. *ESPORTE, JOGOS E MÍDIA: DIÁLOGOS HÁBITOS E ARTEFATOS Organização*.
- Pereira, L. L., Craveirinha, R., & Roque, L. (2019). A canvas for participation-centered game design. *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 521–532.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and ubiquitous computing*, 18(6), 1533–1543.

- Rezende, S. M., Gonçalves, J. D., Pinto, S. C., & Delou, C. M. (2021). A realidade aumentada em situações de aprendizagem na educação básica: uma revisão de literatura. *Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade (WICS)*, 102–111.
- Sanches, J. M. J. (2017). *Desenvolvimento de um Recurso Pedagógico Interativo: Integração do Livro Eletrónico (Ebook) e da Realidade Aumentada (RA) do Ensino da Matemática* [diss. de mestr., Universidade Aberta - Portugal].
- Sarinho, V. T. (2017). Uma proposta de game design canvas unificado. *XVI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, 141–148.
- Sobrinho Junior, J. F., & Mesquita, N. A. d. S. (2023). A realidade aumentada como interface de integração com o livro didático. *Educação e Pesquisa*, 49, e257018. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202349257018>
- Souza, E. G., de Classe, T. M., & de Castro, R. M. (2023). Um Game Design Canvas para Auxiliar na Concepção de Jogos para Saúde. *Estudos em Design*, 31(3).
- Taucei, B. B. (2019). Endo-gdc: Desenvolvimento de um game design canvas para concepção de jogos educativos endógenos.
- Vargas, V. C. L. (2015). *Uma extensão do Design Thinking Canvas com foco em Modelos de Negócios para a Indústria de Games* [diss. de mestr., Universidade Federal de Pernambuco].
- Villela Reis, F. M., & Kirner, T. G. (2012). Percepção de Estudantes quanto à Usabilidade de um Livro Interativo com Realidade Aumentada para a Aprendizagem de Geometria. *RENOTE*, 10(1). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.30814>

Currículo das pessoas autoras



Laura Coura é estudante de Doutorado em Ciência da Computação na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), tendo obtido sua titulação de Mestrado e graduação em Ciência da Computação também nesta universidade, assim como também possui técnico em Automação Industrial no Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Ouro Preto (IFMG-OP). Ao longo de sua carreira acadêmica e profissional, sua atenção tem sido voltado para as áreas de Informática na Educação, Interação Humano-Computador (IHC), Realidade Estendida e Design de Jogos. Em especial, seu trabalho de mestrado (Coura, 2024), apresenta o desenvolvimento e aplicação de um curso de Design de Jogos imersivos para professores da educação, e a elaboração do Canvas de Design de Jogos Imersivos. Além de outros trabalhos publicados nas áreas citadas acima (Coura *et al.*, 2023) (Marinho *et al.*, 2023), Laura também foi uma das responsáveis pela concepção e execução do “I Workshop on Extended Reality for Education” (XR4Edu)³, realizado durante o “ACM International Conference on Interactive Media Experiences (IMX) 2025”. Portanto, ela possui experiência prévia na organização de workshops, o que reforça sua competência como organizadora de futuros eventos similares.



Muhammad Ahsan é doutorando em Ciência da Computação na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil, com sua pesquisa atual concentrando-se no uso de tecnologias de Realidade Estendida na Educação. Ele possui título de M.Phil em Ciência da Computação pela Preston University, mestrado pela Abasyn University Peshawar (AUP) e bacharelado pela University of Peshawar (UOP), todos no Paquistão. Além dessa especialização, Ahsan possui uma formação acadêmica diversificada, com contribuições anteriores em áreas como redes de computadores, sensores vestíveis, Internet das Coisas e veículos elétricos. Profissionalmente, ele possui ampla experiência docente e já atuou como professor, coordenador acadêmico e diretor acadêmico em diversas instituições no Paquistão. Durante seu mestrado, desenvolveu um Sistema de Informação Gerencial, demonstrando seu contínuo interesse por tecnologias educacionais. Ahsan contribui ativamente para a comunidade acadêmica como revisor de trabalhos em várias conferências internacionais. Ele também é o autor principal do artigo “A Review on VR in STEM Education with Students and Teachers Oriented Challenges” (Ahsan *et al.*, 2025), apresentado no “I Workshop on Extended Reality for Education” (XR4Edu)⁴, realizado durante a “ACM International Conference on Interactive Media Experiences (IMX) 2025”. Com sua experiência em ensino, pesquisa e organização de eventos, Ahsan traz uma valiosa bagagem e competência para iniciativas e projetos voltados à organização e promoção de eventos na área de tecnologias imersivas e inovação educacional.

³<https://xr4edu.decom.ufop.br/index.php/workshop/2025-2/>

⁴<https://xr4edu.decom.ufop.br/index.php/workshop/2025-2/>



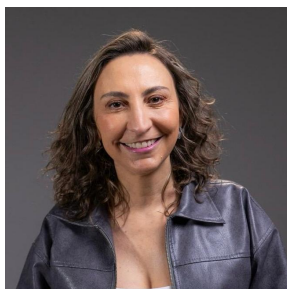
Bruno Hideki Adachi é aluno de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC) na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), onde colabora no desenvolvimento de trabalhos no laboratório XR4Good. Suas áreas de interesse são relacionadas a Interação Humano-Computador (IHC) e Realidade Estendida. Com trabalhos voltados para o uso de tecnologias imersivas em contextos educacionais, envolvendo a utilização de Realidade Aumentada combinada com livros físicos (B. H. Adachi *et al.*, 2024) (B. Adachi *et al.*, 2025). Sua participação neste projeto envolve aplicar conceitos e aprendizados obtidos durante o desenvolvimento de seus trabalhos anteriores.



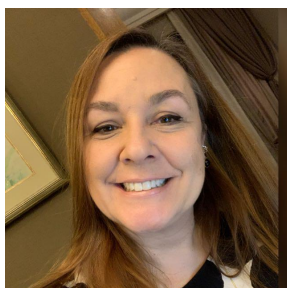
Sílvia Amélia Bim é Doutora em Ciências - Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Campinas e Graduada em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Maringá. Professora Associada da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), no campus de Curitiba. Autora dos livros infantojuvenis “A vida de Ada Lovelace” (2018, Editora da SBC - edição esgotada), “Ada Lovelace: a condessa curiosa” (2019, Editora InVerso) e “Alan Turing: suas máquinas e seus segredos” (2022, Editora Blucher - Semifinalista da Categoria Juvenil do 65 Prêmio Jabuti), “Hedy Lamarr: a estrela de ideias brilhantes” (2024, Editora Blucher), “A Cientista Colecionadora de Dados: Claudia Maria Bauzer Medeiros” (2024, Editora InVerso). É consultora do Programa Meninas Digitais (SBC). Foi integrante da Comissão de Educação e da Comissão de Educação Básica da Sociedade Brasileira de Computação (SBC). Suas áreas de interesse são: Interação Humano-Computador (IHC), Engenharia Semiótica, Avaliação de IHC, Legado Digital, Educação em Computação, Mulheres na Computação e Linguagem Altruísta.



Silvio Luiz Bragatto Boss possui Doutorado em Ciência da Computação pela Universidade Federal da Bahia - UFBA (2023), Mestrado em Informática pela Universidade Federal do Paraná - UFPR (2010) e Graduação em Análise de Sistemas pela Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO (2006). Atualmente é professor Associado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Pato Branco. Autor do livro infantojuvenil “Alan Turing: suas máquinas e seus segredos” (2022, Editora Blucher - Semifinalista da Categoria Juvenil do 65 Prêmio Jabuti). Suas áreas de interesse são: Algoritmos, Teoria da Computação, Teoria dos Grafos e Informática na Educação.



Andreia Malucelli é doutora em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) - Portugal, mestre em Engenharia Elétrica e Informática Industrial pelo Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET/UTFPR), graduada em Bacharelado em Informática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). É professora titular na PUCPR. Coordenou cursos de graduação e pós-graduação lato sensu, foi pesquisadora no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde (PPGTS), foi coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGIa) e decana/diretora da Escola Politécnica. Publicou mais de 150 artigos e orientou mais de 80 alunos à nível de iniciação científica, mestrado e doutorado. Foi coordenadora e vice-coordenadora do Fórum Nacional de Coordenadores de Pós-Graduação em Ciência da Computação e fez parte da Comissão de Educação da Sociedade Brasileira de Computação. Atua como Pró-reitora de Operações Acadêmicas na PUCPR, é pesquisadora no Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software no Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGIa-PUCPR) e bolsista produtividade em Pesquisa CNPQ.



Sheila Reinehr possui Doutorado em Engenharia pela Escola Politécnica da USP, Mestrado em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná e Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Paraná. Atualmente é professora titular da PUCPR e pesquisadora do PPGIa/PUCPR na qual é líder do grupo de pesquisa em Engenharia de Software. Bolsista Produtividade do CNPQ PQ2. É consultora em melhoria de processos e qualidade de software e serviços. Foi Diretora de Educação Continuada na PUCPR no período 2012-2013 e Diretora de Cultura e Esporte na PUCPR no período de 2014-2018. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Engenharia de Software, atuando principalmente nos seguintes temas: melhoria de processos de software e serviços, métodos ágeis, qualidade de software e educação em engenharia de software. Possui certificação PMP, ITIL e SCRUM. É implementadora e avaliadora líder experiente do MPS.BR autorizada pela SOFTEX, tendo conduzido mais de 40 avaliações. Foi membro da Equipe Técnica do Modelo (ETM) de 2008 a 2015. É membro da Comissão de Gerenciamento de Ciclo de Vida de Software da ABNT, participando da elaboração de normas nacionais e internacionais, como a ISO/IEC 12207 e a ISO/IEC 15288.

Andreia Malucelli e Sheila Reinehr fizeram parte do grupo responsável pela criação das novas matrizes curriculares dos cursos de computação na PUCPR, focando na integração entre os cursos, ensino baseado em competências, metodologias de aprendizagem ativa, desenvolvimento do potencial criativo do estudante e das habilidades cognitivas de mais alta ordem. Foram as criadoras do curso de Bacharelado em Engenharia de Software da PUCPR, integrado às novas matrizes curriculares da Computação.



Reinaldo Silva Fortes possui doutorado em Ciência da Computação pela UFMG (2022), mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação pelo ITA (2004), graduação em Ciência da Computação pela UFOP (2002) e curso técnico em Informática Industrial pelo IFMG (1993). É professor Associado da UFOP. Tem experiência acadêmica e profissional na área de Ciência da Computação, atuando principalmente no desenvolvimento de conteúdo personalizado e uso de tecnologia da informação voltadas para a educação, em especial à introdução do pensamento computacional. Em conjunto com outros autores desta proposta, é um dos organizadores do workshop XR4Edu, realizado no ACM IMX 2025, proponente da *Spetial Issue* de mesmo tema na revista

JIS.



Saul Delabrida doutor em Ciência da Computação (2028) pela UFOP, onde atualmente é professor Associado na UFOP onde fundou o laboratório XR4Good e atualmente orienta alunos neste tema. É um dos organizadores do XR4Edu, proponente da SI sobre o mesmo tema na JIS onde atualmente também é Editor Associado. Saul é coordenador de projetos de pesquisa e extensão financiados por agencia de fomento para aplicação de tecnologias de realidade estendida em escola e indústria. É autor de mais de 50 artigos científicos publicados em conferências e journals revisado por pares a nível nacional e internacional. É um dos representantes da ACM BRCHI no Brasil. É bolsista produtividade CNPq DT desde 2022.

Capítulo

4

Do Requisito à Realidade: Desenvolvendo Sistema IoT com Design Socialmente Consciente e Representações Visuais Imersivas

Eduarda Maganha de Almeida, Flávia B. Blum Haddad, Leticia Mara Peres

Abstract

This chapter presents a framework that integrates Socially Conscious Design, visual requirements modeling, and Extended Reality technologies to support the development of Internet of Things (IoT)–based systems. The framework aims to enable students, educators, and professionals to apply collaborative practices for eliciting and modeling socio-technical requirements of IoT systems, emphasizing social context awareness, empathy among stakeholders, and accessible communication. It proposes a structured process in three stages—conception, modeling, and visualization of IoT requirements—and adopts a practical, interactive approach that fosters active learning through group dynamics, digital visual tools, and accessible learning materials. By integrating social, visual, and immersive aspects into the requirements engineering process, the proposal contributes to training professionals who are more aware, collaborative, and prepared to address the challenges of IoT system development in diverse real-world contexts.

Resumo

Este capítulo apresenta um framework que integra o Design Socialmente Consciente, a modelagem visual de requisitos e tecnologias de Realidade Estendida, com o objetivo de apoiar o desenvolvimento de sistemas baseados em Internet das Coisas (IoT, do inglês Internet of Things). Busca capacitar estudantes, docentes e profissionais a aplicarem práticas colaborativas para elicitação e modelagem de requisitos sociotécnicos, com ênfase na compreensão do contexto social, na empatia e na comunicação acessível. Seu processo é estruturado em três etapas, a concepção, modelagem e visualização de requisitos IoT e adota abordagem prática e interativa, promovendo aprendizagem ativa por meio de dinâmicas em grupo, ferramentas visuais digitais e materiais didáticos acessíveis. Ao integrar aspectos sociais, visuais e imersivos à engenharia de requisitos, contribui para formar profissionais mais conscientes, colaborativos e preparados para enfrentar os desafios do desenvolvimento de sistemas IoT em contextos reais e diversos.

4.1. Introdução

A Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*) consiste em uma rede de objetos físicos interconectados, dotados de sensores, atuadores e tecnologias de comunicação, capazes de coletar, transmitir e processar dados de forma autônoma, integrando-se a outros dispositivos e sistemas por meio da internet (Rahman et al., 2022).

Inicialmente presente em ambientes industriais e corporativos, a IoT expandiu-se para diferentes esferas da vida cotidiana, como residências, instituições de ensino e espaços de lazer, promovendo uma integração ubíqua entre tecnologia e sociedade (Pereira et al., 2013). Com essa expansão, surgem novos desafios técnicos e sociais relacionados à concepção e ao desenvolvimento desses sistemas.

No desenvolvimento de sistemas IoT, a elicitação de requisitos é uma etapa fundamental (S. Souza et al., 2025). No entanto, questões como heterogeneidade, escalabilidade, dinamicidade dos dispositivos e volatilidade dos requisitos aumentam significativamente a complexidade deste processo (Sommerville et al., 2011). A ausência de abordagens sistematizadas, bem como a dificuldade de comunicação entre os envolvidos, pode gerar requisitos inconsistentes e ambíguos (Weyrich & Ebert, 2015). Além disso, os sistemas IoT abrangem tanto componentes de software quanto de hardware, exigindo mecanismos específicos de modelagem, comunicação e interação (Siakas et al., 2024).

Embora existam propostas metodológicas voltadas à engenharia de requisitos para IoT, como IoT-RML (Costa et al., 2017) e RETIoT (Da Silva et al., 2020), muitas delas requerem conhecimentos técnicos avançados, dificultando sua adoção por equipes multidisciplinares e limitando o envolvimento de usuários finais (S. R. d. Souza, 2023).

Diante desse cenário, este capítulo apresenta um *framework* integrado que apoia, de forma acessível e contextualizada, o desenvolvimento de sistemas IoT por meio de três etapas principais: **concepção**, **modelagem** e **visualização** de requisitos, combinando o Design Socialmente Consciente (DSC), representações visuais com Histórias em Quadrinhos (HQs), formalização por meio de diagramas *UML* com estereótipos do perfil MARTE e a prototipação com o uso de *Realidade Estendida* (RE).

Esta abordagem fortalece a participação de diferentes partes interessadas (*stakeholders*), tornando o processo de engenharia de requisitos mais inclusivo, compreensível e centrado no contexto social. O uso do DSC estrutura oficinas participativas que promovem empatia e reflexão sobre valores, atores e impactos dos sistemas na sociedade. As HQs facilitam a comunicação visual entre *stakeholders* técnicos e não técnicos, ao passo que os diagramas *UML* com MARTE fornecem estrutura formal e rastreável. Já a RE permite visualizar cenários e funcionalidades de forma imersiva, favorecendo a validação precoce dos requisitos e o engajamento das partes interessadas (Han & Leite, 2022).

Para apoiar a execução prática, o *framework* é acompanhado de materiais complementares, como um manual detalhado do *framework*, uma biblioteca de ilustrações e um conjunto de *flashcards*¹ temáticos. Esses recursos auxiliam na condução das atividades e

¹Os *flashcards*, podem ser utilizados como ferramenta de estudo e memorização (Roediger III & Karpicke, 2006). Eles contêm uma pergunta, conceito ou imagem em um lado, e a resposta ou explicação correspondente no verso.

garantem maior acessibilidade durante as etapas do processo.

O objetivo geral é aplicar o *framework* que integra o DSC, a modelagem visual de requisitos e tecnologias de Realidade Estendida para apoiar o desenvolvimento de sistemas IoT para capacitar os participantes na aplicação prática dessa abordagem por meio de oficinas colaborativas e recursos digitais interativos.

Por meio das etapas e atividades propostas no *framework* é possível uma abordagem ativa, experiencial e orientada à prática, permitindo que os participantes vivenciem o processo completo de desenvolvimento de requisitos: da concepção de demandas sociais até sua modelagem técnica e visualização em cenários imersivos. Tal experiência proporciona trabalho em equipe, empatia, pensamento sistêmico e comunicação multimodal.

Do ponto de vista educacional, a abordagem promove uma aprendizagem significativa ao articular teoria e prática com suporte de materiais acessíveis e ferramentas digitais gratuitas. Do ponto de vista técnico, demonstra o potencial de integração entre diferentes linguagens de modelagem, práticas colaborativas e tecnologias emergentes no contexto de IoT. No aspecto social, o enfoque em práticas conscientes visa formar profissionais e pesquisadores mais atentos aos impactos sociais e éticos das soluções tecnológicas que projetam.

O uso do *framework* visa contribuir com a formação interdisciplinar e humanizada na área de Engenharia de Software e IoT, fornecendo uma metodologia replicável e adaptável a diferentes contextos educacionais e produtivos. Neste contexto, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- apresentar e aplicar o *framework* que une DSC, representações visuais e RE no contexto de projetos de sistemas IoT;
- formar habilidades práticas em:
 - elicitação de requisitos para sistemas IoT,
 - representação visual de requisitos (HQ e diagramas UML) e
 - visualização de requisitos com tecnologias de RE;
- estimular a compreensão do papel da empatia e da comunicação visual no desenvolvimento de soluções tecnológicas socialmente conscientes; e
- oferecer uma visão aplicada e interativa do processo, com foco na criação de produtos mais inclusivos e significativos para a sociedade.

4.2. Conceitos

Nesta seção, são apresentados alguns conceitos fundamentais que sustentam o *framework* proposto, abordando tecnologias, metodologias e abordagens que possibilitam a construção de sistemas computacionais inovadores e socialmente conscientes.

O termo Internet das Coisas foi mencionado pela primeira vez em 1999 por Kevin Ashton (Ashton et al., 2009), referindo-se a sistemas inteligentes compostos por sensores e dispositivos de hardware embarcados, conectados entre si por meio da Internet (Kaleem

et al., 2019). Identificada como uma tecnologia emergente em 2012, a IoT tornou-se um tema relevante por viabilizar formas novas pelas quais as pessoas podem experimentar e utilizar a tecnologia em protótipos; entretanto, há desafios relacionados à identificação de requisitos específicos para sistemas IoT (Souza Rodrigues et al., 2020).

A IoT configura-se como um paradigma tecnológico em contínua expansão que permite a interconexão de objetos físicos, sensores e atuadores com sistemas computacionais e redes de comunicação, visando a automação e otimização de tarefas no mundo real (Atziori et al., 2010). Segundo Atziori et al. (2010), a IoT propõe a interconexão desses objetos físicos ao ambiente digital, permitindo que dispositivos colem, processem e troquem dados entre si e com sistemas centrais, de forma autônoma ou semiautônoma. Essa integração entre os mundos físico e digital é mediada por tecnologias como sensores, atuadores, redes de comunicação, plataformas de processamento em nuvem e algoritmos de análise de dados, formando ecossistemas inteligentes e responsivos (Atziori et al., 2010).

Um objeto inteligente, no contexto da IoT, é um objeto físico equipado com tecnologias digitais, como sensores e atuadores (Atziori et al., 2010). Esses objetos são identificados para conectá-los à rede, onde os sensores capturam informações geradas pela comunicação entre objetos e as armazenam em repositórios de dados. A computação é responsável por executar algoritmos definidos nesses objetos inteligentes, extraindo conhecimentos por meio de serviços que promovem a colaboração e a comunicação entre os ambientes virtual e real (Santos et al., 2016).

Os sistemas IoT apresentam características próprias que demandam requisitos específicos para garantir eficiência, segurança e escalabilidade (S. Souza et al., 2025). Além disso, são compostos por diversos elementos fundamentais que atuam em conjunto para assegurar conectividade, coleta de dados, processamento e tomada de decisão, organizados em camadas na estrutura da IoT, conforme ilustrado na Figura 4.1.

Elementos	Função	Exemplo
Objeto Inteligente / Dispositivos	É um dispositivo físico que pode conter sensores, atuadores e conectividade para interagir com o ambiente e transmitir dados para a nuvem ou outros sistemas	<i>Smartwatches</i> (traduzido, relógio inteligente), monitoram saúde e notificam o usuário.
Sensores	Coletam dados e atuam no ambiente	Sensores de movimento, temperatura.
Atuadores	Executam ações físicas	Braço mecânico em IoT
Sinalizadores	Transmitem identificadores únicos para dispositivos próximos	Sensores conectados via Wi-Fi podem enviar alertas sobre temperatura elevada, atuando como intermediários para sinalizar informações.
Conectividade	Permite a comunicação entre os objetos inteligente / dispositivos	Wi-fi
Processamento	Realiza a análise de dados para apoiar a tomada de decisões.	Computação em nuvem
Armazenamento	Organiza e processa grandes volumes de dados	Bancos NoSQL
Segurança e Privacidade	Protege os dados, dispositivos e os objetos contra ataques	Criptografia
Aplicativo	Os aplicativos IoT são programas que atuam como interface entre usuários e dispositivos conectado	Um aplicativo de IoT voltado para automação residencial permite que o usuário controle dispositivos da casa — como luzes, fechaduras, termostatos e câmeras de segurança

Figura 4.1. Principais elementos de IoT

Para colaborar no levantamento dos requisitos e no design de sistemas IoT, sugere-se a aplicação do DSC que influencia diretamente o resultado final de produtos, projetos

ou soluções, ao promover um alinhamento mais adequado entre as demandas e os envolvidos, e garantir maior longevidade da solução. A diversidade cultural, econômica e social, tanto regional quanto global, exige a construção de sistemas computacionais acessíveis a todos, sem discriminação, seguindo o paradigma do *design for all* (DA, traduzido como design para todos) (Baranauskas, 2014). Desta forma, valores humanos, emoções, afeto, motivação, segurança, sociabilidade, crenças, costumes e regras devem ser considerados no design e na implementação de sistemas que envolvem Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) (Pereira et al., 2013).

O DSC baseia-se na realidade socioeconômica e cultural dos grupos envolvidos e visa ampliar a visão do design, incluindo diversas partes interessadas no processo de elicitação de requisitos, enfatizando não só os requisitos técnicos, mas também os formais e informais que favorecem a construção de sistemas mais sustentáveis e com maior aceitação do produto final, consequentemente com menos solicitações de mudanças e menor custo de manutenção (da Silva et al., 2016). Para isso, utiliza a semiótica organizacional, permitindo descobrir e modelar valores humanos, hábitos, culturas, procedimentos e regras que envolvem diferentes tipos de usuários, atrelando esses elementos ao nível técnico do sistema (Ferrari et al., 2019).

Durante o processo de design, diversos artefatos são empregados como ferramentas de mediação e comunicação entre os participantes. No nível informal, busca-se descobrir valores humanos e culturais; no nível formal, destacam-se itens como leis, modelos e métodos, que carregam intenções e significados gerados pela sociedade; e, no nível técnico, os artefatos tecnológicos mensuram ações provenientes dos níveis formal e informal (Baranauskas, 2014).

O DSC propõe práticas participativas e inclusivas, que envolvem pessoas com diferentes papéis para propor soluções tecnológicas (da Silva et al., 2016). Suas raízes metodológicas estão na *Problem Articulation Methodology* (PAM, Metodologia de Articulação de Problemas), proposta por (Kolkman et al., 2007), que estrutura a compreensão e discussão de problemas sociotécnicos por meio de artefatos específicos que ajudam a articular diferentes visões e interesses. Entre esses artefatos, destacam-se o Diagrama das Partes Interessadas (DPI), o Quadro de Avaliação, a Escada Semiótica e a Torta de Valores, que mediam a comunicação entre participantes de diferentes áreas e níveis técnicos, promovendo o alinhamento e a explicitação de valores e prioridades que impactam o design de sistemas (Kolkman et al., 2007).

O DPI, criado por (Stamper, 1973), apoia a identificação das partes interessadas em um projeto, categorizando-as em cinco grupos: operação; contribuição (quem contribui diretamente para o problema); fonte (quem fornece dados ou informações para o problema ou solução); mercado (aspectos mercadológicos relacionados ao problema); e comunidade (representantes que influenciam e são influenciados pelo problema no contexto social). O Quadro de Avaliação é um artefato que, a partir das partes interessadas identificadas, antecipa possíveis problemas de design que elas possam encontrar e sugere ideias de soluções (da Silva et al., 2018). A Escada Semiótica organiza os requisitos relacionados à infraestrutura técnica (níveis inferiores) e às funções de informação humana (níveis superiores) (da Silva et al., 2018), contemplando os níveis de Sintaxe, Semântica e Pragmática da semiótica de Peirce, além dos aspectos físicos das plataformas de TI e os

efeitos do sistema e da comunicação na sociedade (da Silva et al., 2018).

Para garantir clareza, organização e alinhamento com os objetivos, todo sistema deve ser modelado previamente à sua implementação (Guedes, 2018). O desenvolvimento de sistemas deve seguir modelos de referência que contribuem para compatibilidade, portabilidade e reutilização entre plataformas (Koç et al., 2021). A UML (Unified Modeling Language) surgiu da fusão de três métodos — Booch, OMT (*Object Modeling Technique*) e OOSE (*Object-Oriented Software Engineering*) até a metade dos anos 1990, sendo amplamente adotada no desenvolvimento de software, apoiada pela *Rational Software* (Guedes, 2018). Os requisitos expressos em diagramas UML descrevem como os usuários interagem com o sistema, incluindo seus cenários e restrições (Koç et al., 2021). No contexto de sistemas embarcados, a UML é usada para descrever a arquitetura de hardware e software, sendo que propriedades em tempo real são modeladas com o auxílio do perfil MARTE ², que permite representar requisitos não funcionais, como consumo de energia, desempenho e restrições temporais (Meziane & Ouerdi, 2022).

O termo Realidade Estendida (RE) tem origem aproximada na década de 1960, mas foi contextualizado na literatura a partir da década de 2010, resultado dos avanços da tecnologia em computação gráfica (Wagner & Cozmiuc, 2022). É um conceito genérico que abrange Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV) e Realidade Mista (RM), englobando dispositivos que interagem simultaneamente com os mundos real e virtual ou apenas com o virtual, para oferecer experiências intuitivas, imersivas e interativas (Andrade & Bastos, 2019; Han & Leite, 2022). A Realidade Virtual imerge o usuário em ambientes totalmente virtuais, combinando aspectos objetivos, com estímulos aos sentidos e subjetivos, com percepção de imersão (Tori et al., 2006). Já a Realidade Aumentada, derivada da Realidade Virtual, sobrepõe conteúdo virtual ao ambiente real, porém sem permitir interação com o ambiente tridimensional (Tori & da Silva Hounsell, 2020). A Realidade Mista mescla características da RV e RA, abrangendo dispositivos que fundem o mundo físico e o digital (Wagner & Cozmiuc, 2022). Assim, a tecnologia de RE pode viabilizar a visualização e interação de protótipos de sistemas IoT ao combinar ambientes virtuais e reais, ampliando o potencial de experimentação e validação.

4.3. O Framework

O *framework* pode ser adotado como ferramenta de apoio ao ensino e treinamento, oferecendo uma abordagem orientada à prática para estudantes, profissionais em formação e equipes multidisciplinares, ao realizar atividades do DSC, representar graficamente os requisitos e promover a modelagem dos requisitos em plataforma de visualização com RE. A Figura 4.2 apresenta a visão geral do *framework*, desenvolvido e dividido em três etapas para apoiar a concepção, modelagem e visualização de requisitos em sistemas IoT.

A etapa Concepção é baseada nos princípios do DSC. Nela, são conduzidas oficinas colaborativas com diferentes partes interessadas do projeto IoT, buscando compreender o escopo do problema, o contexto envolvido e as necessidades dos usuários. Nesta etapa são gerados o Diagrama das Partes Interessadas, o Quadro de Avaliação e uma lista de requisitos iniciais, que sintetiza as demandas levantadas, servindo de insumo para as fases posteriores. Esta etapa é detalhada na seção 4.3.1.

²<https://www.omg.org/omgmarte/>

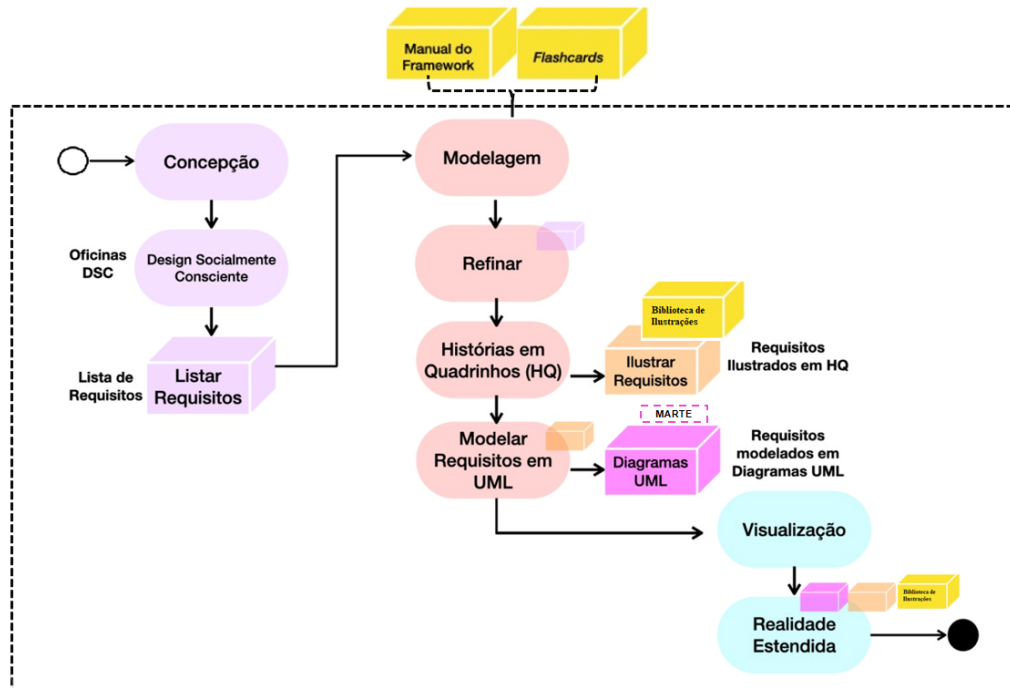


Figura 4.2. Visão Geral do *framework*

A etapa Modelagem visa refinar os requisitos e representá-los graficamente. Inicialmente, os requisitos passam por uma atividade de refinamento. Em seguida, a modelagem ocorre em dois níveis, um narrativo, por meio da criação de Histórias em Quadrinhos, e outro com a construção de Diagramas UML e estereótipos do perfil MARTE. As narrativas visuais ajudam a ilustrar os requisitos identificados por meio de roteiros, personagens e cenários. Posteriormente, os requisitos são modelados em UML, com a seleção e elaboração de diagramas adequados ao contexto como diagramas de casos de uso, gerando representações dos requisitos do sistema IoT. Além disso, nessa etapa também pode ser utilizado o perfil MARTE, que amplia a expressividade dos diagramas ao incorporar elementos específicos para sistemas com restrições temporais. Esta etapa é explanada na seção 4.3.2.

A etapa Visualização, detalhada na seção 4.3.3, consiste na projeção dos requisitos modelados em plataformas de visualização com a tecnologia de Realidade Estendida. Essa visualização permite que os participantes interajam com os cenários construídos.

É válido destacar que, na parte superior da Figura 4.2, estão posicionados dois blocos externos à área pontilhada: o manual do *framework* e os *flashcards*. A posição desses elementos fora do contorno indica que são recursos opcionais, ou seja, não fazem parte diretamente das etapas do processo, mas podem ser utilizados em qualquer etapa para apoiar os participantes na execução das atividades.

Além desses blocos, dentro da área pontilhada da Figura 4.2, destaca-se um bloco adicional em amarelo: a Biblioteca de Ilustrações. Embora opcional, esse recurso pode ser utilizado para auxiliar na etapa de criação das HQs, fornecendo elementos gráficos que facilitam a construção visual das narrativas e utilizado na fase de visualização em

RE, contribuindo para enriquecer os cenários interativos com componentes visuais, promovendo coesão entre as representações narrativas e a visualização. Embora os materiais sejam recursos opcionais, sua utilização é recomendada por contribuírem para enriquecer e facilitar a aplicação prática das etapas do *framework*.

4.3.1. Concepção de Requisitos

A etapa de Concepção (baseada no DSC), tem como objetivo identificar as partes interessadas e identificar e compreender o problema, bem como as necessidades dos usuários e propor soluções, a partir da realização de oficinas participativas, utilizando as técnicas de *brainstorming* e *brainwriting* e participação ativa dos diversos interessados. Essa abordagem permite capturar requisitos que consideram o contexto social, cultural e humano, promovendo soluções mais contextualizadas.

Para a condução das oficinas sob a abordagem do DSC, a presença de um facilitador é fundamental para mediar o processo colaborativo entre os participantes. Esse profissional é responsável por conduzir as dinâmicas, incentivar a participação equitativa, promover o diálogo e assegurar o alinhamento com os objetivos da oficina.

Na Figura 4.3 estão representadas as atividades da etapa de concepção.

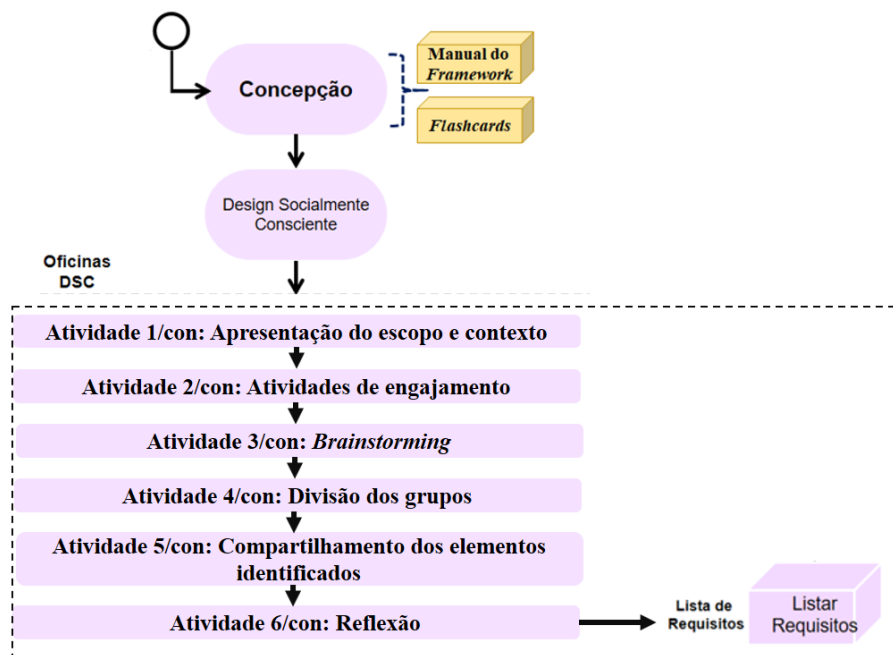


Figura 4.3. Etapa de Concepção de Requisitos

- **Atividade 1/con:** Apresentação do escopo e contexto para os participantes. Nesta atividade introdutória, o facilitador apresenta aos participantes o escopo do projeto, esclarecendo o propósito da oficina e os objetivos da aplicação a ser desenvolvida. São fornecidas informações sobre o domínio do problema, os limites da solução e os aspectos gerais do sistema IoT a ser projetado. Essa contextualização inicial é fundamental para alinhar o entendimento dos participantes e estabelecer um ponto de partida comum;

- **Atividade 2/con:** Engajamento por meio de dinâmicas interativas. Após a apresentação do escopo, são realizadas atividades de sensibilização e engajamento. Essas dinâmicas têm como finalidade aproximar os envolvidos do projeto, promover a empatia e estimular o pensamento crítico e criativo. Nesta atividade, podem ser utilizadas dinâmicas breves, apresentação de exemplos de sistemas similares ao escopo ou vídeos;
- **Atividade 3/con:** *Brainstorming* para levantar as partes interessadas por meio da criação colaborativa do Diagrama das Partes Interessadas e a elaboração do Quadro de Avaliação com problemas e ideias destacados considerando a visão das partes interessadas. Nesta fase, todos participantes participam colaborativamente na criação destes artefatos que são desenhados em um quadro branco e preenchidos pelos participantes por meio de canetas coloridas ou por colagem de marcadores coloridos. O uso de marcadores coloridos é incentivado para representar diferentes perfis de partes interessadas e temas emergentes. O objetivo é gerar um grande volume de contribuições de forma livre e não crítica, respeitando a diversidade de perspectivas;
- **Atividade 4/con:** os participantes são divididos em grupos (de 4 a 6 pessoas) para realização de sessões de *Brainwriting*, em que em um papel sulfite cada participante inicia um texto com a frase “O sistema deve ter...” e escrevem características de acordo com o discutido na atividade anterior, depois de 1 minuto passa o papel para o membro do grupo que está ao seu lado para que este continue a descrição do participantes anterior. Depois de todos contribuírem com os membros do seu respectivo grupo, analisam os conteúdos gerados e consolidam o resultado em um único documento que será compartilhado entre todos os participantes na próxima atividade;
- **Atividade 5/con:** Compartilhamento dos elementos identificados. Após o trabalho em grupo, os envolvidos devem compartilhar os elementos, requisitos ou artefatos que foram levantados. Essa troca permite ampliar a visão sobre o problema, identificar pontos em comum e observar contradições ou lacunas entre as percepções dos grupos e gerar uma lista de requisitos única;
- **Atividade 6/con:** Reflexão conjunta sobre o conteúdo produzido. A última atividade da oficina consiste em uma breve reflexão coletiva. Os participantes são convidados a comentar sobre o que aprenderam, como a atividade influenciou sua percepção do problema e o que ainda precisa ser melhor compreendido.

Resultado: Lista de Requisitos iniciais. Como resultado consolidado dessa fase, gera-se uma lista de requisitos, a partir dos apontamentos identificados nas atividades desta etapa. Esta lista de requisitos serve como entrada para a próxima etapa do *framework*, a modelagem de requisitos.

4.3.2. Modelagem de Requisitos

A partir da lista de requisitos, tem início a transição para a etapa de modelagem. Essa etapa tem como função transformar os requisitos elicitados na fase de concepção em representações visuais e formais. A Figura 4.4 apresenta uma sequência de atividades organizadas em três momentos principais: o refinamento da lista de requisitos, a ilustração

narrativa por meio de HQs e a modelagem em Diagramas UML com apoio dos estereótipos do perfil MARTE. Nesse processo, a biblioteca de ilustrações se configura como um recurso complementar que disponibiliza elementos gráficos que podem ser incorporados na criação das HQs.

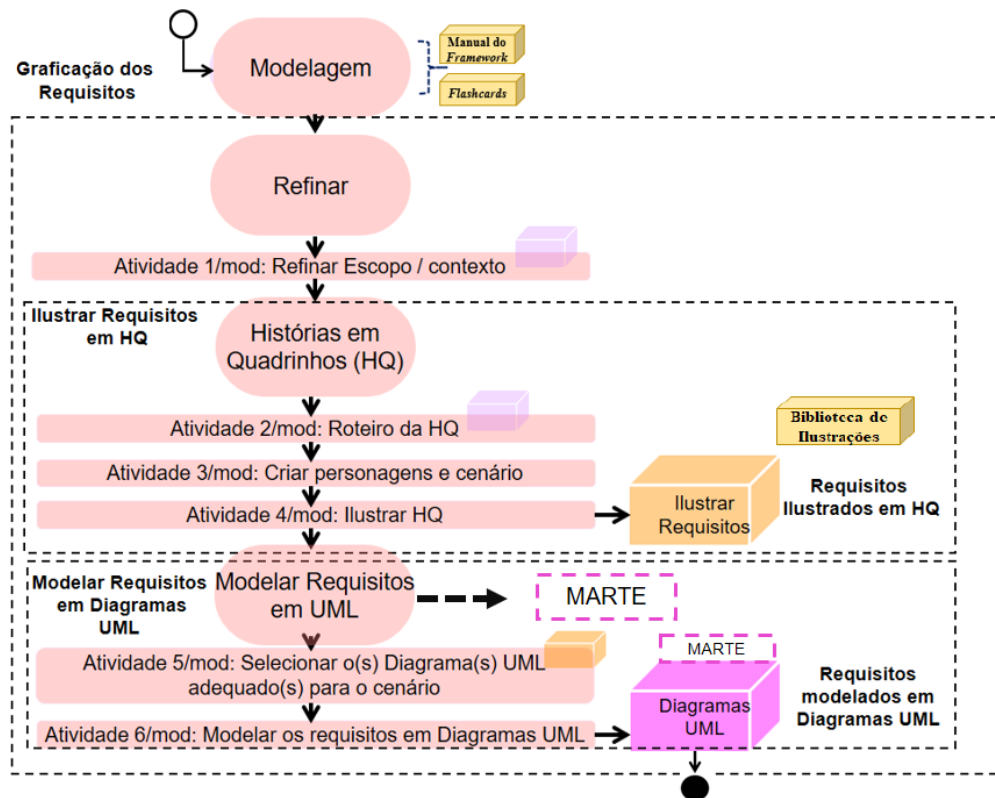


Figura 4.4. Etapa de Modelagem de Requisitos

As atividades da etapa de modelagem consistem em:

- **Refinamento dos Requisitos**
 - **Reavaliação e detalhamento do escopo.** Esta atividade tem como objetivo revisar e aprofundar a compreensão do problema, das funcionalidades esperadas e do contexto de uso do sistema IoT. Quando disponível, a lista de requisitos obtida na etapa de concepção pode ser retomada como ponto de partida. No entanto, considerando a natureza modular do *framework*, essa atividade também pode ser realizada de forma autônoma, com os participantes identificando ou reelaborando os elementos necessários para a modelagem. Esse refinamento contribui para reduzir ambiguidades e fornece uma base sólida para as representações visuais e formais subsequentes.
- **Ilustração em HQ.** O uso de HQs é introduzido como um recurso acessível, criativo e colaborativo para representar, de forma narrativa e visual, os requisitos do sistema. Esse processo é complementado pelo uso da biblioteca de ilustrações, facilitando a composição das cenas e contribuindo para a expressividade e padronização das representações.

- **Atividade 1/mod:** Refinamento do escopo. Nesta atividade, é analisado o conjunto de requisitos levantados e é identificado quais são essenciais para o desenvolvimento do sistema, considerando o contexto de aplicação. O objetivo é delimitar de forma clara o que será abordado, eliminando elementos que não estejam diretamente relacionados ao problema central. Essa etapa também envolve a definição de fronteiras do projeto, estabelecendo as funcionalidades prioritárias, as restrições conhecidas e o público-alvo. O refinamento do escopo garante foco, coerência e viabilidade na etapa de modelagem subsequente.
- **Atividade 2/mod:** Roteiro da HQ. Os participantes são convidados a escrever o roteiro da HQ, descrevendo de forma sequencial como o usuário interage com o sistema. Essa descrição inclui ações, reações e expectativas, e deve refletir diretamente os requisitos levantados e refinados.
- **Atividade 3/mod:** Criação de personagens e cenário. Para esta atividade, os participantes definem os personagens que compõem a narrativa e os cenários onde as interações ocorrerão. A construção visual desses elementos contribui para contextualizar o uso do sistema.
- **Atividade 4/mod:** Ilustração final da HQ. Com base no roteiro e nos elementos visuais criados, os participantes criam a sua HQ, referente ao requisito selecionado. Para a criação da HQ, podem ser utilizadas ferramentas digitais, materiais impressos ou recortes, ou ainda papel e caneta para desenhar. A HQ deve demonstrar o funcionamento do sistema IoT em situações reais de uso.

Resultado: Requisitos representados de forma lúdica e visual (HQ). O produto desta atividade é um conjunto de requisitos ilustrados em HQ.

- **Atividade 5/mod:** Com o auxílio do manual e dos *flashcards*, os participantes analisam os requisitos narrados na HQ e o cenário de uso representado, a fim de selecionar os diagramas UML mais apropriados à modelagem do sistema. Essa escolha considera o tipo de informação que se deseja evidenciar: diagramas de casos de uso são indicados para representar as funcionalidades do sistema do ponto de vista do usuário; diagramas de atividades auxiliam na descrição do fluxo de processos; diagramas de sequência detalham a interação entre objetos ao longo do tempo; entre outros. A seleção adequada dos diagramas contribui para uma representação clara, coerente e tecnicamente útil dos requisitos, apoiando tanto a comunicação entre os envolvidos quanto etapas posteriores de desenvolvimento. É recomendado o uso da extensão do perfil MARTE, especialmente quando há requisitos relacionados ao tempo, por exemplo.
- **Atividade 6/mod:** Modelagem dos requisitos. Nessa atividade, os requisitos são detalhadamente representados por meio de modelos visuais. Os envolvidos no projeto criam diagramas que ilustram as interações entre os usuários e o sistema, as ações realizadas, as condições que influenciam o comportamento e os fluxos de processos. Esses diagramas ajudam a organizar e esclarecer as funcionalidades, facilitando o entendimento das necessidades e restrições do sistema.

Resultado: Requisitos modelados em Diagramas UML, com a opção da extensão do perfil MARTE.

4.3.3. Visualização de Requisitos

Com as HQs e diagramas finalizados, o *framework* avança para a etapa de visualização dos requisitos por meio da tecnologia de Realidade Estendida. O módulo de visualização do *framework* é apresentado na Figura 4.5. O uso de uma plataforma de visualização pode facilitar a compreensão e a avaliação dos requisitos por meio de experiências virtuais.

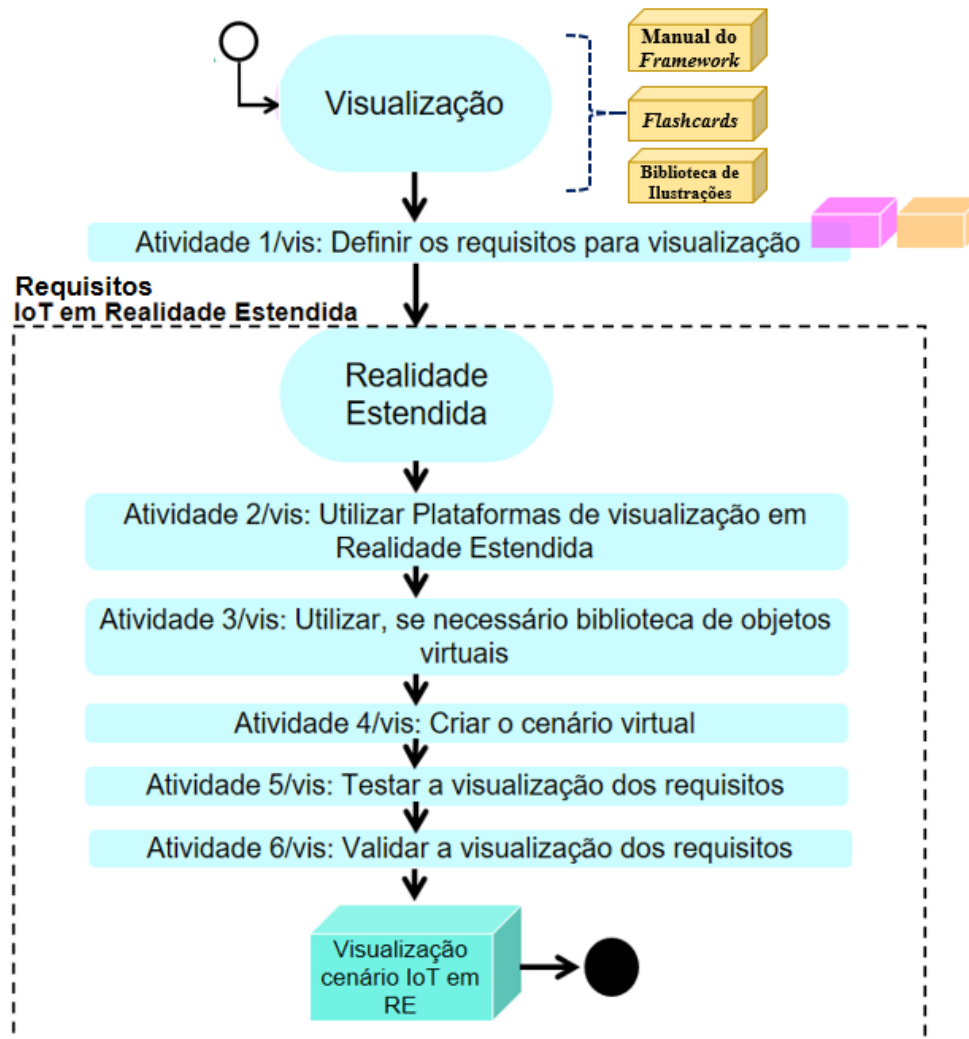


Figura 4.5. Etapa de Visualização de Requisitos

Neste contexto, as atividades que envolvem a etapa de visualização são:

- **Atividade 1/vis:** Definição dos requisitos a serem visualizados. A primeira atividade consiste em revisar a lista de requisitos definida nas etapas anteriores, com o intuito de selecionar quais requisitos serão representados na plataforma de visualização. É recomendado que esta definição seja feita de forma colaborativa entre os participantes.

- **Atividade 2/vis:** Escolha e uso da plataforma de RE. Nesta atividade, os participantes no projeto devem selecionar qual plataforma de visualização será utilizada. Como sugestão, recomenda-se a plataforma CoSpaces ou outra similar. A escolha da ferramenta deve levar em conta a compatibilidade com os dispositivos disponíveis e a facilidade de uso por parte dos participantes.
- **Atividade 3/vis:** Inclusão de objetos. Após a definição da plataforma de visualização, os participantes têm a opção de explorar e utilizar os objetos virtuais disponíveis nativamente na plataforma de visualização escolhida para representar os requisitos de IoT. Além disso, podem optar por usar as representações dos elementos de IoT, disponibilizados na biblioteca de ilustrações.
- **Atividade 4/vis:** Criação do cenário virtual. A partir dos elementos selecionados, os participantes devem construir o cenário virtual que represente o requisito.
- **Atividade 5/vis:** Testes com os usuários. Com o cenário construído na plataforma de visualização, os participantes devem interagir com o ambiente virtual para verificar se os comportamentos esperados dos requisitos estão corretamente representados.
- **Atividade 6/vis:** Validação da visualização. Por fim, é realizada uma atividade de avaliação, na qual os participantes avaliam se os requisitos selecionados e construídos na plataforma virtual estão representados corretamente e se cumpre com os objetivos definidos na Atividade 1/vis. A avaliação pode ser feita por meio de considerações de todos os participantes.

Resultado: requisitos para sistemas de IoT representados de forma virtual em ambiente de RE. Ao final da execução desta etapa, espera-se obter a visualização de um cenário IoT em Realidade Estendida, tornando os requisitos mais visuais, facilitando a comunicação entre as partes interessadas e promovendo maior clareza sobre as funcionalidades esperadas do sistema. Como as demais etapas do *framework*, esta pode ser executada de forma independente, conforme indicado pelo marcador de início e fim da figura.

4.4. Detalhamento da Aplicação do *Framework*

Esta seção apresenta o detalhamento da aplicação do *framework*, descrevendo de forma sistemática as atividades realizadas em cada etapa, os recursos utilizados e os resultados esperados. O objetivo é oferecer uma visão clara e estruturada do processo metodológico adotado, permitindo que a experiência possa ser compreendida, replicada e adaptada a diferentes contextos educacionais, acadêmicos ou profissionais.

Esse detalhamento visa não apenas documentar a experiência prática, mas também servir como referência metodológica para pesquisadores, docentes e profissionais interessados em adotar abordagens centradas no usuário e socialmente conscientes na engenharia de requisitos para sistemas IoT.

4.4.1. Proposta do Problema a ser desenvolvido no minicurso

O cenário escolhido para aplicação prática do *framework* é o de um sistema de gerenciamento inteligente de estacionamento. A escolha deste problema deve-se à sua relevância

social e aplicabilidade em diferentes contextos urbanos, abrangendo desde pequenos estacionamentos privados até grandes centros comerciais e espaços públicos. Além disso, a proposta de um cenário único, como o estacionamento garante coerência ao longo das atividades, permitindo que os participantes compreendam todas as etapas.

O sistema proposto visa oferecer soluções para desafios comuns relacionados à gestão de vagas, como a redução do tempo de procura por estacionamento, a otimização da ocupação das vagas disponíveis e o apoio à acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida. Ao adotar uma abordagem baseada em IoT, o sistema integrará sensores, dispositivos de monitoramento e uma plataforma de visualização para fornecer informações em tempo real sobre a disponibilidade de vagas, rotas de acesso e indicadores de uso.

4.4.2. Perfil Desejado dos Participantes

- Estudantes de graduação e pós-graduação das áreas de Computação, Design, Engenharia ou áreas afins.
- Professores e pesquisadores interessados em metodologias interdisciplinares.
- Profissionais que atuam com requisitos, design de sistemas ou tecnologias imersivas.
- Pessoas com interesse em abordagens participativas, inclusivas e visuais para o desenvolvimento tecnológico.

Pré-requisitos: Noções básicas de Engenharia de Requisitos e interesse em tecnologias interativas. Não é necessário saber programar em RE.

4.4.3. Infraestrutura Necessária

- Sala com acesso à internet e projetor.
- Quadro branco.
- Computadores ou notebooks na quantidade do número de participantes ou um equipamento para cada grupo de até quatro participantes.
- Acesso a ferramentas online gratuitas:
 - Google Drive (Docs e Apresentações);
 - ferramentas de criação de HQs (ex: *Storyboard That*, Canva, papéis, canetas e entre outros);
 - visualizadores de UML online (ex: draw.io); e
 - plataforma de visualização RE (ex: Delightex ³).
- Impressão ou visualização digital dos *flashcards* (cartas de apoio) manual do *framework*.

³<https://www.delightex.com/>

- Acesso à biblioteca de ilustrações (Google Drive).
- Canetas para quadro branco coloridas.
- Papel sulfite.
- Canetas.

4.4.4. Material Existente

A aplicação do *framework* é apoiada por uma variedade de recursos desenvolvidos previamente para facilitar sua compreensão, aplicação prática e replicação em contextos diversos. Esses materiais oferecem suporte tanto conceitual quanto operacional ao longo das etapas de concepção, modelagem e visualização dos requisitos em sistemas IoT.

- **Manual do Framework:** documento orientador que descreve detalhadamente cada etapa da metodologia, incluindo objetivos, instruções de aplicação, boas práticas e exemplos ilustrativos. Serve como guia principal durante a execução das oficinas e modelagens.
- **Flashcards (cartões de apoio):** conjunto de cartões informativos organizados por categorias (contexto social, atores, necessidades, tecnologias, etc.) que auxiliam os participantes nas oficinas de DSC. São utilizados para estimular a reflexão, facilitar a identificação de requisitos e ampliar o engajamento dos participantes.
- **Biblioteca de Ilustrações:** repositório visual composto por elementos gráficos desenhados especificamente para representar atores, ambientes, dispositivos e interações no contexto de sistemas *IoT*. Essa biblioteca é usada durante a etapa de criação de histórias em quadrinhos e na visualização em RE, permitindo uma comunicação mais acessível e empática.
- **Modelos de Histórias em Quadrinhos:** exemplos e modelos para representar requisitos a partir de narrativas visuais. Esses modelos facilitam a tradução de requisitos textuais para uma linguagem mais acessível, sendo úteis tanto para equipes técnicas quanto para usuários finais.
- **Modelos de Diagramas UML:** conjunto de diagramas preparados para representar os requisitos elicitados e refinados. São utilizados estereótipos do perfil MARTE para dar suporte à modelagem de aspectos temporais e de tempo real dos sistemas IoT.
- **Experiências de Visualização com RE:** protótipos e aplicações desenvolvidos a partir da modelagem dos requisitos, representando os sistemas em ambientes imersivos. Essas experiências possibilitam validar e refinar requisitos com base na interação do usuário com o cenário virtual.

Esse material está disponível em formato digital ⁴ e pode ser utilizado, adaptado e expandido conforme a necessidade dos participantes e o contexto do minicurso. A existência

⁴https://drive.google.com/drive/folders/17z_PvAABGANeh2Newy3cS5PeX1GuBA30?usp=drive_link

desses recursos facilita a replicabilidade da abordagem proposta, promovendo a autonomia dos envolvidos na criação de soluções tecnológicas mais conscientes, visuais e imersivas.

4.4.5. Estrutura de Aplicação do *Framework*

A estrutura da aplicação tem o objetivo de garantir consistência na experiência formativa dos participantes, oferecendo suporte didático e técnico em cada uma das etapas do processo — **concepção, modelagem e visualização** dos requisitos. Para tanto, são organizados materiais complementares, elaboradas estratégias de coleta de dados e definidos os procedimentos metodológicos que orientam a execução prática do minicurso.

Entre os recursos disponibilizados, destacam-se o manual do *framework*, os *flashcards* e a biblioteca digital de ilustrações e um conjunto de modelos visuais que orientam a representação de requisitos.

Nesta seção, são descritos os principais elementos que compõem a estrutura da aplicação, apresentando os materiais utilizados, os instrumentos de coleta de dados, o ambiente de execução e os critérios adotados para garantir a coerência e a reprodutibilidade da experiência. Tais elementos foram fundamentais para sustentar a aplicação prática do *framework*.

Etapas do Processo Metodológico

Na Figura 4.6 é ilustrado o fluxo de execução proposto pelo *framework* aplicado ao desenvolvimento de sistemas com base nos princípios do DSC, aliado a abordagens imersivas de modelagem e visualização de requisitos. O processo é dividido em seis etapas interdependentes, representadas de forma sequencial e didática, promovendo a construção colaborativa do conhecimento com foco em aspectos sociotécnicos.

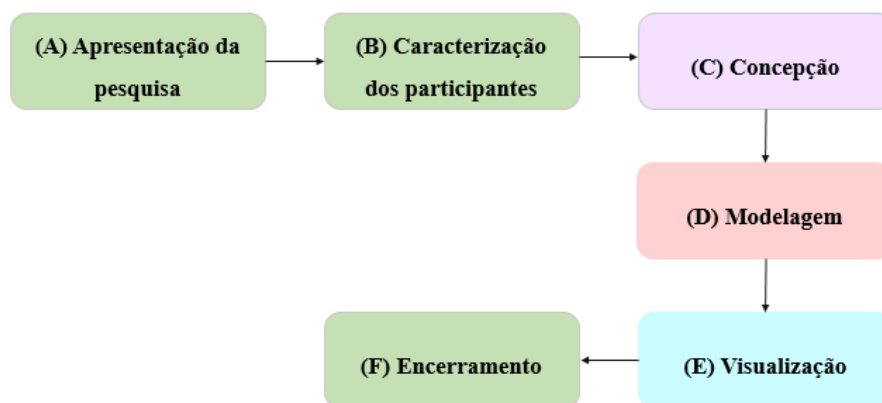


Figura 4.6. Fluxo das etapas metodológicas do framework aplicado

O processo tem início com a etapa (A) **Apresentação da pesquisa**, na qual os participantes são introduzidos ao tema central do minicurso ou oficina. Nesse momento, realiza-se a contextualização do escopo e dos objetivos da atividade, alinhando expectativas e estabelecendo um panorama conceitual sobre Internet das Coisas, Realidade Estendida e os desafios do desenvolvimento consciente de tecnologias.

Em seguida, ocorre a **(B) Caracterização dos participantes**, etapa essencial para o mapeamento do perfil do grupo. Por meio de instrumentos como formulários iniciais, coleta-se informações relevantes sobre a formação, área de atuação, experiências prévias e familiaridade dos participantes com os temas abordados. Esses dados subsidiam a adaptação das explicações e exemplos utilizados ao longo do processo.

A etapa **(C) Concepção** representa o desenvolvimento conceitual do projeto. Nela, os participantes são guiados na identificação de problemas socialmente relevantes, na análise dos atores envolvidos e na elicitación de requisitos sociotécnicos, com base em atividades inspiradas no *Design Socialmente Consciente*. São promovidas discussões orientadas, sessões de *brainstorming* e *brainwriting*, análise de valores e registro dos requisitos utilizando *flashcards* e materiais de apoio.

Nesse contexto, executa-se um conjunto estruturado de atividades inspiradas no DSC, conforme descrito a seguir:

- **Atividade 1/con:** Apresentação do cenário-problema, com base em um contexto real e socialmente relevante.
- **Atividade 2/con:** Discussão orientada sobre o cenário, incentivando a troca de percepções entre os participantes.
- **Atividade 3/con:** Sessão de *brainstorming* para levantar preocupações, valores e desafios percebidos.
- **Atividade 4/con:** Identificação das partes interessadas envolvidas no sistema e análise de suas necessidades.
- **Atividade 5/con:** Levantamento e registro dos requisitos, com apoio de *flashcards* e do manual do framework.

Como produto final desta fase, obtém-se uma **Lista de Requisitos** estruturada, que serve de insumo para as etapas seguintes.

Com os requisitos já estabelecidos, o grupo avança para a etapa de **(D) Modelagem**, onde o foco passa a ser a representação visual e formal desses requisitos. Esta etapa combina duas abordagens complementares: a modelagem empática, realizada por meio de HQs, e a modelagem técnica, com o uso de diagramas UML enriquecidos com estereótipos do perfil MARTE. Essa integração permite contemplar tanto a compreensão de usuários não técnicos quanto a precisão necessária ao projeto. Esta etapa divide-se em três subatividades:

- **Atividade 1/mod:** Refinamento dos requisitos elicitados, com foco na clareza e na organização das informações.
- **Atividade 2/mod:** Ilustração dos requisitos por meio de **Histórias em Quadrinhos (HQs)**, utilizando a biblioteca de ilustrações fornecida.

- **Atividade 3/mod:** Modelagem formal dos requisitos com o uso de diagramas UML, aplicando estereótipos do perfil MARTE, apropriada para sistemas embarcados e com restrições de tempo real, como é o caso de muitos sistemas IoT.

Na sequência, a etapa de **(E) Visualização** transforma os modelos em experiências imersivas. Utilizando tecnologias de *Realidade Estendida*, os participantes constroem ambientes virtuais que representam os requisitos levantados, possibilitando uma simulação interativa e centrada no usuário. Essa visualização permite validar os modelos construídos e antecipar potenciais falhas, incoerências ou omissões. Essa etapa é composta das seguintes atividades:

- **Atividade 1/vis:** Definição dos requisitos que serão visualizados na simulação imersiva.
- **Atividade 2/vis:** Introdução à plataforma escolhida para criação do cenário virtual (por exemplo, Delightex).
- **Atividade 3/vis:** Construção do ambiente virtual representando os requisitos levantados e modelados.
- **Atividade 4/vis:** Testes e validação da visualização imersiva pelos participantes, com análise da coerência entre os requisitos e o protótipo interativo.

Por fim, a etapa **(F) Encerramento** contempla a socialização dos trabalhos desenvolvidos, a troca de percepções entre os grupos, a coleta de *feedback* sobre o processo e a formalização da conclusão do percurso. Trata-se de um momento de reflexão, valorização da participação e consolidação dos aprendizados.

Essas fases compõem a aplicação completa do *framework* e demonstram como a articulação entre o DSC, as representações visuais e a Realidade Estendida pode promover uma abordagem integrada, acessível e colaborativa para o desenvolvimento de requisitos em sistemas IoT.

Estima-se que a **carga horária total de aplicação do *framework* seja de aproximadamente 6 horas**, sendo 3 horas dedicadas à etapa de **Concepção**, 2 horas à etapa de **Modelagem** e 1 hora à etapa de **Visualização**. Esse tempo contempla tanto a introdução teórica dos conceitos quanto a realização das atividades práticas em grupo, proporcionando uma experiência completa e integrada.

4.4.6. Estratégia de Ensino a Ser Adotada

A aplicação do *framework* é conduzida por meio de uma abordagem ativa, prática e centrada no participante, sendo organizada em momentos expositivos, colaborativos e experimentais. A proposta metodológica é alinhada à lógica do próprio *framework*, permitindo que os participantes vivenciem, de forma progressiva e mediada, cada uma de suas etapas — concepção, modelagem e visualização de requisitos.

Inicialmente, são realizadas exposições dialogadas com o objetivo de introduzir os conceitos fundamentais relacionados à IoT, ao DSC, às representações visuais (como

Histórias em Quadrinhos e diagramas UML) e às tecnologias de Realidade Estendida. Esse momento teórico busca nivelar os conhecimentos dos participantes e contextualizar a proposta de aplicação.

Na sequência, os participantes são organizados em grupos para a realização de atividades práticas com o apoio de materiais previamente preparados, tais como:

- *Flashcards* temáticos, utilizados para apoiar a elicitación e o refinamento de requisitos sociotécnicos;
- Biblioteca de ilustrações digitais, empregada na construção de Histórias em Quadrinhos e na criação de cenários visuais para protótipos imersivos;
- Modelos de diagramas UML com estereótipos do perfil MARTE, utilizados na formalização dos requisitos;
- Plataforma online gratuita de visualização em Realidade Estendida, explorada para a criação e o teste de ambientes interativos.

O uso dessas ferramentas com os fluxos das atividades de concepção, modelagem e visualização, permite a prática do processo de desenvolvimento de requisitos de um sistema IoT, desde a concepção participativa até a representação técnica e imersiva.

A interação entre participantes é incentivada com dinâmicas de grupo, exercícios orientados e desafios criativos. Tais estratégias colaborativas contribuem para a construção coletiva do conhecimento, o desenvolvimento de habilidades práticas e a ampliação do senso crítico sobre os impactos sociais e éticos dos sistemas tecnológicos.

Ao integrar teoria, prática e reflexão, a aplicação do *framework* proporciona uma experiência formativa completa, caracterizada pela interdisciplinaridade, acessibilidade e estímulo à inovação no processo de engenharia de requisitos para sistemas IoT.

4.5. Considerações Finais

Este capítulo apresentou uma proposta metodológica para apoiar o desenvolvimento de sistemas baseados em IoT, por meio da aplicação de um *framework* que integra Design Socialmente Consciente, modelagem visual de requisitos e tecnologias de Realidade Estendida. A abordagem busca fortalecer a comunicação entre atores técnicos e não técnicos, ampliar a participação social nos processos de desenvolvimento e promover a empatia, a clareza e a validação antecipada de requisitos.

Ao estruturar a aplicação nas etapas concepção, modelagem e visualização, o *framework* possibilita um fluxo contínuo e acessível de identificação e refinamento de requisitos sociotécnicos. A utilização de ferramentas visuais, como *flashcards*, HQ e diagramas UML com estereótipos do perfil MARTE, aliada à prototipação em ambientes imersivos, proporciona uma experiência rica, colaborativa e centrada no usuário.

A aplicação prática evidencia o potencial do *framework* para ambientes educacionais. A disponibilidade de materiais de apoio e a modularidade das etapas permitem sua adaptação a diferentes públicos, tornando a metodologia replicável e escalável.

Além disso, a abordagem contribui com a formação de profissionais mais críticos e sensíveis aos impactos sociais da tecnologia, incentivando o desenvolvimento de soluções mais inclusivas, éticas e comprometidas com os contextos em que serão aplicadas.

Referências

- Andrade, T., & Bastos, D. (2019). Extended reality in iot scenarios: Concepts, applications and future trends. *2019 5th Experiment International Conference (exp. at'19)*, 107–112.
- Ashton, K., et al. (2009). That ‘internet of things’ thing. *RFID journal*, 22(7), 97–114.
- Atziori, L., IERA, A., & MORABITO, G. (2010). The Internet of Things: A Survey COMPUTER Networks. 2010. *Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download>*.
- Baranauskas, M. C. C. (2014). Social awareness in HCI. *Interactions*, 21(4), 66–69.
- Costa, B., Pires, P. F., & Delicato, F. C. (2017). Specifying functional requirements and qos parameters for iot systems. *2017 IEEE 15th Intl Conf on Dependable, Automatic and Secure Computing, 15th Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, 3rd Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/DataCom/CyberSciTech)*, 407–414.
- da Silva, J. V., Mendoza, Y. M., Duarte, E. F., Maíke, V. R., de França, B. B. N., Pereira, R., & Baranauskas, M. C. C. (2018). Ferramenta DSC (Design Socialmente Consciente) e Direções para uma Plataforma OpenDesign.
- da Silva, J. V., Pereira, R., Buchdid, S. B., Duarte, E. F., & Baranauskas, M. C. C. (2016). SAwD - Socially Aware Design: An Organizational Semiotics-Based CASE Tool to Support Early Design Activities. Em M. C. C. Baranauskas, K. Liu, L. Sun, V. P. d. A. Neris, R. Bonacin & K. Nakata (Eds.), *Socially Aware Organisations and Technologies. Impact and Challenges* (pp. 59–69). Springer International Publishing.
- Da Silva, D. V., De Souza, B. P., Gonçalves, T., & Travassos, G. (2020). Uma tecnologia para apoiar a engenharia de requisitos de sistemas de software iot. *23rd Iberoamerican Conference on Software Engineering*.
- Ferrari, B., Junior, D. S., Oliveira, C. M., Ortiz, J. S., & Pereira, R. (2019). Design Socialmente Consciente de Jogos: relato de uma oficina prática para o entendimento do problema e prospecção de ideias. *Anais do I Workshop sobre Interação e Pesquisa de Usuários no Desenvolvimento de Jogos*, 11–20.
- Guedes, G. T. (2018). *UML 2-Uma abordagem prática*. Novatec Editora.
- Han, B., & Leite, F. (2022). Generic extended reality and integrated development for visualization applications in architecture, engineering, and construction. *Automation in Construction*, 140, 104329.
- Kaleem, S., Ahmad, S., Babar, M., Akre, V., Raian, A., & Ullah, F. (2019). A review on requirements engineering for internet of things (IoT) applications. *2019 Sixth HCT Information Technology Trends (ITT)*, 269–275.

- Koç, H., Erdoğan, A. M., Barjakly, Y., & Peker, S. (2021). UML diagrams in software engineering research: a systematic literature review. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, 74(1), 13.
- Kolkman, M. J., van der Veen, A., & Geurts, P. (2007). Controversies in water management: Frames and mental models. *Environmental Impact Assessment Review*, 27(7), 685–706.
- Meziane, H., & Ouerdi, N. (2022). A Study of Modelling IoT Security Systems with Unified Modelling Language (UML). *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(11).
- Pereira, R., Baranauskas, M. C., & da Silva, S. R. (2013). Social Software and Educational Technology: Informal, Formal and Technical Values. *Educational Technology & Society*, 16, 4–14.
- Rahman, M. W., Islam, R., Hasan, A., Bithi, N. I., Hasan, M. M., & Rahman, M. M. (2022). Intelligent waste management system using deep learning with IoT. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 34(5), 2072–2087.
- Roediger III, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological science*, 17(3), 249–255.
- Santos, B. P., Silva, L. A., Celes, C. S., Borges Neto, J. B., Peres, B. S., Vieira, M. A. M., Vieira, L. F. M., Goussevskaia, O. N., & Loureiro, A. A. (2016). Internet das coisas: da teoria à prática.
- Siakas, E., Lampropoulos, G., Rahanu, H., Georgiadou, E., Siakas, D., & Siakas, K. (2024). REFIoT: A Framework to Combat Requirements Engineering in IoT Applications and Systems. *European Conference on Software Process Improvement*, 80–96.
- Sommerville, I., et al. (2011). Engenharia de software.[SI]. *Pearson Education*, 19, 60.
- Souza, S., Rodrigues, E., Meireles, M., Lauschner, T., Carvalho, L., Maldonado, J. C., & Conte, T. (2025). Techniques for eliciting iot requirements: Sensorina map and mind iot. *Journal of Systems and Software*, 222, 112323.
- Souza, S. R. d. (2023). Mapa da Sensorina e Mind IoT: técnicas de elicitação de requisitos baseadas em design thinking para sistemas IoT.
- Souza Rodrigues, S., Luiz da Silva Genesio, V., Maria Barroso Paiva, D., & Pontin de Mattos Fortes, R. (2020). A Case Study on How Brazilian Companies Deal with the User Experience in IoT Projects. *Proceedings of the 38th ACM International Conference on Design of Communication*, 1–7.
- Stamper, R. (1973). *Information in business and administrative systems*. John Wiley & Sons, Inc.
- Tori, R., & da Silva Hounsell, M. (2020). Introdução a realidade virtual e aumentada. *Interação*, 7, 468.
- Tori, R., Kirner, C., & Siscoutto, R. A. (2006). *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Editora SBC Porto Alegre.

- Wagner, R., & Cozmiuc, D. (2022). Extended Reality in Marketing—A Multiple Case Study on Internet of Things Platforms. *Information*, 13(6), 278.
- Weyrich, M., & Ebert, C. (2015). Reference architectures for the internet of things. *IEEE Software*, 33(1), 112–116.

Currículo resumido dos autores



Eduarda Maganha de Almeida é doutora em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), com mestrado em Computação com ênfase em Engenharia de Software e graduação em Computação pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Atua como professora e pesquisadora na área de Computação, lecionando disciplinas voltadas à Inteligência Artificial, Realidade Estendida, Robótica Educacional, Jogos Digitais, Internet das Coisas e *Big Data*. Desenvolve investigações nas áreas de Engenharia de Requisitos, Realidade Estendida e Internet das Coisas, com ênfase em abordagens participativas, visuais e imersivas para o desenvolvimento de soluções tecnológicas mais inclusivas e conscientes. No contexto deste trabalho, será responsável pela condução do processo de ensino-aprendizagem do *framework*, com atuação direta e especializada nas etapas de Modelagem e Visualização.



Flávia Belintani Blum Haddad é doutora em Ciência da Computação pela UFPR, mestra em Computação Aplicada e graduada em Tecnologia em Informática pela UTFPR e em Tecnologia em Gestão Pública pelo Instituto Federal do Paraná (IFPR). É professora na UTFPR de Engenharia de Software, com ênfase em Requisitos de Software, Processo de Software e Gerenciamento de Projeto de Software. É pesquisadora nas áreas de Requisitos de Software, Jogos Educacionais, Projetos de Software e Design Socialmente Consciente. Neste trabalho, será responsável por apoiar a aplicação do *framework*, com foco específico na etapa de Concepção, utilizando a abordagem de Design Socialmente Consciente para a identificação e elicitação de requisitos.



Leticia Mara Peres é professora associada do Departamento de Informática da UFPR e pesquisadora no Centro de Computação Científica e Software Livre (C3SL, UFPR), no Laboratório de Inteligência Artificial e Métodos Formais (LIAMF, UFPR) e no Laboratório de Fundamentos e Aplicações em Engenharia de Software (FAES, UFPR). Bacharela em Informática pela UFPR, mestra em Automação pela Unicamp e doutora em Computação pela UFPR. Seus interesses são em ensino e pesquisa de Engenharia de Software e de Sistemas, com ênfase em verificação e validação de software e dados. Possui atenção especial a novos processos e tecnologias de software e dados como apoio à pesquisa e implementação de políticas públicas em saúde e educação. Neste trabalho, atua no suporte à aplicação do *framework*, contribuindo para a organização metodológica e acompanhamento das atividades.

Capítulo

5

Micro:bit na prática: explorando fundamentos de Computação Física e Pensamento Computacional na Educação Básica

Adriana Pereira da Silva, Luciano Henrique Naldi, Marcelo de Almeida Viana

Abstract

This short course provides introductory training on Physical Computing using the micro:bit, combining theory and practice through approaches such as Computational Thinking, STEAM, and Maker Culture. Participants will explore the functionalities of the microcontroller by programming sensors and actuators via the MakeCode platform, focusing on activities that integrate multiple subject areas from the Basic Education curriculum. The proposal includes creating hands-on projects that address the four pillars of Computational Thinking, aligned with Brazil's National Common Curricular Base. The course also fosters critical reflection on the pedagogical use of digital technologies and their application in real school contexts. It is designed for educators, students, and researchers interested in Active Methodologies, educational innovation, and accessible technologies.

Resumo

Este minicurso apresenta uma formação introdutória sobre Computação Física com o micro:bit, articulando teoria e prática a partir de abordagens como Pensamento Computacional, STEAM e Cultura Maker. Os participantes terão a oportunidade de explorar as funcionalidades do microcontrolador, programando sensores e atuadores por meio do ambiente MakeCode, com foco em atividades que integrem diferentes áreas do conhecimento da Educação Básica. A proposta inclui a criação de projetos práticos que desenvolvem os quatro pilares do PC, alinhados à Base Nacional Comum Curricular. O curso também promove uma reflexão crítica sobre o uso pedagógico das tecnologias digitais e sua aplicabilidade em contextos escolares reais, destinado a educadores, estudantes e pesquisadores interessados em Metodologias Ativas, inovação educacional e práticas com tecnologias acessíveis.

5.1. Introdução

A presença cada vez mais significativa das tecnologias digitais no cotidiano contemporâneo impõe à escola novos desafios e responsabilidades na formação de seus estudantes. Para além do uso instrumental dessas tecnologias, exige-se uma abordagem pedagógica que promova o desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade e da capacidade de resolução de problemas, contribuindo para a formação integral e cidadã. Nesse cenário, a Computação Física (CF) e o Pensamento Computacional (PC) emergem como eixos estruturantes de propostas educacionais inovadoras, sobretudo quando integrados a abordagens como STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) e à Cultura Maker (Resnick, 2020).

No contexto da Educação Básica brasileira, esse cenário impõe o desafio de desenvolver práticas educacionais que, além de incorporarem criticamente as tecnologias digitais, promovam uma educação voltada para a cidadania digital, o PC, a Cultura Digital e ao uso ético e responsável das tecnologias. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece essa necessidade ao incorporar, entre suas dez competências gerais, o domínio das linguagens digitais, o pensamento científico, crítico e criativo, bem como o uso consciente das tecnologias (Brasil, 2018). Além disso, com a integração do componente Computação à BNCC (Brasil, 2022), a Computação passa a figurar como área de conhecimento obrigatória, com objetivos definidos de promover o letramento digital e o desenvolvimento do PC desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, fortalecendo-a como competência essencial para o cidadão contemporâneo, favorecendo o desenvolvimento da criatividade, resolução de problemas e pensamento crítico.

Nesse cenário, a formação docente assume papel central na efetivação das diretrizes curriculares da BNCC. Considerando as desigualdades regionais, estruturais e formativas ainda presentes nas redes públicas de ensino, torna-se essencial que as iniciativas de formação continuada sejam acessíveis, colaborativas, contextualizadas e pautadas na prática (Imbernón, 2011). Os professores precisam ser preparados para utilizar as tecnologias, além de integrá-las com intencionalidade pedagógica às práticas escolares, articulando os recursos digitais às necessidades concretas dos estudantes e às realidades locais.

A proposta formativa apresentada neste minicurso visa responder justamente a esse desafio. O minicurso “Micro:bit na prática: explorando fundamentos de CF e PC na Educação Básica” foi concebido com o propósito de capacitar educadores para o uso didático da placa microcontroladora micro:bit — uma plataforma acessível, versátil e com elevado potencial pedagógico para a Educação Básica (Albuquerque *et al.*, 2020) —, articulando-a a projetos interdisciplinares ancorados no PC, na Cultura Maker e na abordagem STEAM.

Organizado a partir de uma abordagem teórico-prática, o minicurso propõe experiências formativas baseadas em Metodologias Ativas e desenvolvimento de projetos educacionais baseados na resolução de problemas. Os participantes serão convidados a construir soluções criativas e contextualizadas para situações reais do cotidiano escolar. As atividades propostas integram diferentes componentes curriculares e desenvolvem os quatro pilares do PC — decomposição, reconhecimento de padrões,

abstração e algoritmos —, em consonância com as competências previstas na BNCC (Brasil, 2018) e na BNCC Computação (Brasil, 2022).

A escolha pelo micro:bit como recurso didático justifica-se por sua interface amigável, baixo custo e possibilidade de exploração concreta de conceitos computacionais por meio de sensores, atuadores e programação em blocos com o ambiente MakeCode. Essa combinação permite a criação de experiências interativas de aprendizagem que tornam tangíveis conceitos de lógica, automação, física e design digital (Valente, 2016). Essa característica torna o dispositivo ideal para introduzir a CF em escolas públicas, inclusive em contextos de maior vulnerabilidade digital, favorecendo a inclusão e a equidade, o que o torna um recurso estratégico para a democratização do ensino de Computação e Robótica.

O minicurso é voltado a professores da Educação Básica, estudantes de licenciatura, formadores de professores, gestores educacionais e demais profissionais interessados na integração das tecnologias digitais ao currículo escolar. Com duração estimada de 5 horas, a atividade será realizada presencialmente, com até 30 participantes organizados em até 6 grupos heterogêneos, conduzidos por dois mediadores com experiência em CF e familiaridade com o micro:bit e o ambiente MakeCode. Esse modelo já vem sendo testado e validado no âmbito do Projeto Letramento Digital (Facti, 2025), mostrando-se escalável para diferentes formatos, inclusive em propostas online ou híbridas e em grupos maiores, desde que preservada a lógica de organização colaborativa e a mediação intencional. Essa flexibilidade garante que a metodologia possa ser adaptada a variados contextos escolares, ampliando seu alcance e potencial formativo.

O objetivo geral da formação é, portanto, capacitar os participantes para o uso pedagógico do micro:bit como ferramenta de apoio ao desenvolvimento de projetos interdisciplinares que promovam o PC, o protagonismo estudantil e a Cultura Digital. A proposta busca ampliar a compreensão dos educadores sobre as potencialidades da CF na formação integral dos estudantes, incentivando práticas criativas, críticas e contextualizadas com base nos princípios da Educação 4.0.

Neste sentido, o minicurso se alinha às recomendações nacionais e internacionais que apontam para a necessidade de ressignificar o papel da escola frente às transformações da sociedade contemporânea, preparando os estudantes para agir com autonomia, responsabilidade e consciência cidadã em um mundo cada vez mais digital e interconectado (Brasil, 2018; Unesco, 2021).

5.2. Cultura Digital e Pensamento Computacional na Educação

5.2.1. Cultura Digital

A Cultura Digital constitui um fenômeno complexo, que transcende o simples uso de tecnologias na escola, introduzindo uma nova lógica de produção, circulação e apropriação de saberes, marcada pela interatividade, colaboração e autoria compartilhada. No campo educacional, tal cultura provoca uma reconfiguração das práticas pedagógicas e desafia os modelos tradicionais de ensino-aprendizagem. Para Heinsfeld e Pischetola (2017), essa cultura desloca o foco do ensino para uma aprendizagem ativa e colaborativa, rompendo com abordagens transmissivas. Nessa

direção, Hoffmann e Fagundes (2008) argumentam que a escola não deve apenas adotar tecnologias, mas integrá-las criticamente à Cultura Digital, transformando currículos, posturas docentes e estruturas institucionais para poder atuar de forma significativa na sociedade contemporânea.

De acordo com Silva (2021), a Cultura Digital não se limita à digitalização de conteúdos, mas representa uma mudança paradigmática, pois altera o próprio ecossistema educacional ao introduzir novas formas de interação, autoria e mediação. Nesse contexto, a escola deixa de ser o espaço exclusivo da transmissão de conhecimento e passa a se constituir como um ambiente de experimentação, produção colaborativa e aprendizagem em rede. Além disso, Vilaça e Gonçalves (2022) acrescentam que a Cultura Digital deve ser compreendida como um novo paradigma educacional, pautado pela lógica da construção compartilhada do conhecimento, pela valorização das experiências dos sujeitos e pela promoção da autoria nos processos formativos.

Para Demuner *et al.* (2024), a incorporação da Cultura Digital nas instituições escolares não deve se restringir à adoção de dispositivos e softwares, mas requer uma transformação na mentalidade pedagógica, de modo que o digital seja compreendido como meio e linguagem. Essa concepção é corroborada por Loureiro *et al.* (2024), ao apontarem a necessidade de uma formação docente que transcenda o uso técnico das ferramentas e promova sua apropriação crítica, criativa e reflexiva. Para esses autores, a mediação pedagógica com tecnologias deve favorecer práticas interdisciplinares, dialógicas e contextualizadas, promovendo aprendizagens significativas e ampliando os horizontes formativos dos educadores.

Nesse sentido, a Cultura Digital desafia o professor a assumir o papel de curador e designer de experiências de aprendizagem que dialoguem com os repertórios sociotécnicos dos estudantes. Como apontam Demuner *et al.* (2024), a formação docente deve contemplar não apenas o domínio instrumental, mas também uma dimensão crítica, ética e criativa no uso das tecnologias. A presença digital nas escolas demanda o desenvolvimento de competências como a literacia digital, a autoria digital, o PC e a colaboração (Ferreira, 2020; Lima, 2021). Conforme Almeida *et al.* (2018), essas competências não se desenvolvem de forma espontânea, mas requerem políticas de formação continuada articuladas ao cotidiano escolar, garantindo condições para que os docentes assumam a mediação crítica e inovadora no uso das tecnologias.

A literatura também destaca que a Cultura Digital potencializa a personalização do ensino, a acessibilidade e a inclusão. Tecnologias adaptativas, recursos multimodais e ambientes digitais interativos podem atender às necessidades de diferentes perfis de estudantes, inclusive aqueles com deficiência, ampliando as oportunidades de aprendizagem e de participação cidadã (Bartolomé *et al.*, 2021; Demuner *et al.*, 2024). No entanto, esses avanços não estão isentos de desafios: a exclusão digital, a precariedade das condições de acesso e as desigualdades sociais ainda representam barreiras concretas à efetiva democratização da Cultura Digital no ambiente escolar. Como alertam Almeida *et al.* (2018), a ausência de conectividade, de infraestrutura mínima e de políticas permanentes de formação docente compromete tanto a autonomia discente quanto o uso pedagógico crítico das tecnologias, evidenciando um cenário de desigualdades que ainda marca a realidade de muitas escolas públicas brasileiras.

Do ponto de vista das políticas públicas, a BNCC (Brasil, 2018) reconhece a importância da Cultura Digital e do desenvolvimento das competências digitais para a formação integral dos estudantes. Essa dimensão passa a ser concebida como transversal ao currículo, impactando as práticas pedagógicas, os projetos político-pedagógicos e a formação de professores. Nesse contexto, como defendem Gonçalves *et al.* (2024), a articulação entre Cultura Digital e currículo demanda o redesenho das propostas pedagógicas escolares, promovendo o uso crítico, criativo e ético das tecnologias digitais de maneira sistemática.

Por fim, a Cultura Digital não deve ser entendida como uma tendência passageira, mas uma dimensão estruturante da sociedade contemporânea. Segundo Brito e Costa (2020), sua integração à educação é essencial para que a escola dialogue com a realidade dos estudantes e promova sua formação cidadã, crítica e emancipatória. Nessa perspectiva, Bortolazzo (2020) ressalta que é preciso construir práticas educativas que reconheçam os estudantes como sujeitos de direitos e valorizem seus repertórios culturais, priorizando relações pedagógicas mediadas pelas tecnologias — e não subordinadas a elas.

5.2.2. Pensamento Computacional

Na sociedade contemporânea, marcada pela presença constante das tecnologias digitais, a Computação ocupa um papel estruturante na formação de sujeitos críticos, criativos e participativos. Sua inserção na Educação Básica torna-se, portanto, uma necessidade, ampliando a noção de alfabetização para incluir competências voltadas à Cultura Digital e à lógica computacional. Conforme as diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação (SBC, 2019), a Computação deve ser compreendida não apenas como uma ferramenta tecnológica, mas como uma ciência com fundamentos próprios, capaz de desenvolver no estudante, habilidades para compreender, modelar e transformar o mundo digital e real. O domínio dessa área permite ao indivíduo interpretar criticamente o ecossistema informacional que o cerca, fortalecendo sua autonomia, criatividade e participação cidadã em uma sociedade cada vez mais mediada por algoritmos, dados e redes de informação.

Historicamente, o ensino de Computação nas escolas brasileiras esteve associado a abordagens tecnicistas, centradas na operacionalização de softwares e dispositivos. No entanto, como argumenta Santos (2025), é necessário superar essa concepção limitada e compreender a Computação como linguagem e forma de mediação com o mundo. Tal abordagem implica integrá-la a processos de expressão, análise, criação e resolução de problemas, e não apenas ao domínio instrumental de tecnologias. Para a autora, a Computação deve ser tratada como ferramenta cognitiva e cultural, capaz de potencializar o pensamento crítico e a resolução criativa de problemas. Ao rejeitar a lógica do “treinamento técnico”, defende que o ensino de Computação deve promover a apropriação conceitual, a construção de conhecimento e o protagonismo dos estudantes. Essa concepção amplia a função educativa da Computação e contribui para a formação de sujeitos capazes de interagir criticamente com as tecnologias e com a própria sociedade.

Embora a BNCC ainda não inclua a Computação como componente curricular obrigatório em todas as etapas da Educação Básica, ela reconhece, entre suas competências gerais, a importância do letramento digital e da cultura digital como

dimensões essenciais da formação integral dos estudantes (Brasil, 2018). Em alinhamento a esse entendimento, o Parecer CNE/CEB nº 2/2022, aprovado pelo Conselho Nacional de Educação, oferece diretrizes específicas para a introdução da Computação no currículo escolar, sugerindo sua implementação desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. O documento destaca que a Computação pode contribuir significativamente para o desenvolvimento do raciocínio lógico, da criatividade e da autonomia intelectual, além de favorecer o protagonismo estudantil e a compreensão crítica das tecnologias digitais (Brasil, 2022).

Nesse mesmo sentido, as diretrizes da SBC (2019) reforçam a necessidade de integrar a Computação ao currículo como um componente estruturante da Educação Básica. Para tanto, propõem sua organização em três eixos interdependentes: PC, Mundo Digital e Cultura Digital. Essa estrutura busca desenvolver não apenas habilidades técnicas, mas também competências cognitivas, éticas e sociais, promovendo uma atuação crítica, criativa e responsável dos estudantes no uso das tecnologias e na interação com a cultura digital. A proposta enfatiza que o ensino de Computação deve buscar o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores e não apenas operacionais, afastando-se de uma visão tecnicista da tecnologia na escola.

Esse entendimento encontra consonância com a implementação proposta pela BNCC Computação (Brasil, 2022). O parecer reforça o PC como um dos eixos centrais da área, destacando seu papel na mobilização de competências como a resolução de problemas, o raciocínio lógico, a abstração e a criatividade. A BNCC Computação e SBC convergem, portanto, ao conceber o PC como um elemento-chave para o desenvolvimento integral dos estudantes, promovendo a interdisciplinaridade, o protagonismo estudantil e uma compreensão crítica e ativa sobre as tecnologias digitais e seus impactos na sociedade.

O PC é compreendido como um conjunto de habilidades cognitivas associadas à resolução de problemas, fundamentadas em práticas da Ciência da Computação, mas aplicáveis a diversas áreas do conhecimento. De acordo com Wing (2006), trata-se da habilidade de formular problemas e suas soluções de maneira que um agente — humano ou máquina — possa efetivamente executá-las. Essa definição amplia a relevância do PC, ao situá-lo não apenas como uma competência técnica, mas como uma habilidade transversal e essencial à formação contemporânea.

No contexto educacional, o PC adquire uma função estratégica ao possibilitar que os estudantes desenvolvam formas estruturadas de pensar, representadas por quatro pilares principais: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos (Ramos, 2014; Conforto *et al.*, 2022). A decomposição refere-se à capacidade de dividir um problema complexo em partes menores e mais manejáveis; o reconhecimento de padrões envolve identificar semelhanças ou repetições; a abstração permite focar nos aspectos essenciais, ignorando detalhes irrelevantes; e os algoritmos correspondem à elaboração de sequências ordenadas de instruções para resolver problemas. Esses pilares são a base para o desenvolvimento de competências lógico-cognitivas aplicáveis a múltiplas disciplinas escolares, da Matemática à Linguagem, das Ciências às Artes.

Autores como Vieira e Hai (2023) defendem o PC como linguagem de expressão, criação e resolução de problemas, alinhado ao construcionismo de Papert (2008), promovendo protagonismo estudantil e aprendizagem crítica e criativa. Conforto

et al. (2022) complementam que o PC estimula processos cognitivos de alto nível, favorecendo a autonomia por meio de propostas contextualizadas e interdisciplinares, com ou sem o uso de tecnologias digitais. Ramos (2014), em estudo com crianças do Ensino Fundamental, evidencia que atividades como jogos e programação em blocos elevam o engajamento, a colaboração e a capacidade de resolver problemas, demonstrando o potencial do PC desde os anos iniciais.

Desta forma, o PC emerge como resposta à necessidade de formar estudantes capazes de lidar com problemas complexos, desenvolver soluções criativas e interagir criticamente com o mundo digital e analógico. Sua aplicação extrapola os limites da alfabetização tecnológica, articulando-se à formação integral dos sujeitos — abarcando aspectos cognitivos, afetivos, sociais e éticos (Conforto *et al.*, 2022; Vieira e Hai, 2023). Essa perspectiva amplia o escopo das estratégias pedagógicas inovadoras, potencializando a aprendizagem por meio da articulação entre raciocínio abstrato e experiências práticas.

Ao mobilizar habilidades como decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de algoritmos, o PC favorece a construção ativa do conhecimento, especialmente quando inserido em propostas baseadas em desafios concretos e resolução colaborativa de problemas. A integração de atividades que estimulem a experimentação, o raciocínio lógico e a criatividade amplia o engajamento dos estudantes e torna o processo de aprendizagem mais dinâmico, significativo e conectado às realidades sociotécnicas do mundo contemporâneo.

5.3. Computação Física como estratégia pedagógica inovadora

A CF constitui uma abordagem educacional que integra elementos tangíveis — como sensores, atuadores e microcontroladores — com linguagens de programação e ambientes interativos, permitindo que os estudantes desenvolvam soluções computacionais para problemas do mundo real. O termo, cunhado por O’Sullivan e Igoe (2004), refere-se à criação de uma “conversa” entre o mundo físico e o virtual, mediada por dispositivos programáveis capazes de perceber, processar e agir no ambiente.

Na perspectiva educacional, a CF se apresenta como uma estratégia para articular teoria e prática, abstração e materialidade, especialmente quando inserida em propostas pedagógicas que valorizam o protagonismo discente e a aprendizagem ativa. Ao possibilitar que os participantes construam protótipos interativos — como sistemas automatizados, dispositivos sensoriais ou projetos de Robótica Educacional — a CF favorece o desenvolvimento de habilidades do PC de maneira concreta e contextualizada (O’Sullivan e Igoe, 2004; Costa Júnior e Rivera, 2024; Flores *et al.*, 2024).

Entre seus principais benefícios pedagógicos, destaca-se a estimulação da curiosidade, da criatividade e da capacidade de resolver problemas — características diretamente associadas às metodologias ativas. A abordagem “mão na massa”, típica da Cultura Maker, aproxima os estudantes de uma aprendizagem significativa, na qual o erro é compreendido como parte do processo e o conhecimento emerge da experimentação e da construção colaborativa (Costa Júnior e Rivera, 2023). Halverson e Sheridan (2014) e Mannrich *et al.* (2024) convergem ao afirmar que a Cultura Maker, quando integrada ao contexto escolar, transforma profundamente o papel do estudante: de consumidor passivo de conteúdos para autor de artefatos com significados pessoais e

sociais, conectando a aprendizagem a identidades, práticas culturais e interesses individuais.

Esse engajamento ativo com o conhecimento, por meio da experimentação e da criação de objetos interativos, legitima formas alternativas de saber e promove uma educação mais equitativa e participativa. Mannrich *et al.* (2024) reforçam que, ao favorecer a autoria e a personalização da aprendizagem, o movimento maker amplia a motivação e o engajamento, ao mesmo tempo, em que respeita os ritmos e estilos individuais dos estudantes. Assim, a personalização e a autoria deixam de ser apenas estratégias pedagógicas e passam a constituir pilares de uma educação criativa, significativa e conectada à realidade dos sujeitos.

Além disso, Schulz e Pinkwart (2015) demonstram que a CF pode integrar, de forma eficaz, a Ciência da Computação às demais disciplinas do campo STEAM, promovendo uma aprendizagem interdisciplinar baseada na resolução de problemas reais. A utilização de dispositivos físicos programáveis, como sensores e atuadores, permite explorar conceitos de Física, Biologia e Matemática de maneira concreta, criando vínculos autênticos entre o conteúdo curricular e sua aplicação prática. Essa perspectiva é especialmente potente quando associada ao desenvolvimento das competências do PC — como abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e elaboração de algoritmos.

Halverson e Sheridan (2014) também destacam o papel das práticas artísticas e da expressão estética nas experiências de aprendizagem com tecnologias digitais. Para as autoras, essas práticas ampliam a compreensão sobre o que significa “aprender fazendo” e enriquecem o potencial formativo da CF. Construir artefatos tangíveis, nesse sentido, não é apenas uma ação técnica, mas uma forma de expressar ideias, desenvolver raciocínio complexo e produzir sentidos.

A CF, portanto, não se limita à promoção de competências técnicas, mas favorece um ambiente pedagógico no qual os estudantes se envolvem em processos criativos, colaborativos e significativos de aprendizagem. Esse ambiente é fértil para práticas integradoras que rompem com a compartimentalização do currículo e valoriza uma educação centrada na experiência, na autoria e na ação situada. Quando articulada à abordagem STEAM, a CF potencializa a formação integral e o engajamento dos estudantes, promovendo inclusão, diversidade e inovação pedagógica.

Costa Júnior e Rivera (2023) destacam que, ao integrar a programação visual com a prototipagem eletrônica de baixo custo, a CF torna o ensino de Computação mais acessível, intuitivo e interdisciplinar. A estrutura progressiva de atividades práticas proposta por esses autores demonstra como projetos com sensores, luzes, motores e botões podem ser desenvolvidos mesmo em escolas com recursos limitados, desde que haja intencionalidade pedagógica e formação docente qualificada. A integração entre software e hardware, nesse contexto, contribui para formar sujeitos capazes de compreender e atuar criticamente sobre os sistemas digitais que permeiam a sociedade.

Já DesPortes e DiSalvo (2017) aprofundam essa perspectiva ao introduzirem o conceito de modularidade como eixo central para o design de ferramentas de CF. As autoras argumentam que o grau de modularidade — definido pela transparência e pelos recursos para interação — determina o quanto os participantes conseguem compreender e manipular os componentes eletrônicos. Kits com alta modularidade e transparência

permitem que os aprendizes visualizem e compreendam o fluxo de informações entre hardware e software, promovendo o desenvolvimento de modelos mentais mais robustos sobre o funcionamento dos sistemas computacionais. Por outro lado, kits que funcionam como “caixas-pretas” — nos quais as conexões e processos internos não são visíveis ou compreensíveis — podem facilitar o uso imediato por parte dos estudantes, mas limitam a construção de entendimentos mais profundos sobre o funcionamento dos sistemas computacionais. Assim, a escolha por ferramentas que equilibram usabilidade e visibilidade técnica pode potencializar a compreensão crítica dos artefatos digitais e favorecer experiências de aprendizagem mais significativas.

A utilização de dispositivos como o BBC micro:bit amplia a motivação, mesmo entre participantes que inicialmente não se identificam com a área da Computação, como docentes em formação continuada. Em sua experiência, o uso de atividades práticas e interativas — como animações, jogos de sorte e projetos com sensores — promoveu não apenas o interesse, mas também a compreensão de conceitos abstratos como variáveis, sequências, estruturas condicionais e aleatoriedade (Cápay e Klimová, 2019). A abordagem apresentada pelos autores representa uma estratégia eficaz para romper com a passividade muitas vezes associada ao ensino tradicional de programação. Além disso, os resultados mostram um aumento na autopercepção de competência em programação, contribuindo para reduzir desigualdades de gênero na área.

Assim, uma estrutura baseada em linguagem visual por blocos, como o MakeCode, aliada à interatividade do micro:bit, favorece uma aprendizagem ativa, sensível e lúdica, na qual os participantes não apenas escrevem códigos, mas os experimentam no mundo físico, observando reações imediatas de LEDs, sensores e motores. Com isso, permite-se ensinar a lógica computacional e despertar o prazer em aprender, criar e resolver problemas concretos, integrando a Computação ao cotidiano escolar de forma integrada e transformadora (Cápay e Klimová, 2019).

Além das competências técnicas, esse tipo de abordagem também impacta aspectos subjetivos e relacionais do processo formativo, ao criar experiências de aprendizagem mais significativas e afetivas. A CF estimula habilidades socioemocionais como a colaboração, a empatia e a perseverança, ao mesmo tempo, em que mobiliza competências cognitivas de alto nível (Zanetti *et al.*, 2020). Para esses autores, a combinação entre dispositivos físicos e estratégias pedagógicas centradas no estudante pode ampliar o engajamento e a aprendizagem de forma mais inclusiva e significativa. Ademais, conforme Byrne *et al.* (2024), a CF é uma porta de entrada eficaz para o desenvolvimento de práticas criativas em sala de aula. Ao articular tecnologia, arte e narrativa, essa abordagem permite que os estudantes desenvolvam não apenas habilidades técnicas, mas também capacidades expressivas e comunicativas, alinhando-se à proposta da aprendizagem criativa e da formação integral.

Em síntese, a CF representa uma estratégia pedagógica inovadora ao promover experiências interativas, concretas e contextualizadas, que integram PC, Cultura Maker, currículo STEAM e aprendizagem significativa. Sua implementação exige planejamento intencional, formação docente adequada e infraestrutura mínima, mas oferece elevado potencial transformador para o processo de ensino-aprendizagem em diferentes etapas da Educação Básica.

5.4. Micro:bit como ferramenta de apoio à Educação

A inserção de dispositivos como o BBC micro:bit no contexto educacional tem ganhado destaque como estratégia de mediação entre abstrações computacionais e experiências concretas. Trata-se de uma plataforma acessível, compacta e interativa, que permite o desenvolvimento de atividades de CF articuladas à lógica de programação por blocos, promovendo uma aprendizagem experimental, sensível e situada.

Segundo Gonzaga e Rodrigues (2023), a Robótica Educacional, quando integrada de forma intencional ao currículo escolar, pode favorecer a articulação entre os conteúdos de Ciências e Matemática e o desenvolvimento de competências como pensamento lógico, criticidade e percepção das relações entre tecnologia, ciência e sociedade. No entanto, as autoras alertam para a fragilidade dessa integração quando não há planejamento didático consistente, o que pode comprometer a eficácia pedagógica do uso desses dispositivos. É nesse contexto que o uso do micro:bit se destaca como uma alternativa promissora, pois sua simplicidade técnica, aliada à versatilidade de aplicação, permite que seja facilmente incorporado por educadores, mesmo aqueles com experiência limitada em Computação, viabilizando práticas pedagógicas mais inovadoras e acessíveis.

Estudos como os de Sentance *et al.* (2017) destacam o potencial do micro:bit para promover mudanças significativas no ensino da Computação ao criar oportunidades para que os estudantes desenvolvam suas próprias ideias e projetos. A pesquisa aponta um aumento da motivação e da autoconfiança dos alunos após o uso do dispositivo, especialmente em contextos nos quais a aprendizagem é centrada no estudante e voltada à resolução de problemas reais. Por outro lado, alertam para a necessidade de apoio formativo aos professores, enfatizando que a adoção de tecnologias como o micro:bit não deve ocorrer de maneira descontextualizada ou meramente técnica. A eficácia do dispositivo como recurso pedagógico está condicionada à existência de um planejamento que considere os objetivos curriculares e a realidade dos participantes. Isso inclui a escolha de abordagens pedagógicas inclusivas, que respeitem diferentes ritmos e estilos de aprendizagem, e a construção de tarefas abertas que favoreçam a autoria e a criatividade.

Nesse mesmo sentido, Gonzaga e Rodrigues (2023) destacam que a intencionalidade pedagógica é condição essencial para que o uso de tecnologias como o micro:bit não se reduza a práticas desconectadas do currículo ou a meros enfeites modernizadores. As autoras defendem uma Robótica escolar que ultrapasse a lógica do consumo e se oriente por valores de justiça social, democratização do conhecimento e desenvolvimento de competências cidadãs. A ausência de articulação entre os projetos e o currículo vivenciado, conforme apontado por elas, pode comprometer o potencial emancipatório dessas tecnologias.

Em contextos de Educação Básica, a pesquisa de Nikou *et al.* (2020) demonstra que o uso do micro:bit em salas de aula do ensino primário promove um aumento significativo no engajamento, tanto em meninos quanto em meninas, sobretudo quando associado a práticas colaborativas e atividades que integram diferentes áreas do conhecimento. Os autores enfatizam que, além de desenvolver habilidades técnicas, o micro:bit permite explorar a criatividade, a comunicação e a resolução de problemas, competências alinhadas à proposta de uma educação integral.

Observa-se, portanto, que a adoção do micro:bit na educação demanda não apenas o domínio técnico do dispositivo, mas um olhar pedagógico crítico e criativo. Sua utilização articulada ao currículo, aliada a metodologias ativas, pode transformar o ensino de Computação em experiências significativas, promovendo autoria, engajamento e desenvolvimento integral. O desafio está em garantir que essa inserção ocorra com clareza de propósitos educacionais, formação docente continuada e alinhamento às diretrizes curriculares, de modo a consolidar a CF como estratégia pedagógica de fato inovadora.

5.4.1. Arquitetura e funcionalidades do micro:bit

O BBC micro:bit é uma plataforma de CF compacta, acessível e amplamente utilizada no ensino de Computação na Educação Básica. Desenvolvido originalmente pela British Broadcasting Corporation (BBC), em 2016, como parte de uma iniciativa para democratizar o acesso à programação entre jovens no Reino Unido, o micro:bit foi distribuído gratuitamente a todos os estudantes do ensino fundamental do país. Desde sua criação, o dispositivo tem sido adotado por diferentes sistemas educacionais ao redor do mundo, destacando-se por sua versatilidade pedagógica e potencial de promover uma aprendizagem ativa, significativa e contextualizada (Sentance *et al.*, 2017; Kalelioglu e Sentance, 2020; BBC Micro:bit, 2023).

Do ponto de vista técnico, o micro:bit (Figura 5.1) apresenta uma arquitetura projetada para facilitar a exploração de conceitos de CF e PC. Ele é equipado com uma matriz de 25 LEDs (5x5), capaz de exibir símbolos, textos e padrões gráficos simples, o que possibilita a visualização imediata dos resultados da programação. Além disso, conta com dois botões físicos programáveis (A e B), sensores integrados de movimento (acelerômetro), bússola (magnetômetro), temperatura, sensor de luz ambiente, bem como conectividade via *Bluetooth Low Energy* (BLE) e radiofrequência. A versão dois mais recente (V2) inclui ainda um microfone e um alto-falante embutidos, ampliando suas capacidades interativas (BBC Micro:bit, 2023).

Um dos diferenciais da plataforma está em sua parte inferior, com seus pinos de entrada/saída (I/O) que permitem a conexão com componentes externos como sensores analógicos e digitais, motores e LEDs adicionais, viabilizando projetos que exploram a experimentação da lógica computacional por meio da integração entre hardware e software. Essa característica amplia significativamente as possibilidades de prototipagem e criação de artefatos digitais, mesmo em ambientes escolares com poucos recursos, desde que haja intencionalidade pedagógica e planejamento didático adequado (Costa Junior e Rivera, 2023; Gonzaga e Rodrigues, 2023).

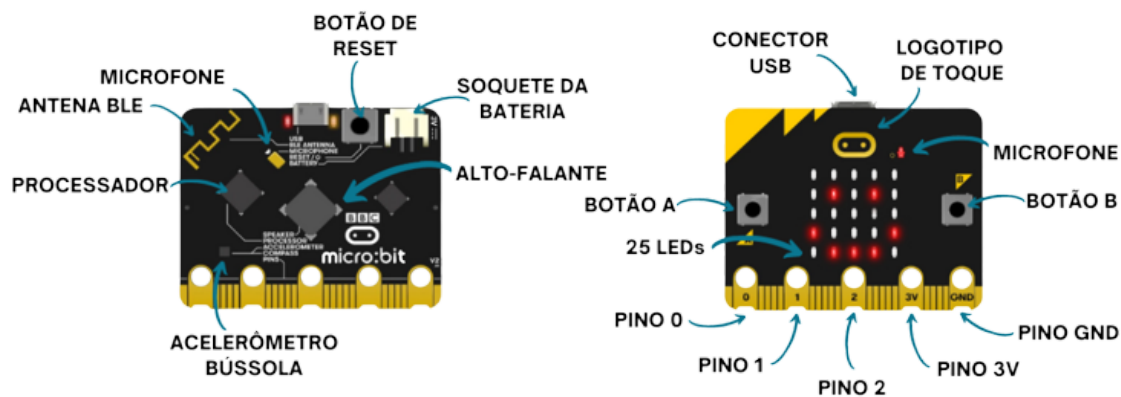


Figura 5.1. Arquitetura do micro:bit

Outro recurso incorporado a V2 do micro:bit é o sensor de toque capacitivo, localizado no logotipo da placa. Esse sensor permite a detecção do contato físico direto com superfícies condutivas, como o toque de um dedo, funcionando como um botão virtual sensível ao toque. Sua aplicação amplia as possibilidades interativas do dispositivo, possibilitando que os usuários iniciem, interrompam ou modifiquem comportamentos programados por meio de ações simples de toque (Sentance *et al.*, 2017; BBC micro:bit, 2023).

O micro:bit apresenta recursos de I/O de áudio que ampliam suas possibilidades interativas em projetos educacionais. A placa conta com um alto-falante embutido, capaz de reproduzir sons, melodias e efeitos sonoros diversos, os quais podem ser programados por meio de blocos específicos, o que inclui o controle de parâmetros como frequência, duração e volume, permitindo aos estudantes explorar conceitos de ondas sonoras e musicalidade de maneira prática e criativa (Cápay e Klimová 2019; Gonzaga e Rodrigues, 2023). Além da saída sonora, o dispositivo pode operar com entrada de áudio, possibilitando a captação de sons do ambiente por meio de microfones externos conectados aos pinos de I/O, viabilizando projetos de automação sensorial e interação responsiva com o ambiente (Nikou *et al.*, 2020; BBC micro:bit, 2023).

Outro aspecto relevante apontado por Kalelioglu e Sentance (2020) é a importância de considerar a modularidade e a transparência do dispositivo como elementos fundamentais para a compreensão do seu funcionamento. Dispositivos como o micro:bit, por apresentarem uma arquitetura visível e manipulável, favorecem a construção de modelos mentais robustos sobre o funcionamento de sistemas computacionais, promovendo uma aprendizagem mais profunda e crítica.

Portanto, durante o minicurso, os participantes experimentarão esses componentes e a “linguagem física” do micro:bit, entendendo suas potencialidades para a construção de artefatos físicos e interativos, além de experiências educativas. A abordagem adotada busca promover uma aprendizagem prática e lúdica, alinhada à lógica do “aprender fazendo”, conforme proposta construcionista de Papert (1980), e estimular a autonomia dos participantes na criação de projetos.

5.4.2. Ambiente MakeCode para programação visual com micro:bit

Além de suas especificações técnicas, o micro:bit se destaca por seu ecossistema educacional acessível, o qual integra ferramentas pedagógicas projetadas para facilitar a

introdução da CF e do PC no contexto escolar. Entre essas ferramentas, o ambiente Microsoft MakeCode (<https://makecode.microbit.org>) ocupa posição central, por se tratar de uma plataforma de programação visual baseada em blocos, que viabiliza o desenvolvimento de projetos com micro:bit mesmo por estudantes sem experiência prévia em linguagens textuais (Jin *et al.*, 2018; BBC micro:bit, 2023).

O MakeCode é uma interface gráfica intuitiva que utiliza blocos de comandos encaixáveis — semelhantes ao Scratch — permitindo a construção de algoritmos de forma concreta e visual, o que facilita o entendimento de estruturas lógicas fundamentais, como variáveis, laços de repetição, condicionalidades e eventos (Parreira Júnior *et al.*, 2024). Essa abordagem se mostra especialmente eficaz na Educação Básica, pois oferece uma progressão acessível e motivadora para a aprendizagem da programação, ampliando a autonomia e o protagonismo estudantil (Wing, 2006; BBC micro:bit, 2023).

Um dos principais diferenciais do MakeCode (Figura 5.2) está na presença de um simulador interativo do micro:bit integrado, juntamente com seus botões de controle, que permite testar os códigos em tempo real antes mesmo de transferi-los ao dispositivo físico. Esse recurso promove a experimentação segura e interativa, especialmente em contextos com recursos limitados, além de contribuir para a compreensão conceitual das relações entre código e comportamento do sistema físico (Sentance *et al.*, 2017; Gonzaga e Rodrigues, 2023). Ao centro, localiza-se o menu de blocos, organizado por categorias, de acordo com suas respectivas funcionalidades, além de um campo de busca dos blocos desejados. À direita, encontra-se a área destinada à programação, onde os blocos são dispostos para construção lógica do código, permitindo ao usuário visualizar de forma estruturada a lógica implementada, favorecendo a compreensão de estruturas sequenciais, condicionais e de repetição.

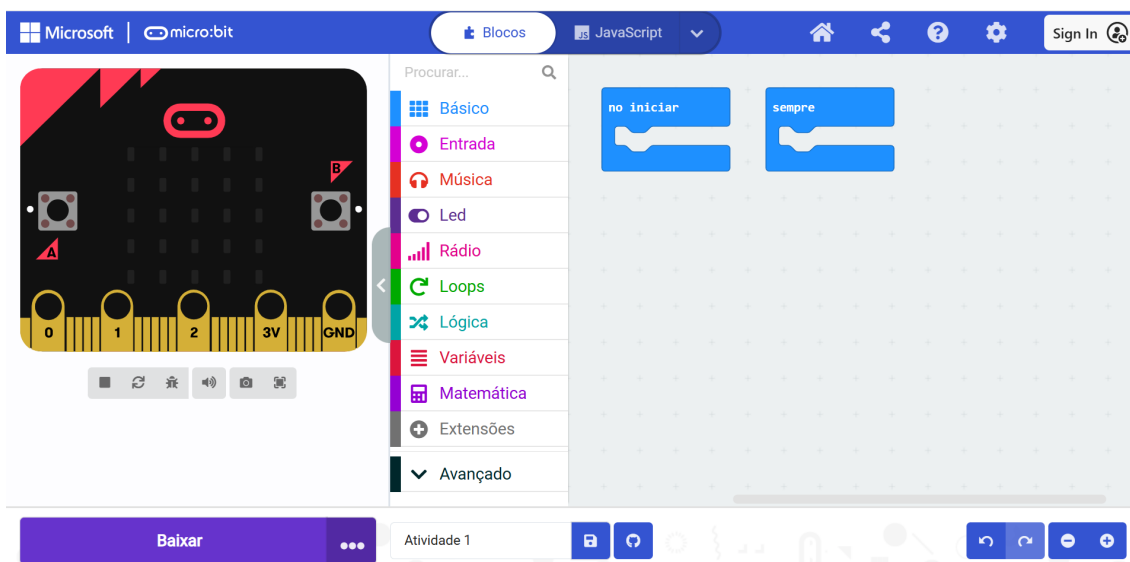


Figura 5.2. Plataforma MakeCode

Estudos demonstram que a utilização do MakeCode com o micro:bit favorece o engajamento dos alunos e estimula o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, como criatividade, colaboração, raciocínio lógico, resolução de problemas e trabalho em equipe (Wing, 2006; Brasil, 2018; Cápay e Klimová, 2019;

Nikou *et al.*, 2020). Segundo Jin *et al.* (2018), ambientes de programação visual como o MakeCode funcionam como manipulativos digitais que concretizam conceitos abstratos, atuando como pontes entre o pensamento algorítmico e sua aplicação prática em projetos físicos.

A integração entre a programação em blocos e a plataforma micro:bit também contribui para reduzir barreiras iniciais ao ensino de Computação, especialmente em contextos em que há heterogeneidade no domínio técnico por parte de professores e estudantes. Conforme apontado por Kalelioglu e Sentance (2020), essa simplicidade inicial permite a construção de uma base conceitual sólida, favorecendo a transição gradual para linguagens textuais, como Python, em níveis mais avançados de aprendizagem.

Portanto, o MakeCode configura-se como uma ferramenta essencial no processo de formação docente e de inserção da Computação nos currículos escolares, pois articula elementos da CF, da Cultura Maker e do PC com propostas pedagógicas ativas e acessíveis. Durante o minicurso, os participantes devem explorar o MakeCode em atividades práticas voltadas à resolução de problemas reais e à criação de projetos interativos, reforçando os pilares do PC, por meio de uma linguagem lúdica, visual e significativa.

5.5. Experimentação prática com o micro:bit

Esta seção apresenta a sequência de atividades práticas desenvolvidas para o minicurso, visando promover, de forma progressiva e articulada, o desenvolvimento dos quatro pilares do PC (Wing, 2006; Conforto *et al.*, 2022). Cada atividade foi planejada com intencionalidade pedagógica, fundamentada nos princípios da aprendizagem ativa e na articulação com a BNCC, permitindo que os participantes vivenciem como os fundamentos do PC podem ser mobilizados em contextos educacionais reais.

O micro:bit é utilizado, além de recurso tecnológico, como mediador pedagógico que facilita a compreensão de conceitos abstratos, promove a experimentação prática e estimula a criatividade dos participantes. Seu uso em atividades de CF proporciona uma abordagem integrada ao currículo escolar, valorizando práticas interdisciplinares, contextualizadas e voltadas ao protagonismo estudantil (Sentance *et al.*, 2017; Costa Júnior e Rivera, 2023).

O planejamento das atividades considera tanto os aspectos técnicos do micro:bit quanto os objetivos formativos da Educação Básica. Ao articular a dimensão técnica da programação com propósitos pedagógicos claros, as propostas se configuram como estratégias eficazes para integrar o PC ao cotidiano escolar. Como apontam Kelesoglu e Sentance (2020), o sucesso da aplicação de tecnologias como o micro:bit depende da clareza na intencionalidade educativa, da formação docente e da conexão para aprendizagem.

A experimentação será estruturada com desafios introdutórios, como a exibição de ícones e mensagens na matriz de LEDs, a programação dos botões físicos e o uso de sensores simples. Essas atividades têm por objetivo familiarizar os participantes com a lógica de programação por blocos no ambiente MakeCode, com os componentes do dispositivo e com os princípios básicos da CF. O uso de simuladores, por exemplo, permite a testagem segura dos códigos, favorecendo o entendimento conceitual mesmo em contextos de infraestrutura limitada (Jin *et al.*, 2018; Gonzaga e Rodrigues, 2023).

Durante a mediação pedagógica, serão promovidas demonstrações interativas “mão na massa”, exploração de funcionalidades no MakeCode, momentos de discussão coletiva e feedback formativo. O trabalho em grupo será incentivado como estratégia para desenvolver não apenas habilidades cognitivas, mas também competências socioemocionais, como empatia, cooperação e perseverança. Essa proposta metodológica está em consonância com as competências gerais da BNCC, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento científico, crítico e criativo (Competência Geral 2), à apropriação crítica da Cultura Digital (Competência Geral 5) e à valorização do protagonismo e da colaboração (Competência Geral 9) (Brasil, 2018). Além disso, a proposta dialoga diretamente com as competências da BNCC Computação, ao estimular a identificação e resolução cooperativa de problemas (Competência 4), o desenvolvimento de projetos significativos pautados em princípios éticos e inclusivos (Competência 6) e a atuação responsável e autônoma no uso da Computação para apoiar a tomada de decisões (Competência 7) (Brasil, 2022).

Em suma, ao proporcionar experiências práticas, criativas e colaborativas com o micro:bit, esta etapa do minicurso busca exemplificar como a CF pode ser efetivamente integrada ao currículo escolar, potencializando aprendizagens significativas e transformadoras. Tais experiências poderão ser adaptadas e reproduzidas pelos participantes em seus próprios contextos de ensino, promovendo a inserção qualificada do PC na Educação Básica.

5.5.1. Metodologia do minicurso

A condução do minicurso, orientada por uma Metodologia Ativa, experiencial e centrada no participante, está alinhada à proposta de aprendizagem significativa e ao “aprender fazendo” característico da Cultura Maker (Papert, 1980; Halverson e Sheridan, 2014). São combinadas estratégias como exposição dialogada, resolução de problemas, atividades em grupo e experimentação prática com o micro:bit, promovendo a aprendizagem por meio da ação, reflexão e construção colaborativa do conhecimento.

Durante os encontros, os participantes são imersos em uma proposta pedagógica que articula teoria e prática, com mediação intencional para estimular a participação crítica, o trabalho em equipe e a reflexão sobre a aplicabilidade das propostas no contexto escolar. A experimentação é sempre apoiada por tutoriais visuais, simulações interativas no MakeCode e acompanhamento dos ministrantes, assegurando acessibilidade e suporte ao desenvolvimento das atividades. A estrutura metodológica do minicurso valoriza o engajamento com os conteúdos a partir de desafios práticos que integram os fundamentos da CF com os quatro pilares do PC, conforme proposto por Wing (2006). Além disso, busca-se fomentar o protagonismo docente, respeitando diferentes trajetórias, repertórios e contextos educacionais dos participantes.

A proposta das atividades práticas, além de consolidar os conceitos computacionais, reforça a importância da criatividade, da colaboração e da contextualização pedagógica no uso do micro:bit como ferramenta de mediação para a aprendizagem significativa. Com base nesse repertório inicial, os participantes serão incentivados a planejar e construir propostas pedagógicas autorais, contextualizadas e alinhadas aos componentes curriculares da Educação Básica. Essa etapa será conduzida de forma colaborativa, com os participantes organizados em pequenos grupos, orientados a resolver problemas reais do contexto escolar por meio de projetos com o micro:bit. Tal abordagem promove a interdisciplinaridade, a autonomia e a integração das tecnologias ao currículo, ancorando-se nos princípios do construcionismo e da

aprendizagem criativa, nos quais a construção de artefatos significativos estimula o engajamento, a reflexão crítica e o protagonismo dos participantes (Papert, 1980; Halverson e Sheridan, 2014).

Além desses princípios pedagógicos, a metodologia também considera a realidade de muitas escolas com infraestrutura limitada. O MakeCode pode ser utilizado de forma offline, dispensando a necessidade de conexão constante à internet, e seu simulador interativo permite desenvolver atividades mesmo sem a placa física. Nos casos em que há poucas unidades de micro:bit, as dinâmicas podem ser organizadas em grupos maiores, assegurando a participação de todos. Além disso, por se tratar de um recurso de baixo custo, o micro:bit possibilita escalabilidade e adoção progressiva, viabilizando a democratização do ensino de Computação mesmo em cenários de restrições orçamentárias (Sentance *et al.*, 2017; Gonzaga e Rodrigues, 2023).

A seguir, são descritas as atividades propostas, organizadas de forma progressiva, com base em comandos elaborados no ambiente MakeCode e transferidos para a placa micro:bit, considerando as etapas de desenvolvimento e os objetivos pedagógicos envolvidos. As atividades podem ser adaptadas a diferentes níveis de ensino e contextos escolares. Durante o minicurso, os participantes utilizam kits contendo a placa micro:bit e materiais complementares (motor, LEDs, *buzzer*, botão e potenciômetro), o que viabiliza experiências práticas e exemplifica o potencial pedagógico da CF em contextos educacionais.

5.5.2. Atividades de experimentação prática

As quatro atividades práticas foram estruturadas para contemplar progressivamente os pilares do PC (decomposição, padrões, abstração e algoritmos), alinhando-se às competências da BNCC e aos princípios construcionistas.

5.5.2.1. Atividade 1: Monitor de ambiente escolar com micro:bit – explorando a decomposição de problemas

Nesta atividade, os participantes são desafiados a desenvolver, com o uso do micro:bit, uma solução para monitoramento ambiental de uma sala de aula, com foco na variável temperatura para melhorar o conforto térmico e a eficiência energética do espaço escolar. A proposta busca articular o uso de sensores físicos com a lógica da decomposição, um dos pilares fundamentais do PC (Wing, 2006). O objetivo é refletir sobre como a separação de um problema complexo em subproblemas viabiliza a criação de soluções progressivas e compreensíveis. A atividade é estruturada em cinco etapas de decomposição:

1. Identificação do problema: levantar hipóteses sobre desconfortos no ambiente escolar, como temperatura inadequada (quente ou fria).
2. Definição da variável a ser monitorada: selecionar [temperatura] como parâmetro crítico para o conforto e a eficiência energética do espaço.
3. Coleta de dados: utilizar os sensores integrados do micro:bit para realizar medições em tempo real dessa variável.
4. Exibição e interpretação dos dados: programar respostas visuais na matriz de LEDs do micro:bit, quando os valores estiverem fora do intervalo ideal.
 - “Se temperatura > 25°C; mostrar carinha triste 😞”.
5. Proposição de soluções: com base nas leituras, sugerir ações concretas — como abrir janelas ou ligar ventilador — visando a melhoria do ambiente escolar.

A construção dessa solução, ainda que simples, exige articulação entre conceitos de sensores, lógica condicional e exibição de dados, favorecendo a compreensão sobre como sistemas computacionais interagem com o ambiente físico (Sentance *et al.*, 2017; BBC micro:bit, 2023).

Objetivo pedagógico: demonstrar como a estratégia de decomposição contribui para o entendimento e resolução de desafios complexos por meio de etapas organizadas, favorecendo a mediação entre dados do mundo físico e respostas computacionais programadas. A atividade envolve habilidades da BNCC em Ciências, ao abordar o monitoramento de variáveis ambientais e propor soluções tecnológicas para otimizar o uso de energia e promover o conforto térmico (EF07CI03, EF08CI05); em Geografia, ao estimular a observação e descrição de ritmos naturais como temperatura; e em Matemática, ao utilizar grandezas mensuráveis em contextos reais, articulando raciocínio lógico e resolução de problemas (EF06MA24). Esta atividade contempla, ainda, os objetivos de aprendizagem da BNCC Computação que abordam a aplicação do PC para o desenvolvimento de soluções usando decomposição (EF02CO02, EF06CO04, EF69CO04); elaboração de algoritmos (EF03CO02, EF06CO06, EF69CO02), EF06CO03); além de compreender quais recursos são necessários para elaboração deste algoritmo (EF06CO05).

A proposta contribui para o desenvolvimento da autonomia e da capacidade crítica dos participantes, além de favorecer a articulação entre Computação, Ciências da Natureza e Cidadania Digital, conforme indicam Halverson e Sheridan (2014) e Kalelioglu e Sentance (2020).

5.5.2.2. Atividade 2: Contador de passos com micro:bit – explorando o reconhecimento de padrões

Nesta atividade, os participantes são convidados a criar uma solução com o micro:bit que funcione como um pedômetro, utilizando o acelerômetro embutido na placa para detectar padrões de movimento que representem passos. A cada passo detectado durante uma aula de Educação Física, são incrementados um contador e a distância aproximada será calculada com base no comprimento médio do passo (por exemplo, 0,6 m). A atividade introduz o conceito de reconhecimento de padrões e modelagem matemática de dados físicos, ao desafiar os participantes a identificar e quantificar um padrão específico de movimentação que representa um passo real, diferenciando-o de outros tipos de movimento. Etapas do reconhecimento de padrões:

1. Compreender o funcionamento do acelerômetro do micro:bit e sua sensibilidade aos eixos de movimento (X, Y, Z).
2. Criar uma variável chamada [passos] para armazenar a contagem e uma variável [distancia] para calcular a distância percorrida.
3. Programar a placa para incrementar a variável [passos] a cada detecção válida de movimento.
 - “Quando o micro:bit for agitado, incrementar [passos] em 1”.
4. Realizar o cálculo da distância por meio da multiplicação de [passos] pelo valor fixo de 0,6 m e atualizar a variável [distancia].
 - “Multiplicar a variável [passos] por 0,6”
5. Exibir o total de passos na matriz de LEDs a cada detecção válida e, ao apertar o botão A, mostrar a distância percorrida.
 - “Mostrar o valor da variável[passos]”;
 - “Ao apertar o botão A, mostrar o valor da variável [distancia].

6. Estimular o refinamento da solução: “O que acontece se o micro:bit for agitado sem que a pessoa esteja caminhando? Como poderíamos programar o dispositivo para ser mais preciso?”.

Objetivo pedagógico: demonstrar como o reconhecimento de padrões em dados sensoriais pode ser utilizado para interpretar dados de sensores e desenvolver estratégias computacionais para interpretar e reagir a esses dados em tempo real. A atividade contempla habilidades em Educação Física, ao explorar as exigências corporais da caminhada e a individualização da prática (EF89EF07); em Ciências, ao explorar a integração entre sistemas corporais e sensores, articulando o funcionamento do corpo com tecnologias digitais e análise de padrões de movimento e sua quantificação por meio de variáveis físicas (EF06CI06, EF06CI07, EF06CI09 e EF06CI10); e em Matemática, ao utilizar algoritmos para modelar padrões, estimar distâncias e manipular variáveis que relacionam grandezas físicas (EF03MA19, EF05MA19, EF06MA23, EF07MA13). Esta atividade contempla, ainda, os objetivos de aprendizagem da BNCC Computação que envolvam instruções sequenciais e de repetição, incluindo uma linguagem de programação (EF06CO02; EF69CO02); descrever com precisão a solução de um problema (EF06CO02); identificar os recursos ou insumos necessários (entradas), bem como os resultados esperados (EF06CO05); além de compreender quais recursos são necessários para elaboração deste algoritmo (EF06CO05).

Segundo Sentance *et al.* (2017) e Nikou *et al.* (2020), o uso de sensores em projetos com o micro:bit potencializa o desenvolvimento do pensamento lógico e promove o engajamento ativo dos estudantes, principalmente quando associado a problemas do cotidiano. A atividade também se ancora na perspectiva de uma aprendizagem baseada em problemas e no construcionismo de Papert (1980), ao incentivar a experimentação, a iteração e a autoria dos participantes.

5.5.2.3. Atividade 3: Semáforo sonoro – explorando a abstração com micro:bit

Nesta atividade, os participantes são desafiados a desenvolver um semáforo sonoro utilizando o sensor de som do micro:bit para monitorar o nível de ruído em ambientes escolares, como salas de aula, bibliotecas ou corredores. O objetivo é permitir que os alunos abstraíam a complexidade do ambiente sonoro e representem esse fenômeno por meio de indicadores visuais, como *emojis* na matriz de LEDs ou sinais coloridos com LEDs externos (caso disponíveis). Esta atividade estimula os participantes a representarem um fenômeno realista (o ruído) de maneira simbólica, simplificando seus elementos essenciais para tomada de decisão. O som, que é um fenômeno contínuo e variável, é interpretado digitalmente como uma intensidade (0 a 255) — e, com base nisso, o sistema toma decisões (mostrar alerta ou não). Etapas da abstração proposta:

1. Medir o valor do som ambiente com o sensor integrado (*sound level*) do micro:bit.
2. Abstrair o comportamento contínuo do som com regras simples:
 - a. Ruído baixo: ambiente adequado.
 - b. Ruído moderado: alerta!
 - c. Ruído alto: atenção crítica!
3. Programar o micro:bit para exibir emojis ou cores conforme os níveis de ruído.
 - “Se nível de som < 80, então mostrar 😊”;
 - “Senão se < 120, então mostrar 😐”;
 - “Senão para som > 120 mostrar 😡”.
4. Explorar alternativas de representação com LEDs externos ou emissão de sons.

Objetivo pedagógico: demonstrar a construção de representações simplificadas e funcionais de dados sensoriais complexos (nível de som), promovendo a abstração como processo essencial para análise e tomada de decisão. A atividade envolve habilidades de Ciências ao abordar o uso da tecnologia na melhoria da qualidade de vida (EF07CI11), a proposição de soluções para problemas ambientais como a poluição sonora (EF09CI13) e os cuidados com a saúde auditiva (EF03CI03); em Língua Portuguesa, promove a problematização em contextos de discussão oral (EF89LP27); e Matemática, ao destacar a compreensão de variáveis (EF07MA13) e a classificação de dados contínuos para apoiar decisões (EF08MA24). Esta atividade contempla, ainda, os objetivos de aprendizagem da BNCC Computação que envolvem a elaboração de algoritmos utilizando instruções sequenciais, de repetição e de seleção em linguagem de programação (EF06CO02, EF69CO02); a descrição precisa de soluções de problemas por meio da construção de programas que implementem tais soluções (EF06CO03); a identificação dos recursos necessários para o desenvolvimento da solução (EF06CO05); e a comparação de diferentes instâncias de um mesmo problema, criando algoritmos que utilizam variáveis e parâmetros para atender a todos os casos (EF06CO06).

Segundo Sentance *et al.* (2017) e Jin *et al.* (2018), o uso de sensores em projetos de CF permite aos estudantes abstrair, representar e tomar decisões com base em dados reais, o que fortalece a compreensão conceitual e o desenvolvimento do pensamento crítico. Ao representar o som por níveis e reações computacionais, os participantes vivenciam um processo típico do PC, no qual o mundo físico é interpretado e transformado em lógica computacional. Essa abordagem também favorece a interdisciplinaridade e o desenvolvimento de competências socioemocionais, como empatia e convivência, ao tratar de problemas reais da rotina escolar.

5.5.2.4. Atividade 4: Estação interativa de monitoramento – explorando algoritmos com o micro:bit

Nesta atividade, os participantes são desafiados a construir uma estação de monitoramento interativa com o micro:bit, integrando múltiplos sensores, atuadores e componentes eletrônicos como botões, potenciômetro e LEDs. A proposta visa explorar o desenvolvimento de algoritmos computacionais que operem sobre entradas físicas e desencadeiam respostas programadas, promovendo o entendimento de estruturas sequenciais, condicionais e de repetição. Etapas dos algoritmos propostos:

1. Condutividade elétrica: testar a capacidade de diferentes materiais (papel, alumínio, grafite, plástico etc.) de conduzir eletricidade por meio do fechamento de um circuito entre pinos do micro:bit. A resposta do sistema será a exibição de um ícone de “check” e um som, enquanto materiais não condutores serão sinalizados com um caractere “X”.
 - “Se o circuito entre um pino e o GND for fechado, indicando condutividade da corrente elétrica, tocar som e mostrar ✓”;
 - “Senão mostrar “X”, indicando a não condutividade.
2. Luminosidade: utilizar o sensor de luz embutido no micro:bit para identificar se o ambiente está claro ou escuro. Caso a luminosidade esteja abaixo de um limiar predeterminado, um LED externo será acionado, simulando o funcionamento de sistemas automáticos de iluminação pública. A luminosidade deve ser continuamente verificada e apresentada em dois estados: “claro” ou “escuro”.
 - “Se luminosidade < 128 (“escuro”), acender um LED externo”;
 - “Senão, se luminosidade > 128 (“claro”), manter LED externo apagado”.

3. Controle via botão: conectar um botão externo ao micro:bit para controlar o acendimento de um LED, simbolizando o interruptor de luz de uma sala. A ação representa ligar/desligar um dispositivo com base em uma entrada binária.
 - “Se um botão externo ao micro:bit for pressionado, acender um LED externo”.
4. Controle analógico de intensidade: acoplar um potenciômetro à placa para controlar, de forma proporcional, o brilho de um LED externo. A leitura do valor analógico será representada na matriz de LEDs como uma barra de nível e, simultaneamente, regulará a intensidade luminosa do LED.
 - “Ler o valor analógico do potenciômetro, mostrar nível no display e controlar o brilho de um LED externo”.
5. Simulação de semáforo: programar o micro:bit para operar um ciclo semafórico, simulando um semáforo em frente à escola, com LEDs ativados sequencialmente por tempos definidos, consolidando a construção de algoritmos com lógica temporal e repetição.
 - “Repetir uma sequência de acendimento de LEDs: ativando os pinos P0 (verde - 4s) → P1 (amarelo - 2s) → P2 (vermelho - 4s)”.

Objetivo pedagógico: o desenvolvimento da capacidade de construção de algoritmos que representem e operem sobre dados físicos de forma simbólica e funcional. Ao traduzirem fenômenos como condutividade, luminosidade e variação de tensão em regras computacionais, os participantes vivenciam processos de modelagem algorítmica aplicados à solução de problemas reais. A proposta favorece o engajamento prático e criativo, valorizando a articulação entre pensamento lógico e interação com o mundo físico. A atividade desenvolve habilidades de Ciências ao explorar propriedades físicas dos materiais e sua condutividade elétrica (EF05CI01), construir e compreender circuitos simples (EF08CI02), classificar equipamentos conforme a transformação de energia (EF08CI03) e promover o uso consciente de materiais no contexto ambiental (EF01CI01, EF09CI13). Em Matemática, envolve a construção de algoritmos para resolução de problemas passo a passo e o uso de variáveis para representar relações entre grandezas (EF06MA23, EF07MA13). Também dialoga com a Geografia ao permitir a observação de variações ambientais, como luminosidade, em diferentes contextos (EF01GE05). Esta atividade contempla, ainda, os objetivos de aprendizagem da BNCC Computação que abrangem a elaboração de algoritmos com instruções sequenciais, de repetição e de seleção em linguagem de programação (EF06CO02, EF69CO02); a descrição precisa de soluções de problemas por meio da construção de programas que implementem tais soluções (EF06CO03); a identificação de entradas, saídas e tipos de dados para elaboração do programa (EF06CO05); comparação de diferentes instâncias de um mesmo problema, criando algoritmos que utilizem variáveis e parâmetros para atender a todos os casos (EF06CO06); e a criação de algoritmos baseados em decomposição e reúso no processo de solução, de forma colaborativa e cooperativa, automatizando-os com o uso de linguagens de programação (EF07CO05).

Ao integrar múltiplos componentes e sensores, esta atividade reforça o papel do algoritmo como elemento estruturante da CF, articulando entradas e saídas de maneira lógica, simbólica e funcional (Sentance *et al.*, 2017; Jin *et al.*, 2018). A experiência oferece a oportunidade de consolidar conceitos do PC em situações contextualizadas, nas quais decisões programadas são aplicadas a fenômenos do cotidiano. Estudos demonstram que experiências práticas com dispositivos físicos programáveis, como o micro:bit, favorecem significativamente o engajamento e a compreensão de princípios

computacionais em contextos educacionais diversos (Kalelioglu e Sentance, 2020; Nikou *et al.*, 2020). Além disso, ao promover a integração entre diferentes áreas do conhecimento, a atividade aproxima-se de uma abordagem STEAM, valorizando a interdisciplinaridade, a resolução de problemas e a criatividade como fundamentos da aprendizagem significativa (Schulz e Pinkwart, 2015; Flores *et al.*, 2024).

Para aprofundar o uso do micro:bit, o site oficial da Fundação Micro:bit (<https://microbit.org>) oferece tutoriais, exemplos de código e explicações sobre seus sensores. Além disso, o Tinkercad (<https://www.tinkercad.com>) possibilita a simulação virtual de circuitos integrados ao micro:bit, favorecendo a experimentação em ambientes com recursos limitados e ampliando as possibilidades de aprendizagem prática sem a necessidade imediata de hardware físico. Recursos adicionais podem ser encontrados na BBC Teach (<https://www.bbc.co.uk/bitesize/learn>) e no repositório oficial no GitHub (<https://github.com/microbit-foundation>), que reúne planos de aula e exemplos avançados desenvolvidos por educadores.

5.5.3. Apresentação dos projetos e reflexão pedagógica

Ao final de cada etapa prática, os grupos participantes apresentarão os projetos desenvolvidos, descrevendo os desafios enfrentados, os algoritmos construídos e as soluções implementadas com o micro:bit. Essa socialização ocorrerá por meio de rodas dialógicas, valorizando o compartilhamento de experiências, a escuta ativa e a construção coletiva de significados sobre o uso da CF e do PC em contextos educacionais. A dinâmica será orientada por perguntas norteadoras, tais como:

- Quais aprendizagens o projeto buscou promover?
- De que forma o micro:bit contribuiu para o desenvolvimento do PC?
- É possível desenvolver novas propostas a partir das atividades iniciais?
- Quais foram os limites e as potencialidades observadas para aplicação em contextos escolares reais?

Essa etapa de metacognição e análise crítica visa favorecer a ressignificação das práticas pedagógicas, reforçando a compreensão do micro:bit não apenas como recurso técnico, mas como um artefato cultural mediador da aprendizagem ativa e significativa (Papert, 1980; Halverson e Sheridan, 2014). A reflexão coletiva permitirá aos participantes analisar o potencial da CF e da Cultura Digital na promoção de práticas mais engajadas, colaborativas e contextualizadas, como propõem autores como Demuner *et al.* (2024) e Loureiro *et al.* (2024).

Além disso, os participantes são convidados a pensar colaborativamente sobre estratégias de adaptação e replicabilidade dos projetos em seus contextos escolares, considerando aspectos como infraestrutura, intencionalidade pedagógica e possibilidades de interdisciplinaridade. Ao final do minicurso, espera-se que os docentes estejam mais preparados para integrar tecnologias digitais em propostas educativas que dialoguem com a BNCC e promovam a formação integral dos estudantes (Brasil, 2018; Kalelioglu e Sentance, 2020).

5.6. Considerações Finais

As discussões e propostas apresentadas ao longo deste minicurso evidenciam o potencial transformador da CF e do PC na Educação Básica, especialmente quando articulados a abordagens como STEAM e Cultura Maker. O uso do micro:bit como ferramenta pedagógica permite a aproximação entre teoria e prática, possibilitando a

compreensão, por meio de atividades concretas e interdisciplinares, integrando conceitos computacionais ao currículo escolar de forma criativa, crítica e contextualizada. As experiências desenvolvidas demonstram que o domínio técnico da programação pode ser acessível inclusive em contextos educacionais com infraestrutura limitada, desde que haja planejamento didático e intencionalidade pedagógica.

Além dos ganhos cognitivos e técnicos, as atividades propostas também estimulam competências socioemocionais, como a colaboração, a empatia e a autonomia. As reflexões compartilhadas ao final das práticas destacam a importância da formação docente continuada e do protagonismo dos educadores na incorporação crítica das tecnologias digitais à realidade escolar. Conclui-se que iniciativas formativas como estas são essenciais para fomentar uma educação alinhada aos desafios contemporâneos, promovendo a inclusão, a equidade e a preparação dos estudantes para atuar de forma consciente e criativa em uma sociedade cada vez mais digital e interconectada.

Agradecimentos

Este material foi concebido no âmbito do Projeto Letramento Digital, apoiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, com recursos da Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, no âmbito do PPI-Softex, coordenado pela Softex e publicado Residência em TIC 03 (Processo: 01245.010224/2022-33).

Durante a preparação deste trabalho, foi utilizado o ChatGPT-4o para revisar e refinar partes do texto, visando clareza, correção gramatical e coesão textual. Após utilizar esta ferramenta/serviço, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo.

Referências

- Albuquerque, M. C. P., Fonseca, W., Oliveira, D. G., & Sousa, R. C. (2020) O uso do Micro:bit e sua aplicabilidade em uma escola pública da região Norte. *Educitec*, 6.
- Almeida, F. J., Almeida, S. C. D., & Fernandes Junior, A. M. (2018) Cultura digital na escola: um estudo a partir dos relatórios de Políticas Públicas no Brasil. *Revista Diálogo Educacional*, 18(58): 603-623.
- Bartolomé, A., Espíndola, M. B., Leonel, A. A., & Lima, I. N. R. (2021) Educação na cultura digital: novas ambiências de aprendizagem e implicações para a formação de professores. *Perspectiva: Revista do Centro de Ciências da Educação*, 39(3): 01–22.
- BBC Micro:bit. (2023) “Getting Started with micro:bit”. Disponível em: <https://microbit.org/get-started/getting-started/introduction>.
- Bortolazzo, S. F. (2020) Das conexões entre cultura digital e educação: pensando a condição digital na sociedade contemporânea. *ETD*, 22(2): 369–388.
- Brasil. (2018) *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília. Brasília: Ministério da Educação. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>.
- Brasil. (2022) Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Anexo ao Parecer CNE/CEB nº 2/2022: Diretrizes para a inclusão da Computação na BNCC*. Brasília: CNE/CEB. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_Computacao_Parecer_2022.pdf.

- Brito, G. S., & Costa, M. L. F. (2020) Apresentação - Cultura digital e educação: desafios e possibilidades. *Educar em Revista*, 36, e76482.
- Byrne, D., DesPortes, K., Howell, N., Louw, M., Sterman, S., & Torres, C. (2024) Advancing Creative Physical Computing Education: Designing, Sharing, and Taxonomizing Instructional Interventions. *In: DIS '24 Companion: Companion Publication of the 2024 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 385–388.
- Cápay, M., & Klimová, M. (2019) Engage Your Students via Physical Computing! *In: 2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1216–1223.
- Costa Júnior, A. O., & Rivera, J. A. (2023) Computação Física: uma proposta de livro para a formação de professores utilizando Arduino e PictoBlox. *In: Workshop de Informática na Escola (WIE)*, 29 Anais [...]. Porto Alegre: SBC, 2023, 877-888.
- Costa Junior, A. O., & Rivera, J. A. (2024) Uma proposta de instrumento avaliativo para identificar habilidades do pensamento computacional por meio da computação física. *In: EduComp 2024 – Congresso Brasileiro de Computação na Educação*, São Paulo–SP (online), 22–27.
- Conforto, D., Cavedini, P., Miranda, R., & Caetano, S. (2022) Pensamento Computacional na Educação Básica: interface tecnológica na construção de competências do século XXI. *5º SENID – Seminário Nacional de Inclusão Digital*.
- Demuner, J. A., Gondim, F. J., Klauch, J. J., Quadros, S. C. L., Souza, A. F. M., & Oliveira, M. S. (2024) Cultura digital na educação: oportunidades e desafios. *Revista Aracê*, 6(3): 4987–5000.
- DesPortes, K., & DiSalvo, B. (2017) Trials and Tribulations of Novices Working with the Arduino. *ICER '19: Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research*, 219–227.
- Facti (2025) Projeto Letramento Digital. Processo: 01245.010224/2022-33. Campinas: Fundação de Apoio à Capacitação em Tecnologia da Informação. Disponível em: <https://www.letramentodigital.org.br>.
- Ferreira, J. L. (2020) Cultura Digital e Formação de Professores: uma análise a partir da perspectiva dos discentes da Licenciatura em Pedagogia. *Educ. Revista*, 36, e75857.
- Flores, E. F., Guedes, A. J., Bentes, J. C., Freitas, M. L. P., Costa Junior, A. O., & Rivera, J. A. (2024) Computação Física e Pensamento Computacional – Minha Casa Automatizada: uma proposta de livro didático para o 6º ano. *In: XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 35, 2024, Rio de Janeiro/RJ. Anais [...]. Porto Alegre: SBC, 2024. 3160-3172.
- Gonçalves, L. A. C., Vilaça, M. L. C., & Tavares, K. C. A. (2024) Cultura digital e educação. *Revista (Con)Textos Linguísticos*, 18(39): 418–433.
- Gonzaga, S. E., & Rodrigues, A. (2023) Robótica na educação básica e o currículo de ciências e matemática: reflexões a partir de uma experiência concreta. *Ensino Em Re-Vista*, 30: 1–24.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014) The Maker Movement in Education. *Harvard Educational Review*, 84(4): 495–504.

- Heinsfeld, B. D., & Pischetola, M. (2017) Cultura digital e educação, uma leitura dos Estudos Culturais sobre os desafios da contemporaneidade. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 12(2): 1349-1371.
- Hoffmann, D. S., & Fagundes, L. C. (2008) Cultura Digital na Escola ou Escola na Cultura Digital? *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 6(1): 1–11.
- Imbernón, F. (2011) *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. 7. ed. São Paulo: Cortez.
- Jin, K. H., Eglowstein, H., & Sabin, M. (2018) Using Physical Computing Projects in Teaching Introductory Programming. *SIGITE '18: Proceedings of the 19th Annual SIG Conference on Information Technology Education*, 155.
- Kalelioglu, F., & Sentance, S. (2020) Teaching with physical computing in school: the case of the micro:bit. *Education and Information Technologies*, 25, 2577–2603.
- Lima, S. P. (2021) Literacia digital: competência essencial para o século XXI. *Educação e Sociedade*, 42(1): 150-165.
- Loureiro, C. B., Bertagnolli, S. C., & Antunes, M. T. R. B. (2024) Cultura digital e Educação: metodologia para a formação continuada de professores da Educação Básica. São Carlos: Pedro & João Editores, 113p.
- Mannrich, J. P., Pinheiro, E. B., & Brick, E. M. (2024) Movimento maker na educação escolar: reflexões sobre uma formação docente na perspectiva ético-crítica no contexto do projeto Educamaker. *Revista e-Curriculum*, 22(2): 1–29.
- Nikou, S., Collins, R., & Hendry, M. (2020) Engagement in physical computing for the primary classroom: the BBC Micro:bit experience. *Proc. EdMedia + Innovate Learning*, 566-569.
- O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004) *Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers*. Boston: Thomson Course Technology, 494 p.
- Papert, S. (1980) *Mindstorms—Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, Inc.
- Papert, S. (2008) *A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 220 p.
- Parreira Júnior, W. M., Camargos, L. L. S., Carvalho, J. A., Santos, C. B., & Parreira, F. V. M. (2024) Utilizando o software Scratch como ferramenta de ensino e aprendizagem. *Caderno Pedagógico*, 21(12): e10811.
- Ramos, H. A. (2014) *Pensamento Computacional na Educação Básica: uma proposta de aplicação pedagógica para alunos do quinto ano do Ensino Fundamental do Distrito Federal*. Monografia de conclusão do Curso de Computação, Brasília: UnB, 119 p.
- Resnick, M. (2020) *Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa é relevante para todos*. Porto Alegre: Penso.
- Santos, A. M. E. (2025) A Computação na Educação Básica: fundamentos, práticas e perspectivas. *Revista ft*, 29(145).

- Schulz, S., & Pinkwart, N. (2015) Physical Computing in STEM Education. *WiPSCE '15: Proc. Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 134–135.
- Sentance, S., Waite, J., Hodges, S., Macleod, E., & Yeomans, L. (2017) “Creating cool stuff” – Pupils’ experience of the BBC micro:bit. *SIGCSE '17: Proceedings of the 2017 ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 531–536.
- Silva, M. R. (2021) Mentalidade e abordagem pedagógica na cultura digital. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, 47, e202147001.
- SBC – Sociedade Brasileira de Computação. (2019) Diretrizes para o ensino de Computação na Educação Básica. Porto Alegre: SBC, 26 p.
- Unesco (2021) *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. Paris: International Commission on the Futures of Education, 188 p.
- Valente, J. A. (2016) Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. *Revista E-curriculum*, 14(3): 864–897.
- Vieira, K. D., & Hai, A. A. (2023) O pensamento computacional na educação para um currículo integrado à cultura e ao mundo digital. *Acta Education*, 45, e52908.
- Vilaça, M. L. C., & Gonçalves, L. A. C. (2022) Cultura digital, educação e formação de professores. São Paulo: Pontocom. 297 p.
- Wing, J. M. (2006) Computational Thinking. *Communications of ACM*, 49(3): 33–35.
- Zanetti, H. A. P., Borges, M. A. F., & Ricarte, I. L. M. (2020) Aplicação de um método para ensino de Programação Orientada a Objetos por meio de Aprendizagem Significativa e Computação Física. In: Workshop sobre Educação em Computação (WEI), 30, 2022, Niterói. Anais [...]. Porto Alegre: SBC, 2022, 37-48.

Currículo resumido dos autores



Adriana Pereira da Silva

<http://lattes.cnpq.br/4129960887517454>

É professora licenciada em Computação, mestre em Educação e pós-graduada em Tecnologias aplicadas à Educação. Possui mais de 18 anos de experiência na área educacional, incluindo 16 anos no ensino superior, com disciplinas relacionadas à programação, Análise de Sistemas e Engenharia de Software, reforçando sua sólida formação em cultura digital. Atuou também por 6 anos como educadora Maker no Ensino Fundamental, desenvolvendo projetos com Metodologias Ativas, integração de tecnologias, além de abordagens transdisciplinares. Atualmente, é especialista em projetos na FACTI, integrando a equipe de capacitação do Projeto Letramento Digital, com foco na formação de educadores em tecnologias educacionais para multiplicarem os conhecimentos na Educação Básica.



Luciano Henrique Naldi

<http://lattes.cnpq.br/2416890063834329>

É coordenador de projetos na FACTI, atuando em iniciativas de capacitação tecnológica e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I). Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, com MBA em Gestão de Projetos, possui mais de 10 anos de experiência em gestão de pessoas, Tecnologia da Informação e soluções educacionais. Atua com tecnologias voltadas à transformação da Educação, liderando projetos e desenvolvendo formações customizadas para instituições, além da gestão de eventos corporativos e campanhas educacionais. É especialista em Metodologias Ágeis, Inteligência Artificial aplicada à Educação, Ciência de Dados, proteção de dados conforme LGPD e desenvolvimento em nuvem. Sua formação complementar inclui temas como Metodologias Ativas, Cibercultura, *Storytelling*, Automação de Dados e Visão Computacional.



Marcelo de Almeida Viana

<http://lattes.cnpq.br/5571238431861404>

É Engenheiro Eletricista, com mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica. Atua como especialista em projetos de educação tecnológica na FACTI, com foco na promoção do letramento digital e na formação de educadores da rede pública. Sua experiência está centrada no desenvolvimento de capacitações voltadas à Educação 4.0, abordando temas como Pensamento Computacional, Robótica Educacional, Linguagens de Programação e Inteligência Artificial. Trabalha com iniciativas que integram Cultura Maker, Metodologias Ativas e práticas STEAM. Atua diretamente na criação de materiais didáticos, na ministração de cursos, na implementação de práticas transdisciplinares e no desenvolvimento de projetos de inclusão digital para a Educação Básica.