

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
COMUNICAÇÃO EM MÍDIAS DIGITAIS

Educa.Ai: artefato web com inteligência artificial para apoio na construção de matrizes instrucionais.

SAMUEL AMARO DE OLIVEIRA

Educa.Ai: artefato web com inteligência artificial para apoio na construção de matrizes instrucionais

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Mídias Digitais da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Comunicação em Mídias Digitais.

Orientador: Prof. Dra. Signe Dayse Castro de Melo e Silva

João Pessoa - PB

2025

SAMUEL AMARO DE OLIVEIRA

Educa.Ai: artefato web com inteligência artificial para apoio na construção de matrizes instrucionais

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Mídias Digitais da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Comunicação em Mídias Digitais.

Orientador: Prof. Dra. Signe Dayse Castro de Melo e Silva

João Pessoa, 01 de Outubro de 2025.

Banca Examinadora

Prof. Dra. Signe Dayse Castro de Melo e Silva

Orientador (a)

Prof. Dr. Paulo Henrique Souto Maior Serrano

Examinador (a)

Prof. Me. Antonio Alves de Sousa Jr.

Examinador (a)

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

O48e Oliveira, Samuel Amaro de.

Educa.Ai: artefato web com inteligência artificial
para apoio na construção de matrizes instrucionais. /
Samuel Amaro de Oliveira. - João Pessoa, 2025.
75 f. : il.

Orientadora: Signe Dayse Castro de Melo e Silva.
TCC (Graduação) - Universidade Federal da
Paraíba/Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes,
2023.

1. Inteligência Artificial. 2. Design Instrucional.
I. Silva, Signe Dayse Castro de Melo e. II. Título.

UFPB/CCHLA

CDU 004:37

A minha vocação é o amor.

Santa Teresinha do Menino Jesus

AGRADECIMENTOS

Dedico todo e qualquer sucesso meu aos meus pais, que, sob muito sol, me fizeram chegar aqui pela sombra e com água fresca. Meu sincero agradecimento por todo empenho e apoio, pela paciência nos dias difíceis, pelos conselhos nos momentos de dúvida e pelo amor incondicional que sempre me sustentou.

Dou graças, com toda a minha alma, à Igreja Una, Santa, Católica, Apostólica e Romana, que me conduziu ao verdadeiro modo de amar e adorar Nosso Senhor Jesus Cristo. Rendo minha gratidão a Nossa Senhora, a São José, a Santa Teresinha do Menino Jesus, a São Francisco de Assis, a São Bento, à Serva de Deus Chiara Corbella, bem como a todos os santos e à corte celeste, pelas insondáveis intercessões que me fortalecem e me santificam a cada dia.

Minha total gratidão a Arthur Julius, José Wellington, Karla Wanessa e demais pessoas que adentraram em minha vida. Cada gesto, palavra e presença de vocês trouxeram aprendizados valiosos, fortalecendo minha caminhada e tornando meus dias mais leves e cheio de beleza, que Deus inflame sempre no coração de vocês sincera fome e sede de santidade.

Um agradecimento mais que especial à Thaynara Evelyn. Obrigado por mostrar que é possível receber na mesma intensidade com que se entrega; por tão imenso amor e carinho; por todo incentivo a me santificar a cada dia mais. A você, desejo o céu, porque o amor é o desejo de eternidade do ser amado (São Tomás de Aquino).

Aos meus irmãos, tios, primos, avós, da qual não consigo contemplar individualmente nessa carta de agradecimento por serem numerosos, meu muito obrigado por todo apoio, carinho e pela forma como contribuem para que os laços de nossa família permaneçam vivos, fortalecidos e repletos de memórias que levarei comigo por toda a vida.

Um agradecimento mais que especial a minha orientadora, Signe Dayse, por ter me acolhido e aceitado o desafio de me orientar nesse trabalho, oferecendo sempre paciência, dedicação e uma visão que contribuíram imensamente para o meu crescimento acadêmico. Que Deus derrame graças imensuráveis em sua vida pelo seu coração acolhedor.

Deus é muito bom.

RESUMO

O crescente avanço da inteligência artificial (IA) no cenário educacional evidencia a necessidade de integrar tais tecnologias de forma metodologicamente fundamentada, visando a melhoria da qualidade do ensino. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver o Educa.Ai, um artefato web com inteligência artificial para apoiar na elaboração de matrizes instrucionais. A pesquisa foi conduzida pela metodologia Design Science Research (DSR), um processo que norteou as etapas de identificação do problema, definição dos objetivos da solução, design, desenvolvimento, avaliação e interação do artefato tecnológico. Como principal resultado, obteve-se uma ferramenta web funcional, capaz de gerar matrizes instrucionais a partir de entradas do usuário. A avaliação qualitativa, utilizando a Taxonomia de Bloom como referencial, demonstrou que os cursos produzidos pela IA são pedagogicamente coerentes. Conclui-se que o Educa.Ai se apresenta como uma contribuição prática para a qualificação do planejamento educacional, demonstrando o potencial da IA como ferramenta de apoio estratégico para o campo do Ensino a Distância (EaD).

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Design Instrucional; Educação a Distância.

ABSTRACT

The growing advancement of artificial intelligence (AI) in the educational field highlights the need to integrate such technologies in a methodologically grounded way, aiming to improve the quality of teaching. In this context, the present study had as its general objective the development of Educa.Ai, a web-based artifact with artificial intelligence designed to support the creation of instructional matrices. The research was conducted using the Design Science Research (DSR) methodology, a process that guided the stages of problem identification, definition of solution objectives, design, development, evaluation, and interaction with the technological artifact. As the main result, a functional web tool was obtained, capable of generating instructional matrices based on user input. The qualitative evaluation, using Bloom's Taxonomy as a reference, demonstrated that the courses produced by AI are pedagogically consistent. It is concluded that Educa.Ai represents a practical contribution to the qualification of educational planning, demonstrating the potential of AI as a strategic support tool for the field of Distance Education (DE).

Keywords: Artificial Intelligence; Instructional Design; Distance Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo ADDIE.....	23
Figura 2 – Modelo de matriz instrucional	25
Figura 3 - Processo Design Science Research.....	30
Figura 4 - Diagrama de caso de uso UML do Educa.Ai.....	37
Figura 5 - Wireframe da tela inicial.....	39
Figura 6 – Wireframe da tela de login	39
Figura 7 - Wireframe da tela de cadastro.....	39
Figura 8 - Wireframe da tela de gerenciamento das matrizes	40
Figura 9 – Wireframe da tela criação da matriz	40
Figura 10 – Wireframe da tela da visualização da matriz	41
Figura 11 - Wireframe da tela das unidades de aprendizagem	41
Figura 12 - Esquema GET da rota api/v1/matrizes-instrucionais/{id}	44
Figura 13 - Esquema DELETE da rota api/v1/matrizes-instrucionais/{id}	44
Figura 14 - Esquema GET da rota api/v1/matriz-request.....	45
Figura 15 - Esquema POST rota api/gemini.....	46
Figura 16 - Esquema POST rota api/clerk.....	47
Figura 17 - Diagrama entidade relacionamento	48
Figura 18 – Resultado da tela inicial	54
Figura 19 – Resultado da tela de login	55
Figura 20 – Resultado da tela de cadastro	55
Figura 21 – Resultado da tela gerenciamento de matrizes	56
Figura 22 – Resultado da tela criação de matriz.....	57
Figura 23 – Resultado da tela da visualização da matriz.....	57
Figura 24 – Resultado da tela visualização das unidades de aprendizagem.....	58
Figura 25 - Headers da rota api/v1/matriz-request	59
Figura 26 - Response da rota api/v1/matriz-request.....	59
Figura 27 - Headers da rota api/v1/matriz-instrucionais{id}	60
Figura 28 - Response da rota api/v1/matriz-instrucionais{id}	60
Figura 29 – Teste da rota api/clerk	61
Figura 30 - Resultado do teste da rota api/gemini	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Taxonomia de Bloom competência do domínio cognitivo	28
Tabela 2 - Requisitos do Educa.Ai.....	31
Tabela 3 - Lista de tecnologias usadas no Educa.Ai.....	32
Tabela 4 - Configuração geral da API RESTful do Educa.Ai	42
Tabela 5 - Detalhamento dos endpoints por método HTTP/HTTPS	43
Tabela 6 - Estrutura da tabela usuário.....	49
Tabela 7 - Estrutura da tabela matriz instrucional	49
Tabela 8 - Estrutura da tabela unidade aprendizagem	50
Tabela 9 - Estrutura da tabela solicitação matriz instrucional	51
Tabela 10 - Estrutura da tabela _prisma_migrations	52
Tabela 11 - Dados do formulário para geração da matriz	63
Tabela 12 - Matriz do curso gastronomia gerado pelo Educa.Ai.....	63
Tabela 13 - Classificação das unidades por níveis da Taxonomia de Bloom	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADDIE	Análise, Design, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação
API	Application Programming Interface (Interface de Programação de Aplicações)
CARD	Cardinalidade
CNNs	Convolutional Neural Networks (Redes Neurais Convolucionais)
CRUD	Create, Read, Update, Delete (Criar, Ler, Atualizar, Apagar)
DI	Design Instrucional
DSR	Design Science Research
EaD	Educação a Distância
ENADE	Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes
FK	Foreign Key (Chave Estrangeira)
HTTP	Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transferência de Hipertexto)
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure (Protocolo de Transferência de Hipertexto Seguro)
IA	Inteligência Artificial
JSON	JavaScript Object Notation
ORM	Object-Relational Mapping (Mapeamento Objeto-Relacional)
PK	Primary Key (Chave Primária)
PNE	Plano Nacional de Educação
RNNs	Recurrent Neural Networks (Redes Neurais Recorrentes)
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UI	User Interface (Interface do Usuário)
UML	Unified Modeling Language (Linguagem de Modelagem Unificada)
UX	User Experience (Experiência do Usuário)
UUID	Universally Unique Identifier (Identificador Único Universal)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivos do trabalho.....	14
1.2. Problema de pesquisa	14
1.3. Justificativa	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. Inteligência artificial na educação	17
2.1.1. Breve conceituação de inteligência artificial generativa	17
2.1.2. Casos de uso da inteligência artificial no contexto educacional	18
2.2. Ensino a distância (EaD) e o design instrucional.....	19
2.2.1. Panorama do EAD no Brasil: crescimento e desafios de qualidade.....	19
2.2.2. O papel do design instrucional	21
2.2.3. Metodologia ADDIE: análise, design, desenvolvimento, implementação e avaliação.	22
2.2.4. O conceito de matriz instrucional.....	25
2.2.5. Taxonomia de Bloom.....	27
3. METODOLOGIA.....	30
4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	37
4.1. Modelagem do sistema: diagrama de caso de uso UML	37
4.2. Desenvolvimento da interface web	38
4.3. Desenvolvimento do backend do Educa.Ai	42
4.3.1. Estrutura da API RESTful do Educa.Ai	42
4.3.2. Endpoints do sistema Educa.Ai	43
4.3.3. Estrutura do banco de dados	47
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	54
5.1. Análise da aplicação web.....	54
5.2. Relatório do processamento do backend	58
5.3. Experimento e análise com Taxonomia de Bloom	62
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A – PROMPT PARA GERAÇÃO DA MATRIZ INSTRUCIONAL.....	77

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o avanço tecnológico tem transformado profundamente o cenário educacional, com destaque para a inteligência artificial, que vem redefinindo estratégias pedagógicas por meio de ferramentas digitais inteligentes, plataformas adaptativas e recursos multimídia interativos (Lima, 2025). Esta transformação não se limita apenas aos recursos tecnológicos disponíveis, mas representa uma mudança paradigmática na forma como o conhecimento é construído, transmitido e avaliado nos diversos níveis educacionais.

No contexto educacional contemporâneo, a inteligência artificial já se integrou ao cotidiano escolar, sendo utilizada tanto por estudantes quanto por educadores. Os discentes empregam essa tecnologia para elaboração de textos, desenvolvimento de pesquisas, obtenção de recomendações personalizadas e organização de rotinas de estudos. Paralelamente, os docentes têm incorporado a inteligência artificial em suas práticas pedagógicas, utilizando-a para planejamento de aulas, elaboração de atividades avaliativas, correção automatizada de exercícios e outras finalidades didáticas (Ferreira, 2025).

Dentro desse panorama tecnológico, destaca-se especialmente a inteligência artificial generativa, caracterizada pela capacidade de criar diversos tipos de conteúdo, incluindo textos, imagens, vídeos, áudios e códigos de programação. Modelos de linguagem como ChatGPT, Gemini e Claude exemplificam essa tecnologia ao produzir respostas contextualizadas em linguagem natural (Ramos, 2023). A ascensão dessas ferramentas abre oportunidades significativas para ampliar os horizontes de sua utilização no ambiente educacional, particularmente no apoio aos docentes e designers instrucionais para a integração pertinente e significativa da inteligência artificial nos processos pedagógicos.

A relevância dessa integração tecnológica torna-se ainda mais evidente quando analisada no contexto da Educação a Distância (EaD), modalidade que experimentou crescimento exponencial no cenário brasileiro. Entre 2017 e 2018, registrou-se um aumento de 50,71% nos cursos EaD, e em um período de 22 anos, o crescimento atingiu 91.760%. Contudo, essa expansão acelerada da oferta de cursos e a rápida proliferação de instituições de Educação Superior têm suscitado questionamentos pertinentes sobre a qualidade do ensino oferecido, que frequentemente não atende aos critérios de excelência educacional exigidos (Ferreira; Ramos; Veloso, 2024).

Diante dessa problemática, a presente pesquisa propõe o desenvolvimento do Educa.Ai, um artefato web com inteligência artificial destinada ao apoio na construção de matrizes instrucionais. Esta ferramenta representa uma resposta concreta às demandas por melhorias no

design instrucional de cursos à distância, constituindo-se como um primeiro passo estratégico para conciliar o crescimento quantitativo do ensino a distância com a manutenção da qualidade educacional.

1.1. Objetivos do trabalho

O objetivo geral foi desenvolver o Educa.Ai, um artefato web com inteligência artificial para apoio na construção de matrizes instrucionais alinhadas aos princípios do design instrucional.

Os objetivos específicos foram:

1. Realizar levantamento bibliográfico sobre inteligência artificial, ensino a distância (EaD) e design instrucional.
2. Definir os requisitos necessários para o desenvolvimento da ferramenta.
3. Desenvolver o design do sistema utilizando diagramas, construindo a estrutura tecnológica e os fluxos de interação entre usuário, interface e serviços de *backend*.
4. Desenvolver a interface (*frontend*) criando os *wireframes* no Figma e a codificação com as tecnologias definidas.
5. Desenvolver servidor (*backend*) criando o banco de dados, as APIs, as integrações com serviços e o processamento de dados.
6. Realizar testes de interface, processamento e qualidade dos resultados gerados.

1.2. Problema de pesquisa

A ampla adesão ao ensino a distância (EaD) no Brasil durante a pandemia de COVID-19 intensificou uma tendência já em ascensão, culminando em um expressivo crescimento nas matrículas, que passaram de 1,6 milhão em 2019 para cerca de 2,9 milhões em 2021 (Silva; Coutinho, 2024). Entretanto, como ressaltam Dresh, Casagrande e Alonson (2020), o desafio central não reside apenas na ampliação do acesso, mas sobretudo em assegurar que a qualidade do ensino online seja efetiva, pertinente e capaz de promover o desenvolvimento dos estudantes e, conseqüentemente, contribuir de forma significativa para a sociedade brasileira.

Outro problema que deve ser abordado são as distintas abordagens teóricas que têm sido empregadas no âmbito educacional com a finalidade de aprofundar a compreensão dos mecanismos que regem o processo de ensino-aprendizagem. Dentre essas, destacam-se a Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1978), a Teoria da Aprendizagem Transformadora (Mezirow, 1991) e a Teoria da Pedagogia do Oprimido (Freire, 2019), as quais oferecem

contribuições relevantes para a análise crítica e a prática pedagógica. Entretanto, como disserta Durso (2024), partes dessas teorias foram pensadas em cenários socioeconômicos e políticos nos quais uma tecnologia como a inteligência artificial sequer era uma possibilidade para aplicação em aula. Assim, abre-se uma lacuna para acrescentar ainda mais conhecimento para a prática de ensino.

Portanto, ao observar essas problemáticas tanto da qualidade do ensino EaD quanto a necessidade de compreender os casos de uso da inteligência artificial como instrumento para aumentar a eficiência pedagógica, indagou-se a seguinte pergunta: **como produzir uma ferramenta capaz de gerar com inteligência artificial matrizes instrucionais eficazes?** O cerne dessa questão é compreender como a integração de tecnologias baseadas em IA pode contribuir para o aprimoramento do design instrucional, especialmente no que tange à organização lógica e pedagógica de conteúdos, competências e avaliações.

1.3. Justificativa

Diante do avanço da inteligência artificial no campo educacional, este trabalho foi desenvolvido com o propósito de apresentar uma alternativa prática para auxiliar na construção do plano instrucional. A proposta busca responder às dificuldades enfrentadas pelas instituições de ensino a distância, sobretudo no que se refere à estruturação coerente dos conteúdos dos cursos online. A proposta busca preencher lacunas identificadas tanto na prática docente e designer instrucional quanto no uso efetivo de tecnologias emergentes no planejamento educacional, reconhecendo que muitos profissionais ainda enfrentam dificuldades para incorporar recursos digitais de maneira estratégica.

A pertinência de um produto de software reside, sobretudo, em sua capacidade de expansão. Nesse sentido, o escopo deste projeto possibilitará a inclusão de novas funcionalidades por pesquisadores e desenvolvedores da área, uma vez que será disponibilizado como código aberto. Essa característica representa uma vantagem em relação a outras pesquisas aplicadas em inteligência artificial que se limitam à criação de *prompts* e agentes. O artefato web, por sua vez, favorece maior criatividade no desenvolvimento de soluções mais complexas e relevantes para a educação.

Assim, esta pesquisa justifica-se por seu potencial de aprimorar a qualidade do ensino por meio do desenvolvimento de uma ferramenta que integra fundamentos do design instrucional a recursos de inteligência artificial. Ao reunir aspectos pedagógicos e tecnológicos em um artefato de código aberto, a proposta busca promover maior eficiência no planejamento

didático, além de favorecer o alinhamento das práticas do docente e do designer instrucional às demandas contemporâneas da educação, especialmente em contextos digitais e híbridos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Inteligência artificial na educação

2.1.1. Breve conceituação de inteligência artificial generativa

A inteligência artificial (IA) surgiu em meados do século XX com a proposta de automatizar tarefas de raciocínio lógico realizadas de forma intuitiva pelos seres humanos (Santaella; Kaufman, 2024; Taulli, 2020). Nesse contexto, em 1950, Alan Turing apresentou o método que mais tarde ficaria conhecido como Teste de Turing, no qual um avaliador, por meio de uma interação textual, deveria identificar se estava dialogando com uma pessoa ou com uma máquina. O experimento consolidou-se como um marco na história da IA, por estabelecer um critério inicial para avaliar a capacidade das máquinas de simular o comportamento humano (Taulli, 2020).

Em 1956, John McCarthy cunhou o termo “inteligência artificial” durante a conferência de Dartmouth, marco considerado o nascimento oficial da área. Na mesma época, Warren McCulloch e Walter Pitts propuseram modelos de neurônios artificiais baseados em redes lógicas, enquanto Norbert Wiener estabelecia os fundamentos da cibernética, ao traçar analogias entre cérebros biológicos e máquinas. Os primeiros êxitos, como o *Logic Theorist*, despertaram grande otimismo, mas logo a IA enfrentou um período de estagnação conhecido como “Inverno da IA” em razão das limitações computacionais e do impasse entre as abordagens simbólicas e conexionistas (Taulli, 2020). A retomada do campo ocorreu a partir da década de 1980, com a revalorização das redes neurais e o avanço do aprendizado profundo (*deep learning*). Nesse contexto, a introdução do algoritmo de retropropagação possibilitou o treinamento eficiente de múltiplas camadas, o que abriu caminho para modelos capazes de processar grandes volumes de dados e identificar padrões invisíveis à percepção humana (Santaella; Kaufman, 2024).

O marco decisivo para o avanço da inteligência artificial generativa ocorreu em 2017, com a publicação do artigo *Attention Is All You Need*, que apresentou a arquitetura *Transformer*. Esse modelo representou uma ruptura em relação às abordagens anteriores, ao basear-se exclusivamente em mecanismos de atenção e dispensa o uso de redes recorrentes (RNNs) e convolucionais (CNNs), até então predominantes no processamento de linguagem natural. O mecanismo de atenção permitiu ao modelo capturar de forma mais eficiente as relações de dependência entre palavras distantes em uma sequência, superando limitações presentes nas arquiteturas anteriores. Além disso, o *Transformer* viabilizou maior paralelização do

treinamento, reduzindo custos computacionais, acelerando a aprendizagem em larga escala e, simultaneamente, elevando o desempenho em tarefas como a tradução automática, o que consolidou um novo estado da arte na área (Vaswani et al., 2017).

Mais recentemente, a inteligência artificial generativa avançou para a produção de conteúdos originais, como textos, imagens, vozes, vídeos e até mesmo códigos de programação, a partir do treinamento em extensos conjuntos de dados multimodais (Santaella; Kaufman, 2024). Esse avanço foi possibilitado pelo aumento exponencial da capacidade computacional, pelo acesso a bases de dados em larga escala e pelo aperfeiçoamento das arquiteturas derivadas do *Transformer*.

Entre os exemplos mais relevantes, destacam-se o ChatGPT, voltado à geração de textos em linguagem natural, capaz de produzir respostas coerentes e fluidas em distintos contextos comunicativos; o DALL-E 2, que possibilita a síntese de imagens a partir de descrições textuais, ampliando o leque de aplicações criativas nos campos do design, da arte digital e da publicidade; e o Codex, especializado na geração de código, com aplicações no suporte a desenvolvedores e na automação de processos de programação (Santaella; Kaufman, 2024). Esse tipo de tecnologia representa, respectivamente, as principais vertentes contemporâneas da inteligência artificial generativa — textual, visual e algorítmica — consolidando um novo paradigma que transcende a mera reprodução de padrões, aproximando-se da simulação da criatividade humana.

2.1.2. Casos de uso da inteligência artificial no contexto educacional

A inteligência artificial tem revolucionado o cenário educacional através de aplicações práticas que transformam a experiência de aprendizagem dos estudantes. Os alunos se beneficiam principalmente da personalização do ensino, que adapta conteúdo e ritmo às suas necessidades individuais, proporcionando *feedback* imediato e individualizado (Picão et al., 2023). Além disso, a tecnologia democratiza o acesso educacional ao disponibilizar conteúdo online 24 horas por dia, beneficiando especialmente alunos em áreas remotas ou com limitações financeiras e pouco acesso à informação por meios físicos (Cardoso et al., 2023).

Para os professores, a IA atua como um complemento estratégico que potencializa suas práticas pedagógicas sem substituí-los. A tecnologia permite monitoramento eficiente do desempenho estudantil, identificação de lacunas de aprendizagem e implementação de intervenções personalizadas em tempo real. Um exemplo prático é a plataforma Pounce da Georgia State University, que utiliza algoritmos de *machine learning* para analisar dados estudantis e alertar professores sobre riscos acadêmicos e evasão escolar, permitindo

intervenções proativas (Picão et al., 2023). A IA também automatiza tarefas repetitivas como correção de provas e análise de dados educacionais, liberando tempo para atividades mais significativas como planejamento de aulas e interação direta com alunos (Cardoso et al., 2023).

Embora os avanços sejam pertinentes, cabe saliente que questões éticas emergem como preocupações centrais na implementação da IA no contexto educacional, abrangendo desde privacidade e segurança de dados até discriminação algorítmica. Os sistemas coletam e processam grandes volumes de informações estudantis, levantando questões sobre proteção de dados pessoais e uso ético dessas informações (Picão et al., 2023). Outrossim, problemas complexos como autoria de produções geradas por IA, plágio e dependência excessiva da tecnologia criam dilemas que o setor educacional ainda está aprendendo a navegar (Cardoso et al., 2023).

Apesar dos desafios, a inteligência artificial oferece oportunidades transformadoras para os docentes, redefinindo seu papel de forma estratégica. Os professores podem concentrar-se em atividades de alto valor pedagógico enquanto a IA gerencia tarefas rotineiras, permitindo maior foco na interação qualitativa com estudantes e no desenvolvimento de estratégias de ensino inovadoras (Durso, 2024). A tecnologia fornece relatórios detalhados e análises que capacitam educadores a compreender melhor o progresso estudantil, identificar falhas conceituais e estruturar intervenções pedagógicas mais informadas e precisas. Essa evolução exige que os professores desenvolvam competências digitais, mas em contrapartida oferece ferramentas poderosas para personalização e otimização do processo educativo.

Outro ponto observado são os estudos sobre a implementação da inteligência artificial na educação a distância. O artigo de Haskel e Sousa (2023) analisa detalhadamente a pertinência do uso do ChatGPT como recurso didático no design instrucional, destacando tanto os efeitos positivos, como a personalização da aprendizagem e a agilidade na elaboração de conteúdos, quanto os possíveis impactos negativos, como a dependência tecnológica e a necessidade de supervisão pedagógica. Assim, percebe-se que, no campo científico, já existe um olhar, ainda que embrionário, de designers instrucionais interessados em compreender de que forma a IA pode ser integrada nesse contexto.

2.2. Ensino a distância (EaD) e o design instrucional

2.2.1. Panorama do EAD no Brasil: crescimento e desafios de qualidade

A Educação a Distância (EaD) tem se consolidado como uma modalidade educacional estratégica no Brasil, não sendo uma inovação recente nos processos pedagógicos de ensino,

mas sim uma alternativa que se estabeleceu e evoluiu com o auxílio das tecnologias disponíveis (Kalaki et al., 2024). Embora a Educação a Distância tenha começado a ser regulamentada em 1998, inicialmente não foram estabelecidos critérios de qualidade voltados especificamente para essa modalidade. Somente após a criação da CONAES é que, em 2007, o MEC divulgou os “Referenciais de Qualidade para Educação Superior a Distância”. Desde sua publicação, o avanço nesse campo foi limitado, apesar de tais diretrizes terem se tornado fundamentais nos processos avaliativos. Ainda assim, a EaD se expandiu rapidamente, refletindo o movimento mais amplo de crescimento e transformação do ensino superior no Brasil (Maieski; Casagrande; Afonso, 2024).

Antes de 2020, a modalidade já demonstrava sinais de crescimento, mas a pandemia de COVID-19 impulsionou significativamente esse movimento, resultando em um aumento de aproximadamente 80% nas matrículas, que saltaram de 1,6 milhão em 2019 para 2,9 milhões em 2021 (Silva; Coutinho, 2024). Outro dado pertinente é compreender que no período de 2013 a 2023, as vagas em cursos de graduação a distância cresceram 541%, em contraste com a redução das vagas no ensino presencial, com o setor privado dominando a oferta (Maieski; Casagrande; Afonso, 2024).

Essa notável expansão da EaD é influenciada por diversos fatores, incluindo o acesso facilitado ao ensino superior em locais variados, a flexibilidade para conciliar trabalho e estudos e os custos mais baixos dos cursos, tornando a educação superior mais acessível (Rocha et al., 2024). As políticas públicas de incentivo, como a Meta 12 do Plano Nacional de Educação (PNE), que visa expandir o acesso ao ensino superior, e o Decreto nº 9.057/2017, que permitiu o credenciamento de instituições sem histórico de cursos presenciais ofertar de graduações e pós-graduações à distância, também desempenham um papel crucial para crescimento dessa área. (Rocha; Pilatti; Pinheiro, 2024; Maieski; Casagrande; Afonso, 2024). Além disso, o avanço tecnológico e a demanda por maior flexibilidade educacional, intensificados pela globalização da educação e acesso generalizado à internet, têm contribuído para a crescente popularidade da EaD, transformando-a de uma alternativa para uma estratégia essencial na disseminação do conhecimento (Rocha; Pilatti; Pinheiro, 2024).

Apesar do crescimento exponencial, a qualidade do ensino a distância no Brasil ainda é um ponto de debate, a rápida proliferação de cursos, especialmente por instituições privadas, levanta preocupações legítimas sobre a regulamentação e avaliação efetiva, pois a busca por lucro pode levar à redução de custos em infraestrutura, formação de professores e suporte pedagógico, impactando negativamente a qualidade educacional (Maieski; Casagrande; Afonso, 2024). Em setembro de 2023, o Ministro da Educação do Brasil expressou insatisfação

com a qualidade de um terço dos cursos de EaD que receberam notas baixas no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), evidenciando a fragilidade estrutural e a ausência de um projeto político-pedagógico consolidado (Rocha; Pilatti; Pinheiro, 2024; Fonseca; Henriques; Alves, 2025).

A formação e valorização do docente representam outro desafio crítico. A transição para o ambiente virtual expôs a necessidade de capacitação contínua para os professores, que precisam dominar ferramentas tecnológicas e desenvolver novas abordagens pedagógicas que promovam a interação, o engajamento e a personalização do ensino. Isso implica aprofundar-se em metodologias como aprendizagem adaptativa, gamificação e educação híbrida, além de dominar o uso de inteligência artificial para personalizar o ensino e analisar dados educacionais (Fonseca; Henriques; Alves, 2025). Sem essa preparação adequada, a tecnologia pode ser subutilizada ou aplicada de forma ineficaz, comprometendo a qualidade da aprendizagem e da própria EaD.

2.2.2. O papel do design instrucional

O Design Instrucional (DI) constitui-se como um campo do conhecimento teórico e prático que emerge historicamente durante a Segunda Guerra Mundial, quando psicólogos e educadores, fundamentados principalmente em teorias behavioristas, desenvolveram estratégias sistemáticas para o treinamento militar de recrutas no manejo de armamentos em períodos reduzidos de tempo (Oliveira et al., 2023). Consolidando-se no período pós-guerra como área de conhecimento voltada à análise, implementação e avaliação de ações educacionais, o design instrucional pode ser compreendido como processo sistemático que envolve a identificação de necessidades de aprendizagem e o subsequente desenho, implementação e avaliação de soluções educacionais adequadas (Filatro, 2008).

Esta definição processual se complementa pela natureza teórica do campo, uma vez que o design instrucional também se configura como campo de conhecimento voltado à pesquisa e à teorização de estratégias instrucionais (Filatro, 2008). No contexto contemporâneo da educação a distância, essa conceituação se amplia para abranger o planejamento, elaboração, implementação, gestão e avaliação de soluções educacionais que incorporam as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (Oliveira et al., 2023). Diferencia-se, portanto, não apenas pela organização das etapas, mas pela integração de recursos digitais que permitem maior flexibilidade, personalização e contextualização do ensino (Filatro; Piconez, 2004). Para tanto, recorre-se a instrumentos específicos, como roteiros, *storyboards*, matrizes e projetos

instrucionais, que oferecem suporte metodológico ao desenvolvimento e validação de soluções educacionais inovadoras (Oliveira et al., 2023; Barreiro, 2016).

As instituições de ensino que incorporam o Design Instrucional em suas práticas de Educação a Distância (EAD) tendem a alcançar avanços significativos na qualidade e na eficiência de seus processos educacionais. Isso ocorre porque o DI não se limita a organizar conteúdos, mas estrutura todo o percurso formativo de forma estratégica, integrando objetivos de aprendizagem, metodologias ativas e recursos tecnológicos. Uma das contribuições centrais dessa abordagem é a consideração, desde o planejamento inicial, de critérios de acessibilidade e usabilidade, o que possibilita a construção de experiências de aprendizagem inclusivas. Assim, estudantes com diferentes perfis e necessidades, sejam elas cognitivas, físicas ou tecnológicas, conseguem acessar, interagir e se beneficiar plenamente das atividades propostas, ampliando as oportunidades de aprendizagem e reduzindo barreiras educacionais (Oliveira et al., 2023).

Além disso, o Design Instrucional contextualizado permite às instituições incorporar elementos como aprendizagem informal, autônoma e cooperativa, gerando experiências autênticas de aprendizagem que atendem tanto às demandas específicas do mundo do trabalho quanto às demandas gerais da sociedade na era da informação (Filatro; Piconez, 2004). Esta abordagem facilita o compartilhamento de experiências qualificadas e estratégias desenvolvidas, contribuindo para o aperfeiçoamento contínuo das práticas institucionais.

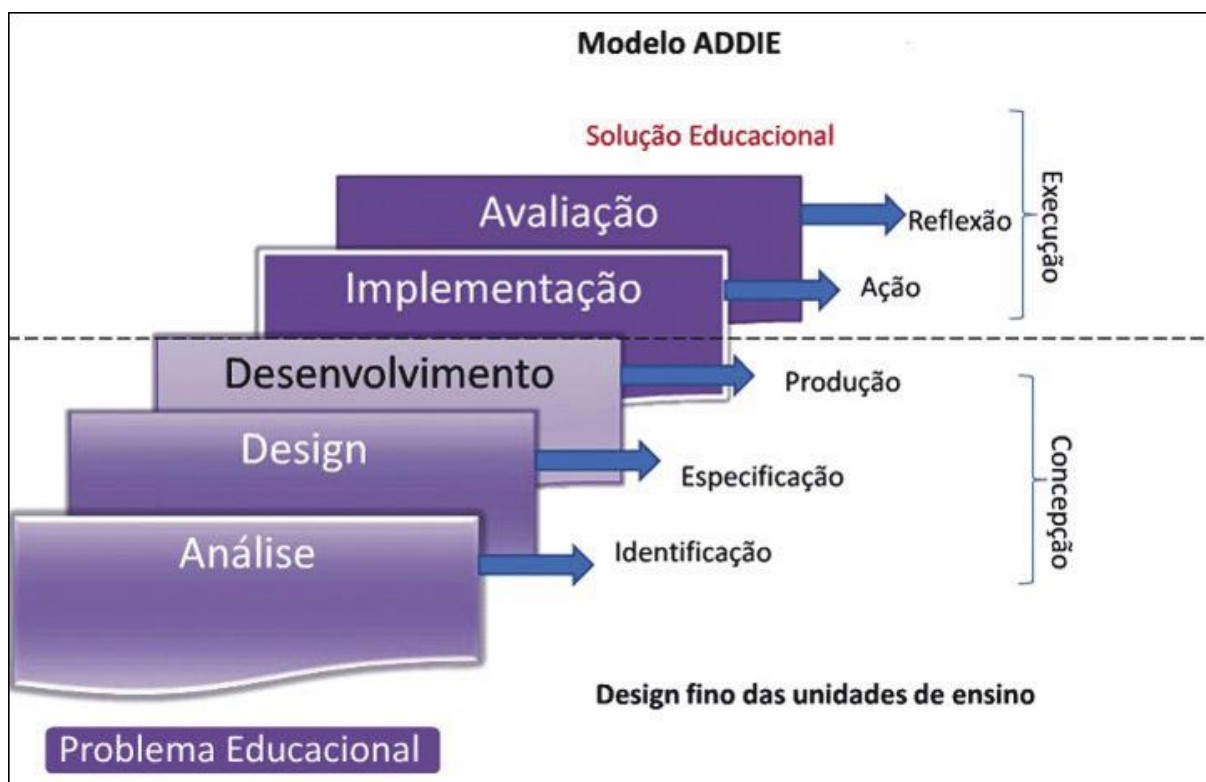
O Design Instrucional centrado no estudante apresenta benefícios significativos para a Educação a Distância (EAD), ao transformar a experiência de aprendizagem em um processo mais ativo e personalizado. Essa abordagem desloca o foco do ensino tradicional para o protagonismo do aluno, estimulando sua autonomia e incentivando-o a construir a própria trajetória de aprendizagem (Barreiro, 2016; Oliveira et al., 2023). Diferentemente de modelos rígidos, em que conteúdos e materiais são previamente determinados, o Design Instrucional flexível oferece oportunidades de escolha e adaptação, favorecendo uma aprendizagem contextualizada e orientada à resolução de problemas reais (Filatro; Piconez, 2004).

2.2.3. Modelo ADDIE: análise, design, desenvolvimento, implementação e avaliação.

O modelo ADDIE é um *framework* amplamente utilizado no design instrucional que organiza o processo de criação de materiais e experiências educacionais em cinco fases principais: análise, design, desenvolvimento, implementação e avaliação. Essas etapas são divididas em dois grandes momentos, concepção (análise, design e desenvolvimento) e execução (implementação e avaliação), permitindo um planejamento que garante a qualidade

do ensino. Ele é utilizado porque oferece uma estrutura clara e eficiente para que designers instrucionais desenvolvam cursos e recursos educacionais alinhados às necessidades dos alunos e objetivos pedagógicos, promovendo uma aprendizagem significativa (Gava; Nobre; Sondermann, 2014). A Figura 2 representa um diagrama do modelo ADDIE:

Figura 1 - Modelo ADDIE



Fonte: Filatro (2008, p.25)

A seguir faremos uma breve conceituação de cada um desses elementos e como eles agem no processo de concepção de matrizes instrucionais.

Análise: nesta etapa inicial, a partir da identificação do problema educacional, o designer instrucional realiza um diagnóstico detalhado do contexto de aprendizagem, do perfil do público-alvo, bem como das metas e objetivos a serem alcançados, considerando ainda outras características pertinentes ao processo. Além disso, é fundamental conhecer a instituição envolvida, as condições do ambiente, os recursos disponíveis sejam eles financeiros, estruturais ou humanos e os prazos estabelecidos para o desenvolvimento do projeto (Filatro, 2008).

Design: nesta etapa ocorre o planejamento detalhado do curso ou material instrucional. É o momento de transformar os resultados da fase de análise em um projeto estruturado, definindo com clareza quais serão os objetivos de aprendizagem e como eles serão alcançados.

Para isso, organizam-se os conteúdos, descrevem-se as atividades que apoiarão a aprendizagem e estabelecem-se os critérios e instrumentos de avaliação (Filatro, 2008).

Desenvolvimento: esta fase compreende a produção efetiva dos materiais planejados na etapa anterior, envolvendo a criação e a organização dos conteúdos educativos de forma didática e acessível. Dependendo do porte e da estrutura da instituição, essa etapa pode ser realizada por uma equipe multidisciplinar dedicada exclusivamente a essa tarefa, que pode incluir designers instrucionais, especialistas em conteúdo, desenvolvedores multimídia e outros profissionais (Filatro, 2008).

Implementação: nesta fase, o foco está em colocar em prática tudo o que foi planejado e desenvolvido nas etapas anteriores. É o momento de validar e aplicar o material instrucional em contextos reais de aprendizagem, como plataformas virtuais, ambientes presenciais ou salas de aula online. Além de verificar se os conteúdos e atividades realmente atendem ao público-alvo e ao contexto educacional, essa etapa também contempla o treinamento dos professores ou tutores, garantindo que eles saibam utilizar os recursos de forma eficaz. Outro ponto essencial é oferecer o suporte técnico e pedagógico necessário, para assegurar que o material funcione corretamente e proporcione uma experiência de aprendizagem fluida e engajante (Filatro, 2008).

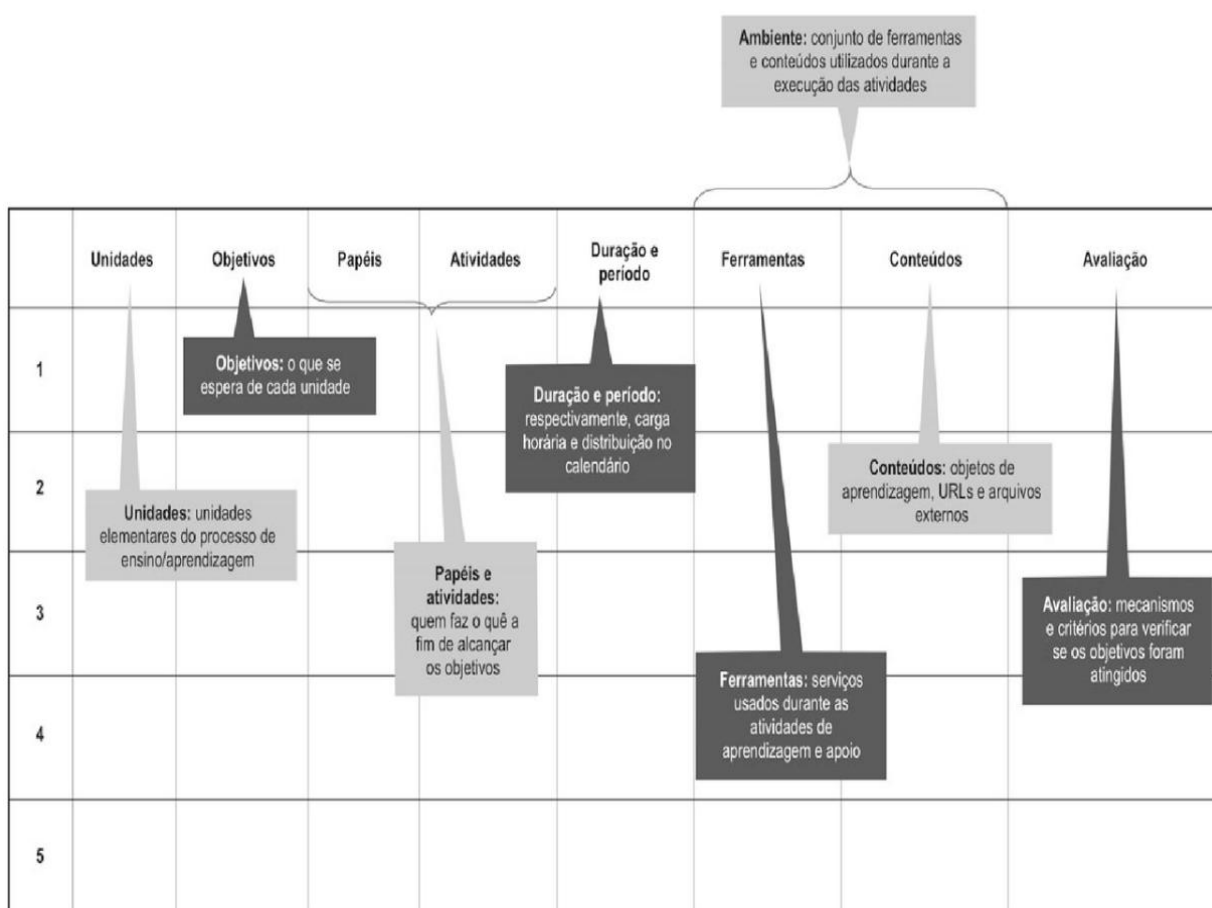
Avaliação: esta etapa abrange dois tipos complementares de avaliação: a formativa e a somativa. A avaliação formativa ocorre ao longo de todas as fases do modelo ADDIE e tem como objetivo monitorar continuamente o desenvolvimento do material, permitindo identificar falhas, dificuldades e oportunidades de melhoria durante o processo. Já a avaliação somativa é realizada ao final do desenvolvimento, por meio de testes, questionários ou outros instrumentos aplicados aos usuários finais, com o propósito de verificar a eficácia do material e seu impacto na aprendizagem. Com base nos resultados dessas avaliações, podem ser realizados ajustes e revisões para aprimorar tanto o conteúdo quanto os métodos utilizados (Filatro, 2008).

O modelo ADDIE, ao estruturar o design instrucional em fases claras e interligadas, promove um desenvolvimento pedagógico organizado e adaptável, essencial para a criação de experiências de aprendizagem eficazes, especialmente no contexto da Educação a Distância. Sua aplicação sistemática permite ao designer instrucional alinhar conteúdos, métodos e avaliações às necessidades específicas dos alunos e às condições institucionais, garantindo, assim, a qualidade e a relevância do processo educativo. Dessa forma, o ADDIE se apresenta como uma ferramenta indispensável para nortear o planejamento, desenvolvimento e aprimoramento contínuo de matrizes instrucionais.

2.2.4. O conceito de matriz instrucional

A matriz de design instrucional é um instrumento organizacional que articula os elementos fundamentais do processo educacional, integrando unidades, objetivos, papéis, atividades, duração e períodos, ferramentas, conteúdos e avaliações. Ela oferece uma visão panorâmica de cada unidade de aprendizagem, permitindo definir atividades necessárias para atingir objetivos, listar conteúdo e ferramentas e estabelecer critérios avaliativos (Filatro, 2008). A matriz também verifica os níveis de interação entre aluno, conteúdos, ferramentas, educador e pares, indicando o tipo de ambiente virtual necessário para o desenvolvimento das atividades. Assim, funciona como material de orientação para equipes de design instrucional e como mapa estrutural do curso, conforme a Figura 1.

Figura 2 – Modelo de matriz instrucional



Fonte: Filatro (2008, p. 45)

Uma unidade de aprendizagem constitui-se como a menor entidade didática, dotada de autonomia, capaz de reunir todos os elementos necessários ao processo de ensino e

aprendizagem. Sua extensão temporal e seu escopo podem variar amplamente, abarcando desde um curso completo de graduação até uma atividade de curta duração. A granularidade dessa unidade é determinada pela sua condição de autocontenção e pela delimitação rígida de tempo e conteúdo, de modo que qualquer subdivisão implica em perda de seu sentido original. No contexto da matriz, as unidades de aprendizagem representam os componentes elementares do processo educativo (Filatro, 2008).

Os objetivos de aprendizagem descrevem os resultados pretendidos, expressando as ações que o discente deverá realizar ao dominar o conteúdo proposto. Devem ser redigidos sob a perspectiva do aluno e costumam combinar um verbo de ação a um elemento de conteúdo, de modo a explicitar a mudança comportamental observável. Taxonomias educacionais, como a de Bloom, oferecem critérios para a formulação de objetivos nos domínios cognitivo, afetivo e psicomotor. Na matriz curricular, os objetivos traduzem as expectativas a serem alcançadas em cada unidade de aprendizagem (Filatro, 2008).

No ambiente de ensino a distância distinguem-se, essencialmente, dois grandes papéis: o de aprendizagem, desempenhado pelo aluno, e o de apoio, atribuído ao educador (tutor ou docente). Outras funções como monitor, especialista convidado ou coordenador de curso podem complementar essa dinâmica, enriquecendo a interação e o suporte ao discente. Adicionalmente, os papéis do aluno podem ser refinados para atividades específicas, a exemplo de moderador de fórum ou avaliador em avaliações entre pares. Na matriz instrucional, os papéis definem quem executa cada ação necessária para o alcance dos objetivos estabelecidos (Filatro, 2008).

As atividades de aprendizagem correspondem aos eventos planejados que os estudantes realizam para concretizar os objetivos educacionais. Elas obedecem a um fluxo lógico, têm duração predeterminada e são sustentadas por conteúdos e ferramentas adequados. Embora o processo de aprendizagem ocorra internamente no estudante, cabe ao designer instrucional propor atividades externas que funcionem como suporte pedagógico. Nesse sentido, a matriz instrucional organiza e detalha o conjunto de ações programadas, contemplando diferentes estratégias como debates, resoluções de problemas, dinâmicas colaborativas e exercícios reflexivos capazes de estimular o engajamento e favorecer a construção do conhecimento (Filatro, 2008).

A duração refere-se à carga horária exigida para a realização de uma ou mais atividades, enquanto o período corresponde ao intervalo no calendário em que o ambiente virtual permanece acessível aos participantes. Na elaboração da matriz, recomenda-se a atribuição de cargas horárias padronizadas, considerando a possibilidade, no ensino eletrônico, de

granularidade em minutos, com arredondamento para fins de uniformização. Dessa forma, a matriz indica tanto o tempo necessário para cada atividade quanto sua distribuição temporal (Filatro, 2008).

As ferramentas (ou objeto) do aprendizado eletrônico englobam serviços ou funcionalidades de comunicação (e-mail, fórum, chat), aplicações para edição de texto, elaboração de apresentações, manipulação de planilhas, mecanismos de busca, organização do conhecimento e instrumentos de monitoramento e avaliação. Ao preencher a matriz, devem ser listados todos os recursos digitais e funcionalidades que os discentes utilizarão para acessar conteúdo ou executar atividades. O Ambiente Virtual de Aprendizagem também é considerado uma ferramenta essencial e, na matriz, aparece como meio de suporte às atividades de aprendizagem e de apoio (Filatro, 2008).

No ensino a distância, os conteúdos são selecionados e organizados conforme os objetivos de cada unidade de aprendizagem. Incluem diversos recursos digitais, como páginas web (HTML, XML) e arquivos em formatos como DOC, XLS, PPT e PDF. Os objetos de aprendizagem são fragmentos de conhecimento autocontidos, identificados por metadados e agrupados por meio de padrões de empacotamento de conteúdo. Na matriz instrucional, os conteúdos são representados pelos objetos de aprendizagem, URLs e demais arquivos externos vinculados às atividades (Filatro, 2008).

A avaliação tem por finalidade verificar se os objetivos de aprendizagem estabelecidos foram efetivamente alcançados, sendo componente indispensável para alunos, educadores e designers instrucionais. No ambiente eletrônico, ela pode incidir sobre processos (participação em fóruns, chats, comentários em blogs) ou sobre produtos (resolução de problemas, relatórios, sínteses). Em certos casos, a avaliação ocorre não ao término de cada unidade, mas ao final do curso ou programa, proporcionando um feedback acumulado. Na matriz curricular, as avaliações são descritas por meio dos mecanismos e critérios utilizados para aferir o atingimento dos objetivos propostos (Filatro, 2008).

2.2.5. Taxonomia de Bloom

O termo taxonomia deriva do grego, unindo *taxis* (ordem) e *nomos* (lei). Ele foi introduzido no campo da biologia em 1735 por Karl Von Linné, um médico e cientista (Aganette, Alvarenga; Souza, 2010). Sua aplicação com foco pedagógico, contudo, só ocorreu em 1956, quando Benjamin Bloom utilizou o conceito para classificar os objetivos educacionais em seis níveis: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação (Aganette, Alvarenga; Souza, 2010). A Taxonomia de Bloom e colaboradores (1956) é uma ferramenta que

facilita a verificação dos objetivos de aprendizagem, auxiliando no planejamento, organização e controle das atividades didáticas. Na educação, definir esses objetivos é fundamental, pois significa estruturar conscientemente o processo de aprendizagem, o que possibilita mudanças em pensamentos, condutas e ações dos estudantes (Ferraz; Belhot, 2010).

A Taxonomia de Bloom é amplamente reconhecida por sua estrutura que organiza os objetivos educacionais em três grandes domínios de aprendizagem: cognitivo, afetivo e psicomotor. o domínio cognitivo é o mais conhecido e foca no aprender e no domínio do conhecimento. Ele abrange a aquisição de novos fatos, conceitos e procedimentos, estimulando o desenvolvimento intelectual. Os objetivos dentro deste domínio são hierárquicos e se tornam progressivamente mais complexos, exigindo que o aluno domine um nível para avançar ao próximo. Suas categorias vão do conhecimento (o mais simples, focado em lembrar) até a avaliação (o mais complexo, focado em julgar valor ou mérito), passando por compreensão, aplicação, análise e síntese (Ferraz; Belhot, 2010). Comumente, para criação de unidades de aprendizagem usa-se a Taxonomia de Bloom do domínio cognitivo, conforme a Tabela 01.

Tabela 1 - Taxonomia de Bloom competência do domínio cognitivo

Hierarquia de competências	Descrição	Verbos relacionados
Avaliação	Requer que o aluno confronte dados, informações, teorias e produtos com um ou mais critérios de julgamento.	Avaliar, Criticar, Decidir, Julgar, Justificar
Síntese/Criação	Requer que o aluno reúna elementos da informação, bem como faça abstrações e generalizações a fim de criar algo novo.	Comparar, Criar, Desenvolver, Elaborar, Formular, Generalizar, Planejar, Projetar, Reunir
Análise	Requer que o aluno separe a informação em elementos componentes e estabeleça relações entre as partes.	Analisar, Categorizar, Comparar, Contrastar, Diferenciar, Distinguir, Examinar, Relacionar

Aplicação	Requer que o aluno transfira conceitos ou abstrações aprendidos para resolver problemas ou situações novas.	Aplicar, Construir, Demonstrar, Empregar, Experimentar, Transferir, Utilizar
Compreensão	Requer que o aluno aprenda o significado de um conteúdo entendendo fatos e princípios contidos em mensagens orais e escritas, como também materiais de uma forma ou outra (verbal, pictórica, simbólica ou gráfica). Envolve, por exemplo, traduzir, resumir, interpretar mensagens e justificar métodos e procedimentos.	Descrever, Discutir, Explicar, Esclarecer, Expor, Interpretar, Justificar, Resumir
Memorização	Requer que o aluno lembre e reproduza com exatidão alguma informação que lhe tenha sido apresentada anteriormente, seja uma definição, uma fórmula ou uma teoria.	Citar, Definir, Descrever, Identificar, Listar, Localizar, Repetir, Reter, Rotular

Fonte: Adaptado de Bloom (1956).

Essa taxonomia servirá, principalmente, para orientar a formulação dos objetivos de aprendizagem da matriz instrucional, funcionando como um guia que descreve os resultados esperados do aluno em cada unidade. Assim, em cada etapa do modelo, devem ser utilizados verbos no infinitivo que expressem o domínio cognitivo a ser alcançado, como “apresentar”, “demonstrar”, “oferecer”, “mostrar” ou “ensinar”, de modo a indicar claramente o nível de aprendizagem esperado do estudante em cada unidade (Filatro, 2008).

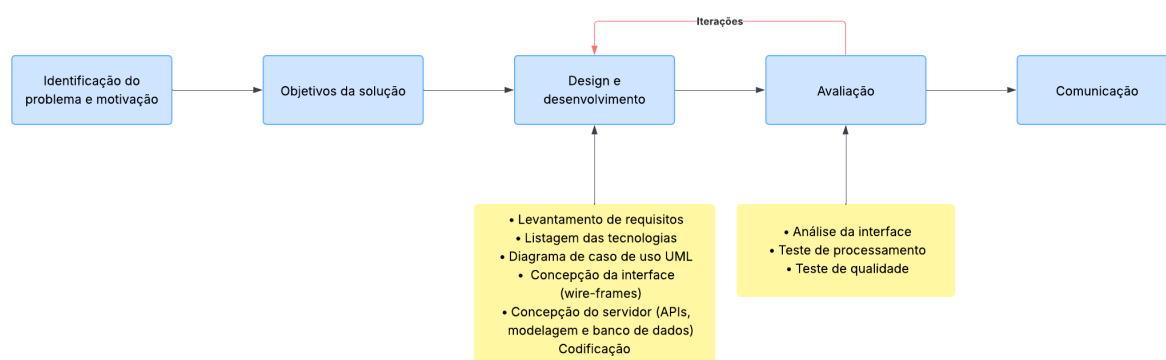
Nesse sentido, a Taxonomia de Bloom constitui um recurso fundamental para docentes, designers instrucionais e instituições de ensino, pois orienta a estruturação dos núcleos centrais da matriz: as unidades de aprendizagem. Cada unidade, ao ter objetivos bem definidos, possibilita conduzir o estudante em um processo de ensino mais direcionado, capaz de promover a construção de conhecimentos relevantes tanto para sua vida acadêmica e profissional quanto para sua formação pessoal.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho é uma pesquisa aplicada com o fito objetivo de produzir conhecimento para aplicação prática no desenvolvimento de uma ferramenta para design instrucional. A natureza da pesquisa é de caráter exploratório, tendo em vista a necessidade de produzir mais compreensões no âmbito da inteligência artificial para desenvolvimento de matrizes instrucionais (Marconi; Lakatos, 2004).

Em específico, adotou-se como procedimento metodológico o DSR (*Design Science Research*), que é um processo iterativo baseado na construção e avaliação de artefatos, promovendo a geração de conhecimento prático e teórico por meio da resolução de problemas reais (Peffer et al., 2007), sendo adaptado para essa pesquisa conforme representado na Figura 3.

Figura 3 - Processo Design Science Research



Fonte: Adaptado de Peffer et al. (2007, p. 11).

As etapas para aplicação desse método conforme mencionado por Peffer et al. (2007) e Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) são as seguintes:

1. Identificação do problema e motivação: nesta fase o objetivo principal é identificar e compreender de modo minucioso o problema que a pesquisa se propõe a solucionar. De forma breve, a lacuna que buscamos preencher é a necessidade de melhoria no ensino a distância, especialmente no que diz respeito ao planejamento matriz em conformidade com as práticas do design instrucional. Essa problemática é descrita profundamente na sessão 1.2 desta pesquisa.

2. Objetivos da solução: nessa etapa traçamos como queremos resolver o problema identificado na primeira parte do DSR. Assim, para essa pesquisa tem-se como objetivo desenvolver um artefato com uso da inteligência artificial no âmbito do design instrucional, de

modo que esse sistema seja capaz de gerar matrizes instrucionais relevantes para o ensino da instituição.

3. Design e desenvolvimento: essa etapa é composta pelo planejamento e criação do artefato. Para parte do design, usou-se engenharia de requisitos, que proporciona uma compreensão estruturada das funcionalidades do sistema. Os requisitos funcionais determinam o que o sistema deve fazer, enquanto os não funcionais tratam de aspectos como desempenho, segurança e usabilidade (Maxim; Pressman, 2016). Nesse sentido, para esse presente trabalho adotamos os seguintes requisitos que foram extraídos da pesquisa bibliográfica e estão descritos na Tabela 2:

Tabela 2 - Requisitos do Educa.Ai

Requisito	Descrição	Categoria
Login e autenticação	Implementar login e autenticação no sistema.	Funcional
<i>Input</i> da matriz instrucional	Criar formulário para entrada de dados (ex: nome do curso, nível educacional) utilizados pela IA para gerar a matriz instrucional.	Funcional
Gerenciar as matrizes geradas.	Implementar painel com listagem de todas as matrizes geradas, filtros por data e tema, busca por texto e ações como visualizar e excluir.	Funcional
Visualização da matriz instrucional.	Desenvolver página dedicada à visualização estruturada da matriz gerada, com organização em seções (ex: nome do curso, unidades de aprendizagem, avaliação).	Funcional
Aplicação web	Desenvolver a aplicação em tecnologia web moderna (ex: Next.js) com suporte a navegadores atualizados.	Não funcional

Design responsivo	Produzir um sistema ou que tenha um layout adaptado para múltiplas telas: celular, tablet e computador.	Não funcional
-------------------	---	---------------

Fonte: O Autor

Ao compreender as necessidades do artefato com o levantamento de requisitos deu-se início a etapa de definição das tecnologias utilizadas para concepção do Educa.Ai, essas ferramentas visam o desenvolvimento do *software* de forma eficiente. As tecnologias selecionadas incluem *frameworks* modernos para o *frontend* e *backend*, bancos de dados adequados, APIs para integração com serviços de inteligência artificial, ambiente de desenvolvimento e ferramentas de versionamento para controle do código, entre tantas outras coisas, tudo organizado na Tabela 3.

Tabela 3 - Lista de tecnologias usadas no Educa.Ai

Tecnologia	Descrição
Next.Js, React e Typescript.	Framework e bibliotecas para <i>frontend</i> que oferecem renderização híbrida, componentes reutilizáveis e tipagem estática.
Tailwind CSS	Framework CSS utilitário que permite construir interfaces responsivas e customizáveis por meio de classes pré-definidas, promovendo rapidez no desenvolvimento e design consistente.
Node.Js	Ambiente de execução JavaScript server-side baseado no motor V8 do Chrome, ideal para construir APIs, servidores e automações com alta performance.
Supabase com Postgresql	Plataforma backend open-source que provê banco de dados PostgreSQL, autenticação, APIs REST/GraphQL e funções serverless integradas.

Prisma ORM	ORM moderno para Node.js e TypeScript que simplifica consultas e migrações em bancos relacionais, com tipagem automática e geração de código.
Clerk	Serviço com plano gratuito para autenticação externa de usuário no sistema.
ShadCN	Biblioteca <i>open-source</i> de componentes UI baseada em Radix UI e TailwindCSS, focada em acessibilidade e customização para frontend React.
Gemini	<i>Large Language Model</i> do Google focado em geração avançada de texto, compreensão contextual e integração com IA conversacional.
Visual Studio Code	Editor de código leve e extensível com suporte a <i>debugging</i> , controle de versão e integração com diversas linguagens e ferramentas de desenvolvimento.
Git Hub	Plataforma de hospedagem de repositórios Git que facilita controle de versões, colaboração e integração contínua em projetos de software.
Figma	Plataforma para design e prototipação de interfaces.
Web development tools	As ferramentas de desenvolvimento web permitem que os desenvolvedores web testem, modifiquem e depurem seus sites.
Ngrok	Ngrok é uma ferramenta que expõe servidores locais à internet por meio de URLs públicas.
Netlify	Plataforma de hospedagem em nuvem otimizada para aplicações web, oferecendo deploys automáticos, escalabilidade automática e um plano gratuito.

Lucidchart

Plataforma voltada para a criação de diagramas de forma simples e colaborativa.

Fonte: O Autor

Após a definição dos requisitos e da listagem de tecnologias do Educa.Aí, identificou-se a necessidade de modelar o sistema utilizando a técnica UML (*Unified Modeling Language*). Para tanto, foi empregado um diagrama de casos de uso como representação gráfica deste artefato, fornecendo uma visão geral do sistema e de como seus elementos estão relacionados (Maxim; Pressman, 2016), conforme descrito na seção 4.1 desta pesquisa.

Complementarmente à modelagem UML utilizaram-se *wireframes* como representações visuais simplificadas da interface, funcionando como um "esboço" ou "planta baixa" do software. Estes elementos organizam a disposição dos componentes na tela e indicam como o usuário irá interagir com o sistema, permitindo planejar a experiência e a estrutura da informação antes da fase de desenvolvimento (Cooper et al, 2014). Nesta etapa, empregou-se o Figma para o planejamento da interface, enquanto a versão final do produto utilizou o *open source* ShadCN, que fornece componentes de interface pré-testados e padronizados, dispensando a necessidade de um protótipo de alta fidelidade.

Consolidando a fase de planejamento, realizou-se a concepção arquitetural completa do servidor *backend* do artefato, estabelecendo uma estrutura sistemática para o sistema. Foram definidas as rotas RESTful da aplicação seguindo padrões de *design*, os esquemas de validação JSON para garantir integridade dos dados, e as integrações estratégicas com serviços externos como Clerk para autenticação, Gemini para processamento de linguagem natural e Supabase para persistência de dados. Paralelamente, desenvolveu-se a modelagem conceitual do banco de dados utilizando diagrama de entidade relacionamento, proporcionando uma representação visual das entidades e seus relacionamentos.

Com o planejamento arquitetural estabelecido, a etapa subsequente consistiu na codificação integral do sistema, abrangendo tanto a implementação da interface de usuário previamente planejada quanto o desenvolvimento completo do servidor *backend*. Durante esta fase, utilizaram-se os instrumentos tecnológicos especificados na Tabela 2, aplicando metodologias de desenvolvimento e práticas de engenharia de software para materializar o artefato digital. O processo de codificação envolveu a tradução dos requisitos funcionais e não-funcionais em código executável, garantindo a integração coesa entre os componentes *frontend* e *backend*, bem como a implementação das funcionalidades do sistema. Esta etapa representou

a concretização prática de todo o planejamento previamente estabelecido, resultando na construção efetiva do produto final.

4. Avaliação: o artefato, a ferramenta Educa.Ai, foi testado e avaliado quanto à sua eficiência na geração de matrizes instrucionais. Para isso, foram realizados testes em diferentes estágios, buscando verificar a precisão e a consistência dos resultados gerados. Dessa forma, a avaliação do artefato consistiu em:

- **Análise da interface:** esta etapa consiste na verificação do funcionamento da aplicação web, averiguando se o fluxo de navegação seguiu corretamente o diagrama de atividades, UML e a interface feita com *wireframes* proposto na fase de design.
- **Teste de processamento:** consiste na avaliação da correta manipulação das informações fornecidas pelo usuário, incluindo a verificação do envio adequado dos dados ao *backend*, o processamento dessas informações, a geração dos resultados e a confirmação de que os resultados obtidos estão de acordo com o esperado.
- **Teste de qualidade:** como instrumento para avaliar qualitativamente os resultados da matriz geradas pela inteligência artificial usou-se a Taxonomia de Bloom. Averiguando se cada unidade de aprendizagem guia o aluno nos níveis hierárquicos do domínio cognitivo.

5. Comunicação: esta etapa tem como objetivo assegurar a divulgação dos resultados e contribuições obtidas. Para isso, a presente pesquisa, juntamente com o código-fonte desenvolvido, está disponibilizada no repositório institucional da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Adicionalmente, o projeto encontra-se em um repositório público no GitHub, o que possibilita o acesso aberto a pesquisadores e desenvolvedores interessados em contribuir com o avanço deste campo científico. As contribuições específicas deste projeto são apresentadas no capítulo 6.

6. Iterações: o projeto passou por três ciclos de refinamento, realizados à medida que surgiam novos problemas e ideias. Destaca-se nesse processo a troca da prototipação da interface de alta fidelidade usando Figma pelos componentes do ShadCN, isso agilizou o processo tendo em vista que foi necessário apenas desenvolver *wireframes*. Além disso, optou-se pela substituição da API da OpenAI pela API Gemini, considerando a gratuidade oferecida pela inteligência artificial do Google, o que viabilizou testes mais acessíveis e práticos ao longo do desenvolvimento. Por fim, trocamos a hospedagem da Vercel pela Netlify, pois o plano da

gratuito da Vercel não suportava o tempo de processamento de inteligência artificial, ocasionando erros de *timeout*.

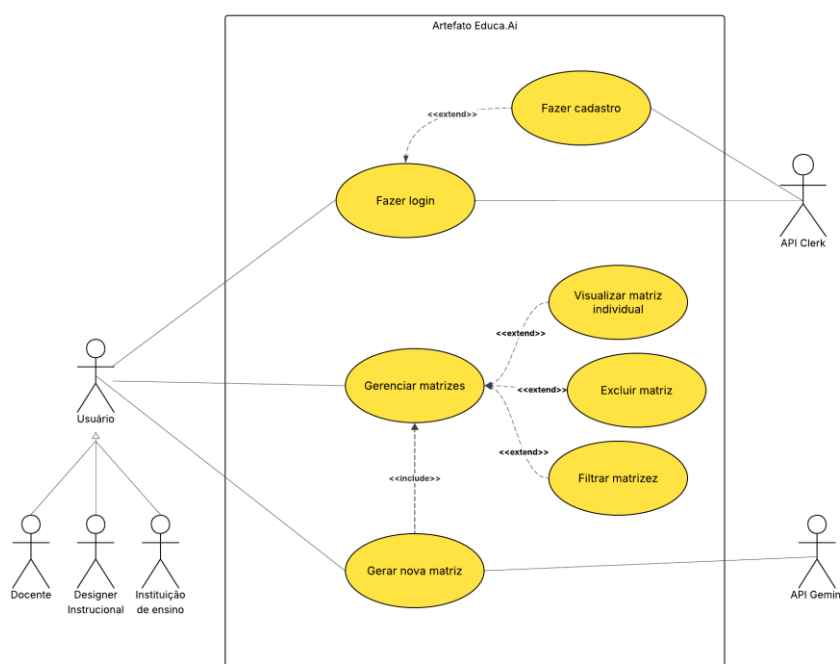
4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

4.1. Modelagem do sistema: diagrama de caso de uso UML

Para documentar o projeto usamos a técnica UML (*Unified Modeling Language*). Nesse sentido, foi utilizado um diagrama de casos de uso como representação gráfica deste artefato, fornecendo uma visão geral do sistema e de como seus elementos estão relacionados (Maxim; Pressman, 2016).

Na Figura 4, observa-se que o sistema possui como ator principal o usuário — docente, designer ou instituição de ensino —, que deve realizar a autenticação para acessar a plataforma. Esse processo de login e cadastro é realizado em conjunto com o ator API Clerk, responsável por intermediar tais operações. Após esse procedimento, o usuário passa a ter acesso à visualização completa de todas as matrizes previamente geradas, sendo que, no primeiro acesso, essa visualização estará vazia. O caso de uso gerar nova matriz incorpora o caso de uso gerenciar matrizes, uma vez que, imediatamente após o registro das informações de entrada, a matriz passa a constar na tabela em estado de processamento. Nessa etapa, entra em ação o ator API Gemini, responsável por executar a geração da nova matriz a partir dos dados fornecidos. Adicionalmente, os casos de uso visualizar matriz individual, excluir matriz e filtrar matrizes configuram casos de uso estendidos.

Figura 4 - Diagrama de caso de uso UML do Educa.Ai



Fonte: O Autor

Desse modo, o diagrama de caso de uso elaborado cumpre o papel de nortear tanto o desenvolvimento da interface quanto a implementação do *backend*, uma vez que explicita de forma clara as interações entre os diferentes atores e o sistema. Além disso, contribui para a organização e o planejamento das funcionalidades, garantindo maior consistência entre os requisitos levantados e a solução desenvolvida, o que reforça a importância da UML como ferramenta de documentação e comunicação no processo de engenharia de software (Maxim; Pressman, 2016).

4.2. Desenvolvimento da interface web

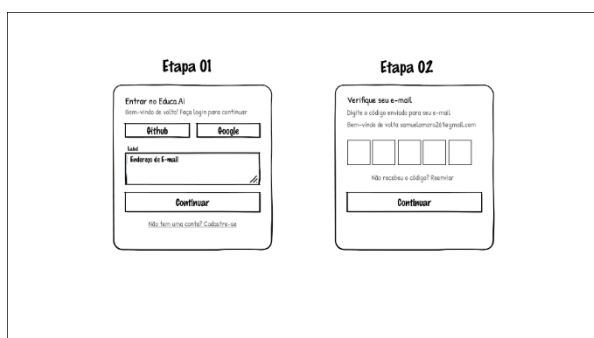
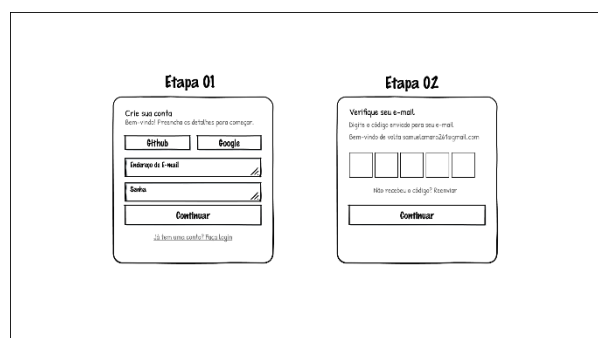
A etapa de desenvolvimento da interface é dividida em duas fases: criação dos wireframes e implementação utilizando React, TypeScript e ShadCN. Assim, utilizamos uma etapa do processo de design de interfaces para o desenvolvimento do sistema: a criação de wireframes. Segundo Staiano (2022), wireframes referem-se à primeira versão ou "esqueleto" de uma interface, desprovida de qualquer estilo, cor ou detalhe estético. Servem como uma estrutura básica e "com fios" (wired structure) para visualizar e experimentar a usabilidade e a funcionalidade de um produto digital. Outrossim, optamos por utilizar somente wireframes, tendo em vista o uso da biblioteca de componentes do ShadCN. Dessa forma, todos os elementos da interface já estarão definidos pelo próprio *design system* dessa ferramenta. Assim, os wireframes servirão apenas como guia para o posicionamento dos elementos, o fluxo de interação entre as telas e a organização textual da plataforma.

A adoção do ShadCN como biblioteca de componentes representa uma decisão que acelera o processo de desenvolvimento e garante consistência visual em toda a aplicação. O ShadCN, construído sobre o framework Tailwind CSS e com suporte nativo ao React, oferece componentes acessíveis e customizáveis que seguem as diretrizes de design moderno e as melhores práticas de acessibilidade web. Essa escolha elimina a necessidade de criar *mockups* detalhados em ferramentas como Figma, uma vez que a aparência final dos componentes já está previamente estabelecida pelo design system.

Portanto, a sequência de imagens a seguir detalha como cada etapa foi planejada para o desenvolvimento do Educa.Ai. Na Figura 5 temos a tela inicial da plataforma com um título, uma descrição e os botões de login e cadastro. Essa parte da interface foi projetada para ser simples e objetiva, com objetivo de guiar o usuário para sua autenticação no sistema.

Figura 5 - Wireframe da tela inicial**Fonte: O Autor**

Na Figura 6, foi prototipado a tela de login com autenticação em duas etapas. Na primeira, o usuário deve escolher entre fazer login com e-mail ou por meio das plataformas GitHub ou Google. Em seguida, um código é enviado para o e-mail cadastrado, o qual deve ser inserido para concluir a autenticação no sistema. A Figura 7 segue o mesmo fluxo de interação, com a diferença que para cadastro deve-se colocar a senha.

Figura 6 – Wireframe da tela de login**Fonte: O Autor****Figura 7 - Wireframe da tela de cadastro****Fonte: O Autor**

A Figura 8 apresenta a tela principal de gerenciamento do artefato, exibindo as principais informações das matrizes geradas, os filtros disponíveis e a opção de gerar uma nova matriz. Além disso, no lado esquerdo, encontra-se o menu do sistema.

Figura 8 - Wireframe da tela de gerenciamento das matrizes

Matriz	Curso	Status	Data	Ações
Matriz 01	Curso Livre		18/08/2025	+ 🗑️
Matriz 02	Fundamental	Em processamento	18/08/2025	+ 🗑️
Matriz 03	Médio	Concluído	18/08/2025	+ 🗑️
Matriz 04	Graduação	Erro	18/08/2025	+ 🗑️
Matriz 05	Curso Livre	Em processamento	18/08/2025	+ 🗑️

Fonte: O Autor

Na tela apresentada na Figura 9 temos a interface para geração da matriz instrucional com suas devidas etapas em cada parte do formulário. Cada seção foi organizada para guiar o usuário de forma lógica para concepção do artefato.

Figura 9 – Wireframe da tela criação da matriz
Fonte: O Autor

Na Figura 10 é apresentada a visualização da matriz instrucional, que organiza o curso a partir do nome e das descrições das unidades de aprendizagem. Essa estrutura possibilita uma

visão macro do percurso formativo, funcionando como um mapa que orienta o usuário na compreensão da lógica pedagógica estabelecida.

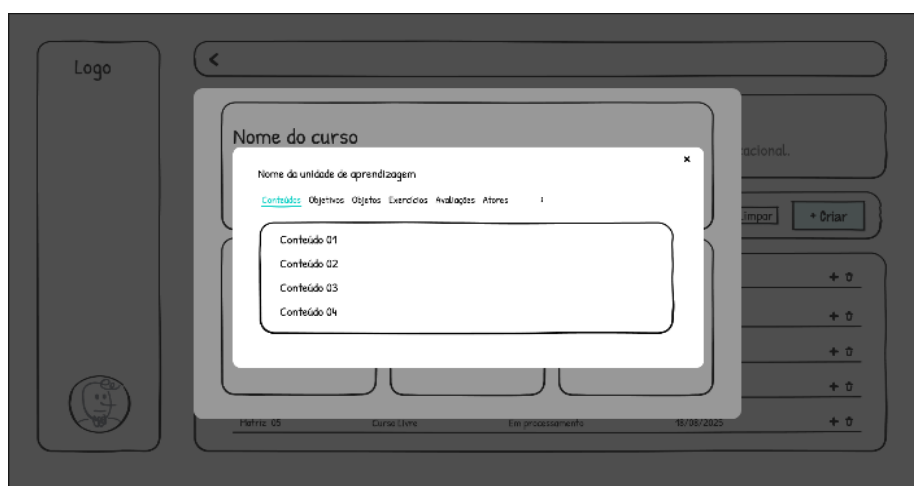
Figura 10 – Wireframe da tela da visualização da matriz



Fonte: O Autor

Já a Figura 11 detalha a interface da unidade de aprendizagem, onde são especificados os conteúdos, objetivos, objetos de aprendizagem, exercícios, avaliações e atores envolvidos. Esse nível de detalhamento garante maior compreensão da matriz instrucional.

Figura 11 - Wireframe da tela das unidades de aprendizagem



Fonte: O Autor

Dessa forma, a etapa de elaboração dos *wireframes* mostrou-se essencial para estruturar a lógica de navegação e o fluxo de interação do Educa.Ai, servindo como um guia sólido para

o desenvolvimento da interface final. Embora não tenham contemplado aspectos visuais como cores ou estilos, os protótipos permitiram validar a organização textual, o posicionamento dos elementos e a coerência entre as diferentes telas do sistema. Aliados ao *design system* do ShadCN, os *wireframes* asseguraram consistência, clareza e objetividade no processo de concepção da plataforma, reduzindo retrabalhos e garantindo maior eficiência no desenvolvimento.

4.3. Desenvolvimento do backend do Educa.Ai

O *backend* do Educa.Ai é fundamentado em dois pilares principais, o banco de dados e as APIs (*Application Programming Interface*) RESTful. Ambos projetados para oferecer suporte às operações de criação, gerenciamento e processamento de matrizes instrucionais. A implementação segue os princípios de design modular, permitindo escalabilidade e manutenibilidade do sistema através de *endpoints* bem definidos e estruturas de dados padronizadas.

4.3.1. Estrutura da API RESTful do Educa.Ai

A arquitetura da API do Educa.Ai segue o padrão RESTful (*Representational State Transfer*), implementando as operações CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) por meio de métodos HTTP (ou HTTPS para maior segurança), além da definição das rotas do servidor.

Tabela 4 - Configuração geral da API RESTful do Educa.Ai

Parâmetro	Valor	Descrição
Servidor base	Rota /api	Prefixo padrão para todos os <i>endpoints</i>
Protocolo	HTTP/HTTPS	Protocolo de comunicação utilizado
Formato de Dados	JSON	Formato padrão para requisições e respostas

Fonte: O Autor

Essa configuração estabelece uma base sólida para o funcionamento da API, com rotas bem definidas, comunicação segura através do HTTPS e interoperabilidade garantida pelo uso de JSON. Tais escolhas visam otimizar a integração do Educa.Ai com sistemas externos e garantir a escalabilidade do sistema à medida que novas funcionalidades são implementadas.

4.3.2. Endpoints do sistema Educa.Ai

O sistema Educa.Ai disponibiliza os *endpoints* descritos na Tabela 5, cada um responsável por um conjunto específico de operações. Essas categorias foram organizadas de modo a separar as responsabilidades funcionais e a facilitar a manutenção do código no *backend*.

Tabela 5 - Detalhamento dos endpoints por método HTTP/HTTPS

Endpoint	Método	Parâmetros	Função
api/v1/matrizes-instrucionais/{id}	GET	id (UUID)	Recupera matriz específica com unidades
api/v1/matrizes-instrucionais/{id}	DELETE	id (UUID)	Remove matriz e dados associados
api/v1/matriz-request	GET	-	Lista histórico de solicitações do usuário
api/gemini	POST	JSON Body	Processa geração de conteúdo via IA
api/clerk	POST	Webhook Payload	Sincroniza dados de usuários do Clerk

Fonte: O Autor

O detalhamento apresentado na Tabela 4 oferece uma visão das operações disponíveis no sistema, elucidando como cada *endpoint* interage com os dados e com os métodos HTTP/HTTPS são aplicados de forma estratégica para realizar suas respectivas funções. A seguir será apresentada uma explicação detalhada de como cada um desses *endpoints* opera, incluindo os parâmetros exigidos, os resultados esperados e os fluxos de dados envolvidos, permitindo uma compreensão clara e precisa do comportamento de cada operação.

O *endpoint* localizado em `api/v1/matrizes-instrucionais/{id}` permite que um usuário autenticado recupere (*GET*) ou exclua (*DELETE*) uma matriz instrucional específica, identificada pelo seu ID. No método *GET*, o *endpoint* retorna um objeto JSON contendo todos os dados da matriz e suas unidades associadas, desde que a matriz pertença ao usuário; caso

contrário, retorna erro de autenticação ou de não encontrado. O esquema JSON dessa operação está descrita na Figura 12.

Figura 12 - Esquema GET da rota `api/v1/matrizes-instrucionais/{id}`

```

1  {
2    "id": "string",
3    "titulo": "string",
4    "descricao": "string",
5    "nivelEducacional": "string",
6    "cargaHorariaTotal": "number",
7    "createdAt": "string",
8    "usuarioId": "number",
9    "unidades": [
10   {
11     "id": "number",
12     "titulo": "string",
13     "cargaHoraria": "number",
14     "createdAt": "string",
15     "matrizInstrucionalId": "string",
16     "atores": ["string"],
17     "avaliacoes": ["string"],
18     "conteudosProgramaticos": ["string"],
19     "exerciciosFixacao": ["string"],
20     "objetivosEducacionais": ["string"],
21     "objetosAprendizagem": ["string"]
22   }
23 ]
24 }
25

```

Fonte: O Autor

No entanto, no método *DELETE*, o *endpoint* válida a propriedade da matriz, remove todas as dependências relacionadas (solicitações e unidades) e, por fim, deleta a matriz, respondendo com um JSON de sucesso ou erro conforme o caso da Figura 13.

Figura 13 - Esquema DELETE da rota `api/v1/matrizes-instrucionais/{id}`

```

1  [
2    {
3      "sucesso": true
4    },
5    {
6      "error": "string"
7    }
8  ]
9

```

Fonte: O Autor

A rota *GET* de `/api/v1/matriz-request` retorna um JSON com todas as solicitações de matriz instrucional feitas pelo usuário, incluindo informações relacionadas (id, título, descrição, nível educacional, carga horária total e data de criação); caso o usuário não esteja autenticado ou não exista no banco, retorna erro apropriado, e em caso de sucesso, a resposta é sempre personalizada para o usuário logado. Esse *endpoint* pode ser visualizado a seguir na Figura 14:

Figura 14 - Esquema GET da rota `api/v1/matriz-request`

```
1 {  
2   "id": "string",  
3   "titulo": "string",  
4   "descricao": "string",  
5   "nivelEducacional": "string",  
6   "status": "string",  
7   "cargaHorariaTotal": "number",  
8   "quantidadeUnidadesAprendizagem": "number",  
9   "createdAt": "string",  
10  "matrizInstrucionalId": "string",  
11  "usuarioId": "number",  
12  "matrizInstrucional": {  
13    "id": "string",  
14    "titulo": "string",  
15    "descricao": "string",  
16    "nivelEducacional": "string",  
17    "cargaHorariaTotal": "number",  
18    "createdAt": "string"  
19  }  
20 }
```

Fonte: O Autor

A rota em `api/gemini` recebe dados de uma solicitação para gerar uma matriz instrucional, valida as informações recebidas, monta um prompt detalhado e envia para a API da Gemini, que responde com um objeto JSON estruturado contendo o novo título, descrição, nível educacional, carga horária, quantidade de unidades e uma lista de unidades de aprendizagem, cada uma com tópicos, objetivos, avaliações, exercícios, objetos de aprendizagem e papéis dos atores; esse JSON é então usado para atualizar o banco de dados, garantindo que a resposta da IA siga exatamente o formato esperado e seja facilmente processada pela aplicação.

Para gerar o *input* enviado à IA, os parâmetros preenchidos pelo usuário no formulário como título, descrição, nível educacional, carga horária total e quantidade de unidades são

coletados e inseridos dinamicamente no *prompt*, garantindo que a solicitação enviada ao modelo Gemini seja personalizada conforme as informações fornecidas pelo usuário, esse *input* completo está disponível no Apêndice A.

O prompt funciona como um conjunto detalhado de instruções que define o contexto do curso, especifica os níveis taxonômicos desejados baseados na Taxonomia de Bloom (Bloom, 1956), e estabelece a estrutura da matriz instrucional conforme Filatro (2008), orientando o modelo de IA a gerar conteúdos educacionais com objetivos de aprendizagem alinhados aos verbos de ação apropriados para cada nível cognitivo, além de sugerir atividades de aprendizagem e recursos correspondentes para cada unidade do curso. Assim, na Figura 15 é possível conferir o formato JSON retornado pela API do Gemini:

Figura 15 - Esquema POST rota api/gemini

```

1 {
2   "matriz": {
3     "tituloMatriz": "string",
4     "descricaoMatriz": "string",
5     "nivelEducacional": "string",
6     "quantidadeUnidadesAprendizagem": 0,
7     "cargaHorariaTotal": 0,
8     "unidadesAprendizagem": [
9       {
10        "titulo": "string",
11        "conteudoProgramatico": ["string", "..."],
12        "objetivosEducacionais": ["string", "..."],
13        "cargaHoraria": 0,
14        "objetosAprendizagem": ["string", "..."],
15        "exercicioFixacao": ["string", "..."],
16        "avaliacaoAprendizagem": ["string", "..."],
17        "atores": [
18          { "descricao": "string" }
19        ]
20      }
21    ]
22  }
23 }
```

Fonte: O Autor

A rota api/clerk processa requisições relacionadas à autenticação de usuários, utilizando dados em formato JSON para validar, criar ou autenticar usuários. Ela retorna respostas com o resultado da operação, incluindo *tokens* de acesso, informações do usuário ou mensagens de erro, facilitando a autenticação do sistema.

Figura 16 - Esquema POST rota api/clerk

```
1 {  
2   "id": "string",  
3   "email_addresses": [  
4     {  
5       "email_address": "string"  
6     }  
7   ],  
8   "first_name": "string|null",  
9   "last_name": "string|null"  
10 }
```

Fonte: O Autor

Em síntese, a estrutura da API RESTful do Educa.Ai foi desenvolvida com foco na organização e manutenção, utilizando métodos HTTP/HTTPS padrão e o formato JSON para garantir a interoperabilidade entre o *frontend* e o *backend*. Os *endpoints* são definidos para atender às necessidades do sistema, como a autenticação de usuários, o gerenciamento de matrizes instrucionais e a integração com o serviço de inteligência artificial do Google Gemini. Essa arquitetura assegura o bom funcionamento do sistema, permitindo sua manutenção e futuras expansões.

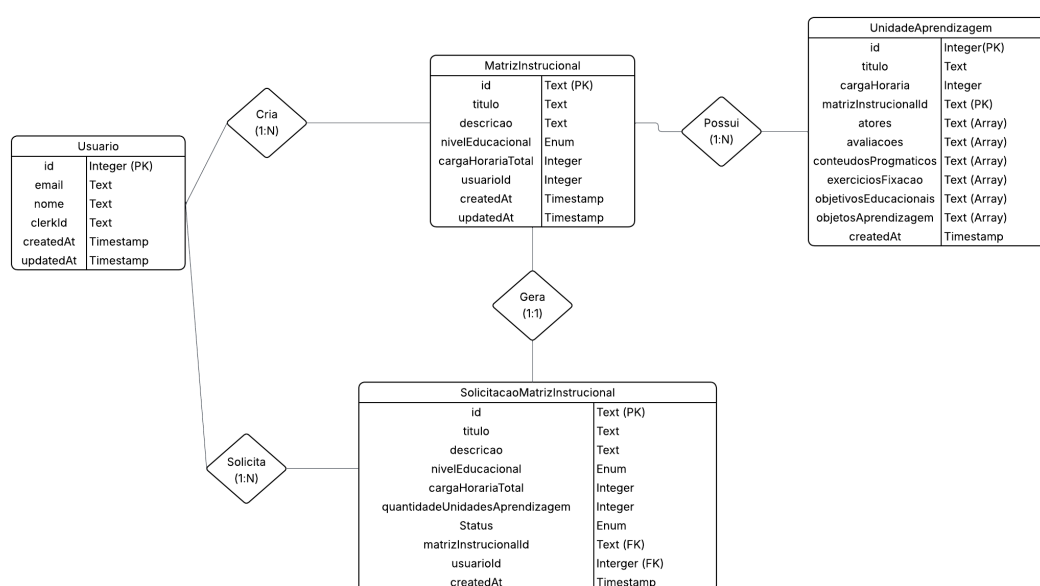
4.3.3. Estrutura do banco de dados

Um dos processos que permeia a criação e o desenvolvimento do *backend* é o planejamento do banco de dados. Nesse sentido, optou-se por usar o *Backend-as-a-Service* (BaaS) Supabase, o qual utiliza como base de dados o PostgreSQL. Essa tecnologia possibilitou a criação de um banco de dados relacional além de disponibilizar uma API RESTful automática, gerada a partir das tabelas do banco, o que agilizou significativamente o processo de integração entre o *frontend* e o *backend* da aplicação.

O diagrama entidade-relacionamento é uma representação visual da estrutura de um banco de dados, evidenciando como as entidades (tabelas) se relacionam entre si. As entidades representam objetos ou conceitos importantes para o sistema, como usuários, matrizes ou solicitações, sendo compostas por atributos, que são as informações ou características que descrevem esses objetos, como nome, descrição ou data de criação. Os relacionamentos, representados por losangos no diagrama, indicam como duas ou mais entidades estão conectadas e interagem entre si, permitindo compreender a lógica do banco de dados. Nele, também são utilizados símbolos e siglas como PK (*Primary Key*), que identifica unicamente

cada registro; FK (*Foreign Key*), que estabelece a conexão entre tabelas distintas; e CARD (Cardinalidade), que define quantas ocorrências de uma entidade podem estar associadas a outra. A cardinalidade pode assumir diferentes formas, tais como: 1:1 (um para um), quando cada registro de uma entidade se relaciona com apenas um da outra; 1:N (um para muitos), quando um registro de uma entidade pode se relacionar com múltiplos registros de outra, mas não o contrário; e N:N (muitos para muitos), quando múltiplos registros de uma entidade podem estar relacionados a múltiplos registros da outra.

Figura 17 - Diagrama entidade relacionamento



Fonte: O Autor

Portanto, a partir dessa definição, é possível compreender o diagrama da Figura 17. A entidade “Usuário” pode estar associada a múltiplas solicitações, bem como a diferentes matrizes instrucionais. Além disso, observa-se que a tabela “SolicitacaoMatrizInstrucional” possui cardinalidade 1:1 em relação à matriz, isto é, cada solicitação está vinculada a uma única matriz. Por fim, destaca-se que a tabela “Matriz Instrucional” pode estar associada a diversas unidades de aprendizagem.

Com esta compreensão, podemos adentrar o banco de dados proposto para o sistema compreendendo cada entidade do modelo. A tabela “Usuario” armazena os dados pessoais dos cadastrados no sistema, ela inclui campos como nome, e-mail, identificador exclusivo da plataforma de autenticação (clerkId), além de informações de criação e atualização do registro. Cada usuário pode estar associado tanto à criação de matrizes instrucionais quanto às

solicitações de novas matrizes, o que permite o rastreamento das ações no sistema e assegura a autoria e responsabilidade pelas informações inseridas. A estrutura dessa entidade está na Tabela 6.

Tabela 6 - Estrutura da tabela usuário

Campo	Tipo	Formato	Descrição
id	integer	Sequencial (auto incremento)	Identificador único do usuário, chave primária da tabela.
nome	text	usuario@dominio.com	Nome completo do usuário
email	text	Texto livre	Endereço de email do usuário
clerkId	text	UUID/string gerada pelo Clerk	Identificador da plataforma de autenticação Clerk
createdAt	timestamp	YYYY-MM-DD HH:MM:SS	Data e hora de criação do registro
updatedAt	timestamp	YYYY-MM-DD HH:MM:SS	Data e hora da última atualização

Fonte: O Autor

Por outro lado, a entidade principal “MatrizInstrucional”, armazena os dados centrais de cada matriz, como título, descrição, carga horária total e nível educacional, além do identificador do usuário que criou a matriz, conforme disponível na Tabela 7.

Tabela 7 - Estrutura da tabela matriz instrucional

Campo	Tipo	Formato	Descrição
id	text	UUID/String	Identificador único da matriz instrucional (chave primária).
titulo	text	Texto livre	Título da matriz instrucional.

descricao	text	Texto livre	Descrição detalhada da matriz instrucional.
nivelEducacional	enum	Ex.: Fundamental, médio, superior...	Nível educacional ao qual a matriz instrucional se aplica.
cargaHorariaTotal	integer	Número inteiro (horas)	Total de horas matriz
usuarioId	integer	ID de usuário	Chave estrangeira para tabela Usuario
createdAt	timestamp	YYYY-MM-DD HH:MM:SS	Data e hora de criação

Fonte: O Autor

Outrossim, a tabela “UnidadeAprendizagem” representa os conteúdos que compõem cada matriz. Ela contém dados como título, carga horária e diversos campos em formato de lista (arrays), incluindo objetivos educacionais, conteúdos programáticos, exercícios de fixação, avaliações, atores e objetos de aprendizagem, como descrito na Tabela 8.

Tabela 8 - Estrutura da tabela unidade aprendizagem

Campo	Tipo	Formato	Descrição
id	integer	Sequencial (auto incremento)	Identificador único da unidade
titulo	text	Texto livre	Nome da unidade de aprendizagem
cargaHoraria	integer	Número inteiro (horas)	Carga horária destinada à unidade.
conteudosProgramaticos	text (array)	Lista de valores (texto ou JSON)	Lista de tópicos a serem abordados
objetivosEducacionais	text (array)	Lista de valores (texto ou JSON)	Objetivos de aprendizagem da unidade
exercicios	text (array)	Lista de valores (texto ou JSON)	Exercícios de fixação

avaliacoes	text (array)	Lista de valores (texto ou JSON)	Métodos e critérios de avaliação
atores	text (array)	Lista de valores (texto ou JSON)	Atores envolvidos (professor, aluno, convidado)
objetosAprendizagem	text (array)	Lista de valores (texto ou JSON)	Recursos e materiais educacionais
matrizInstrucionalId	text	UUID/String	Chave estrangeira para Matriz Instrucional
createdAt	timestamp	YYYY-MM-DD HH:MM:SS	Data e hora de criação da unidade.

Fonte: O Autor

A Tabela 9 descreve a estrutura da entidade responsável por registrar as solicitações de geração de matrizes instrucionais no sistema Educa.Ai. Essa tabela é importante para reter as informações enquanto a matriz, armazenando dados como o status da solicitação (em processamento, concluída ou com erro), a carga horária desejada, a quantidade de unidades de aprendizagem solicitadas, bem como os identificadores que relacionam a solicitação ao usuário e à matriz gerada. Além disso, os campos de data de criação e atualização permitem acompanhar a evolução de cada pedido.

Tabela 9 - Estrutura da tabela solicitação matriz instrucional

Campo	Tipo	Formato	Descrição
id	text	UUID/String	Identificador único da solicitação
titulo	text	Texto livre	Nome do curso
descricao	text	Texto livre	Descrição detalhada da solicitação.
nivelEducacional	enum	Ex.: Fundamental, médio, superior	Nível educacional solicitado.
cargaHorariaTotal	integer	Número inteiro (horas)	Total de horas da matriz solicitada.

quantidadeUnidades Aprendizagem	integer	Número inteiro	Quantidade de unidades de aprendizagem solicitadas.
status	enun	Ex.: Pendente, em processamento, concluído	Estado atual da solicitação.
usuarioId	integer	ID de usuário	Referência para o usuário que fez a solicitação
matrizInstrucionalId	text	UUID/String	Referência para a matriz instrucional relacionada
createdAt	timestamp	YYYY-MM-DD HH:MM:SS	Data e hora de criação da unidade.

Fonte: O Autor

Outrossim, a ferramenta utilizada no gerenciamento do banco de dados foi o Prisma ORM (*Object-Relational Mapping*). O Prisma é uma biblioteca moderna que facilita a comunicação entre a aplicação e o banco de dados relacional, permitindo a escrita de consultas em linguagem JavaScript ou TypeScript de forma mais segura, legível e eficiente. Com ele, foi possível automatizar a criação de modelos e garantir a consistência das tabelas através de migrações controladas, além de melhorar a manutenção do código no *backend*.

Como consequência de usar essa tecnologia, o Prisma cria automaticamente no banco de dados uma tabela para salvar todas as *migrations* feitas. As *migrations* são registros das alterações realizadas na estrutura do banco de dados ao longo do desenvolvimento do sistema. Em outras palavras, funcionam como um histórico versionado do esquema do banco, documentando mudanças como criação, modificação ou exclusão de tabelas, colunas e relacionamentos. Isso garante maior controle, rastreabilidade e segurança, pois permite aplicar ou reverter alterações de forma consistente em diferentes ambientes (desenvolvimento, testes e produção). A tabela 10 demonstra essa entidade denominada “_prisma_migrations”.

Tabela 10 - Estrutura da tabela _prisma_migrations

Campo	Tipo	Formato	Descrição
id	character varying	Texto livre	Identificador único da migração (chave primária).

checksum	character varying	Texto hash	Código de verificação da migração para garantir integridade.
finished_at	timestamp with time zone	YYYY-MM-DD HH:MM:SS+TZ	Data e hora em que a migração foi concluída.
migration_name	character varying	Texto livre	Nome descritivo da migração.
logs	text	Texto livre	Logs gerados durante a execução da migração.
rolled_back_at	timestamp with time zone	YYYY-MM-DD HH:MM:SS+TZ	Data e hora de rollback, caso a migração tenha sido revertida.
started_at	timestamp with time zone	YYYY-MM-DD HH:MM:SS+TZ	Data e hora de início da migração.
applied_steps_count	integer	Número inteiro	Quantidade de passos da migração que foram aplicados.

Fonte: O Autor

Na tabela “_prisma_migrations” cada registro representa uma migração aplicada, armazenando informações como o nome da migração, data de início e término, logs, checksum de verificação e o número de passos aplicados. Ela garante que todas as alterações de esquema sejam controladas e aplicadas de forma segura, permitindo também reverter migrações se necessário.

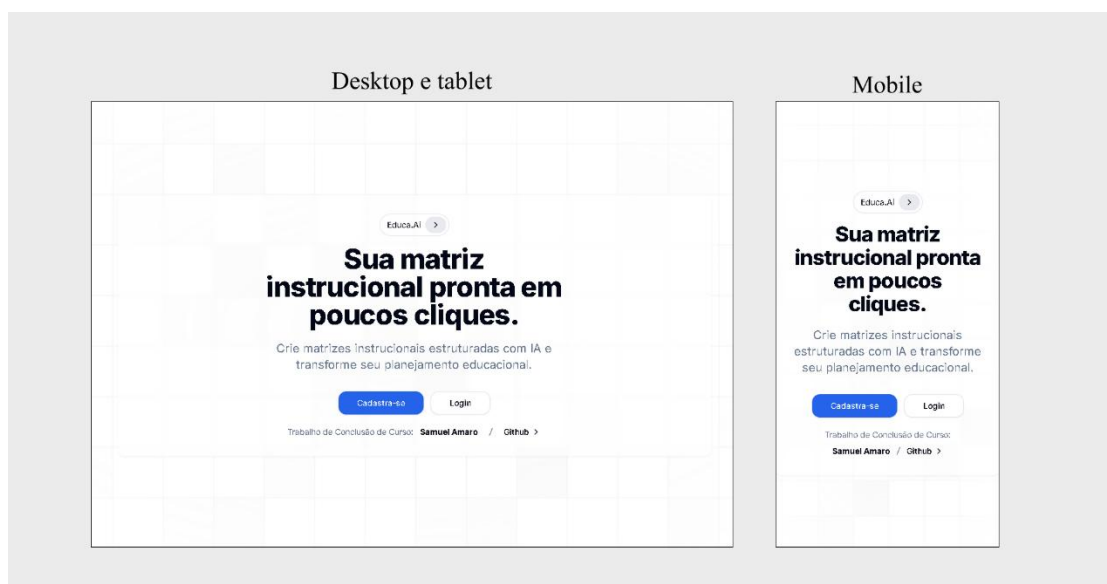
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.1. Análise da aplicação web

Ao definir o diagrama de fluxo de atividades no Capítulo 4, iniciou-se o desenvolvimento da interface do Educa.Ai. Considerando que esta pesquisa tem como foco principal a análise dos resultados obtidos por meio do artefato, o uso de uma biblioteca de estilo para o design web foi viável. Assim, optou-se por utilizar componentes *open source* ShadCN para a construção do design de interface (UI) e da experiência do usuário (UX). Essa escolha permitiu otimizar o processo de prototipação, mantendo a consistência visual e funcional da plataforma sem desviar o foco dos objetivos centrais do estudo. Portanto, abaixo segue o fluxo de cada etapa da interface:

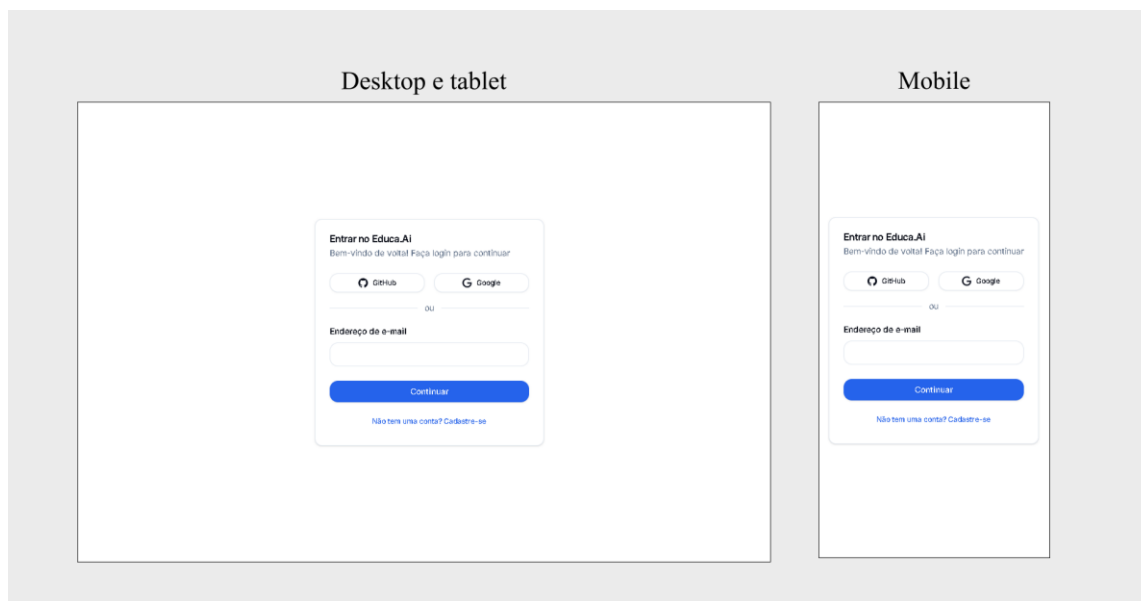
Na Figura 18 temos a abertura da inicial da plataforma: ao acessar a página inicial da plataforma em <https://educa-ai-tcc.netlify.app>, o usuário é apresentado com duas opções: fazer login ou se cadastrar. A escolha entre essas opções define a ação subsequente, direcionando o usuário para a respectiva funcionalidade de acesso ou criação de conta.

Figura 18 – Resultado da tela inicial

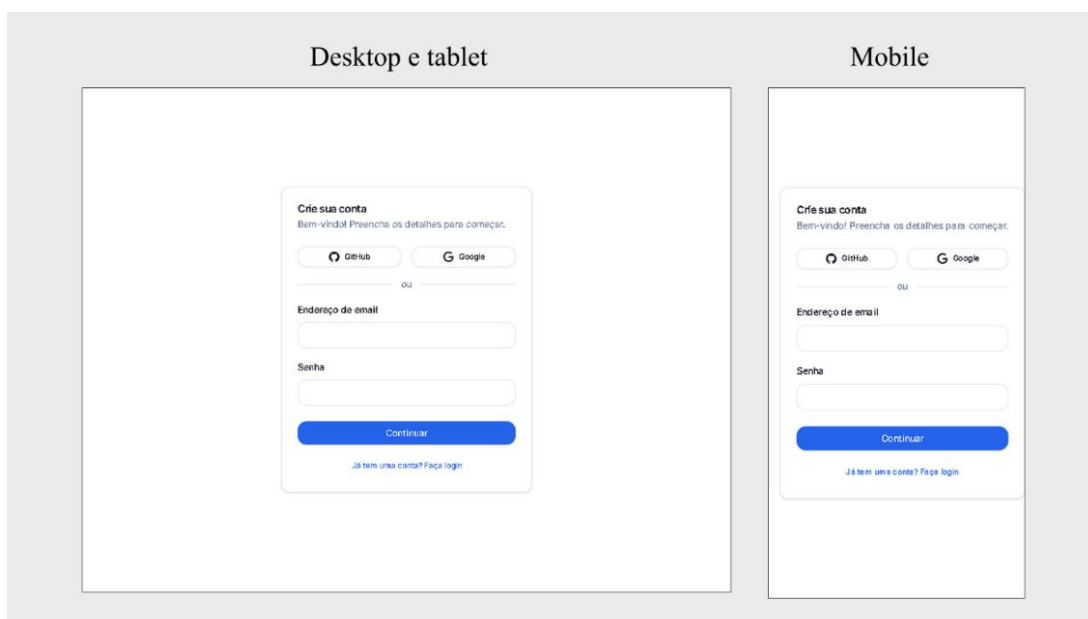


Fonte: O Autor

Na Figura 19, apresenta-se a interface da tela de login, disponível em <https://educa-ai-tcc.netlify.app/sign-in>. Nessa etapa, o usuário insere suas credenciais para acessar a plataforma, contando também com a possibilidade de autenticação por meio do GitHub ou Gmail.

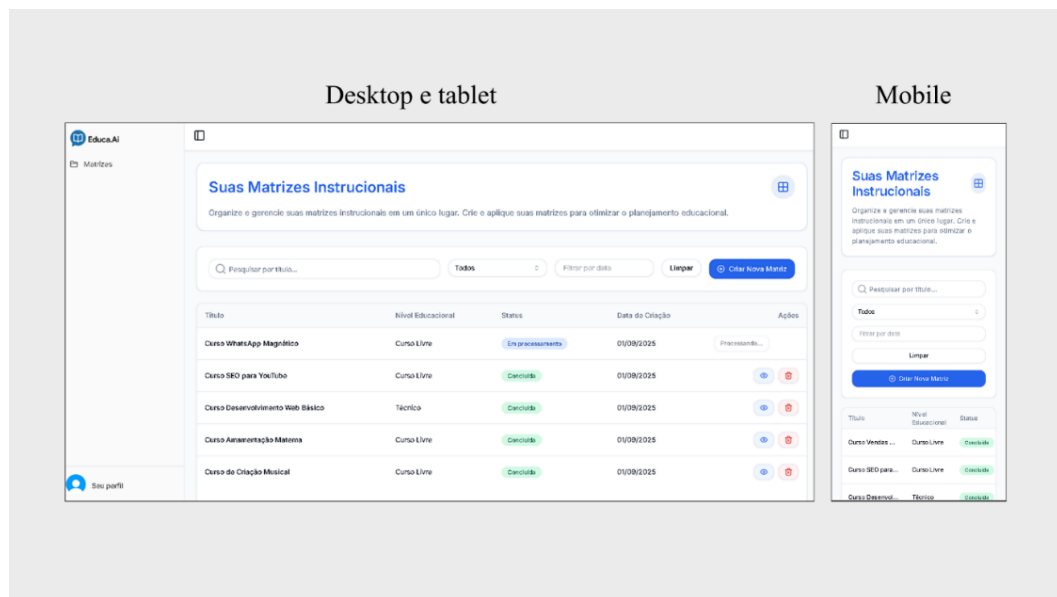
Figura 19 – Resultado da tela de login**Fonte:** O Autor

Já na Figura 20, observa-se a tela de cadastro, acessível em <https://educa-ai-tcc.netlify.app/sign-up>. Caso seja o primeiro acesso, o usuário deve informar e-mail e senha para criar sua conta. Em seguida, recebe um código de confirmação via e-mail e, ao inseri-lo corretamente, conclui o processo de registro com sucesso.

Figura 20 – Resultado da tela de cadastro**Fonte:** O Autor

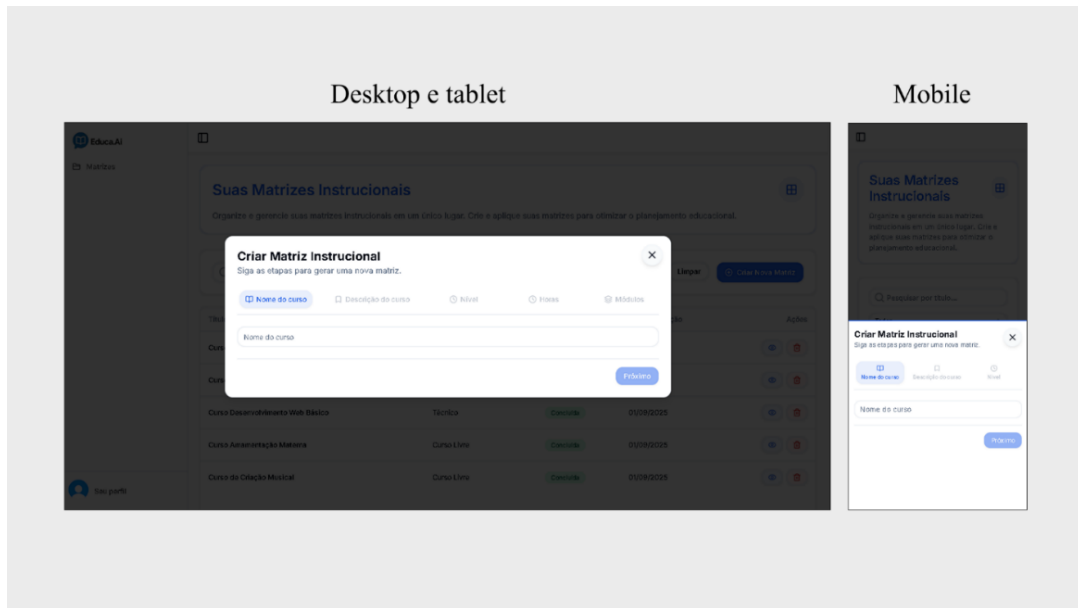
Posteriormente na Figura 21 temos a interface da visualização de todas as matrizes instrucionais: ela é acessada após a autenticação do usuário, disponível em <https://educa-ai-tcc.netlify.app/panel/dashboard>. Nessa seção, o usuário pode visualizar as matrizes em formato de tabela, verificar seus status de processamento, além de ter a opção de visualizar, deletar ou criar novas matrizes.

Figura 21 – Resultado da tela gerenciamento de matrizes



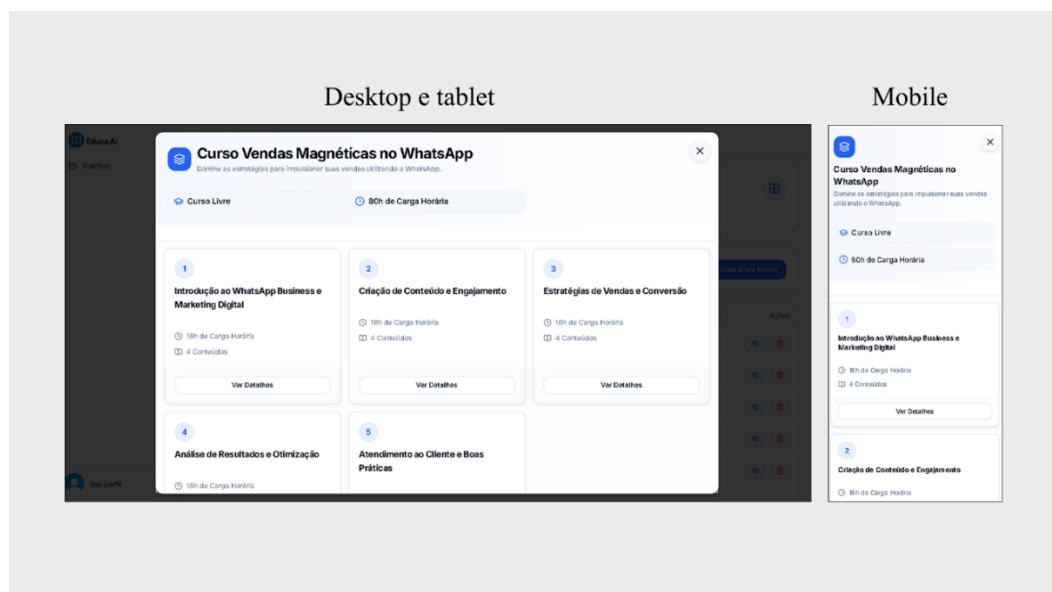
Fonte: O Autor

Na Figura 22 temos o formulário para geração da matriz: ao clicar no botão “Criar Nova Matriz”, o usuário inicia o processo de criação. As etapas incluem o preenchimento de campos como nome, descrição, nível educacional, carga horária e quantidade de módulos. Após completar o formulário, o usuário retorna à interface das matrizes e aguarda o retorno da inteligência artificial, que apresenta os seguintes status: "Em processamento", "Concluído" ou "Erro".

Figura 22 – Resultado da tela criação de matriz

Fonte: O Autor

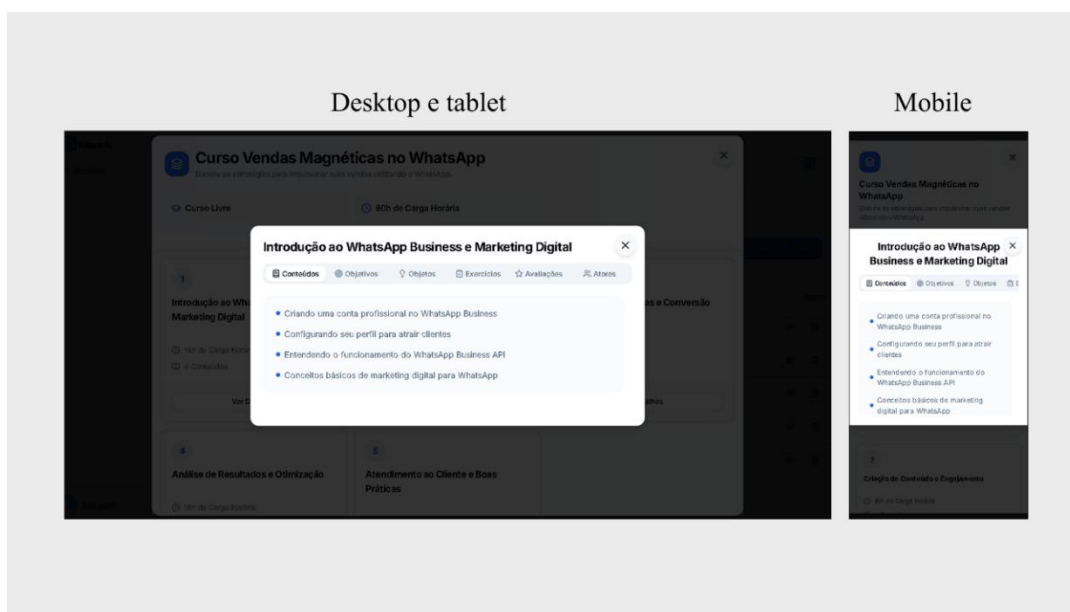
Temos na Figura 23 a interface visualização individual da matriz instrucional: após a geração bem-sucedida, o usuário pode visualizá-la na interface, onde são exibidos o nome do curso, a descrição e a carga horária total. Além disso, a tela apresenta as unidades de aprendizagem, incluindo o nome e a carga horária de cada uma.

Figura 23 – Resultado da tela da visualização da matriz

Fonte: O Autor

Ademais, na Figura 24 adentramos na interface das unidades de aprendizagem (módulos): ao clicar sobre uma unidade de aprendizagem, o usuário é direcionado para uma visualização detalhada organizada em guias. Cada guia contém informações sobre os conteúdos, objetivos, objetos de aprendizagem, exercícios, avaliações e os atores envolvidos

Figura 24 – Resultado da tela visualização das unidades de aprendizagem



Fonte: O Autor

Portanto, a utilização da biblioteca de componentes *opensource* ShadCN permitiu maior agilidade nesse processo de desenvolvimento, além de garantir uma padronização visual e funcional em todas as etapas da plataforma, desde o login até a visualização das unidades de aprendizagem. Cada etapa da interface foi pensada para facilitar a interação do usuário com os recursos disponíveis, promovendo uma experiência de uso agradável e sem obstáculos técnicos desnecessários.

5.2. Relatório do processamento do backend

Para a realização dos testes nos *endpoints* `api/v1/matriz-request` e `matrizes-instrucionais/{id}`, utilizou-se a ferramenta DevTools do navegador baseado em Chromium. Em primeiro momento, a autenticação foi realizada por meio de uma conta real, e as respostas da API foram analisadas na aba Network da referida ferramenta. Na Figura 25, apresentam-se os headers e o retorno 200 (OK) obtido na rota `matriz-request`.

Figura 25 - Headers da rota api/v1/matriz-request

Name	Headers	Preview	Response	Initiator	Timing	Cookies
app.css	General					
touch?_clerk_api_version=2025-04-10&_clerk_js...	Request URL		https://educa-ai-tcc.netlify.app/api/v1/matriz-requests			
cmfo9397d0001jv0ao9pirzun?_=1758130639942	Request Method		GET			
UcCO3FwrK3iLTeHuS_nVMrMxCp50Sjlw2boKodu...	Status Code		200 OK			
matriz-requests	Remote Address		54.232.119.62:443			
matriz-requests	Referrer Policy		strict-origin-when-cross-origin			
matriz-requests	Response Headers					
matriz-requests	Age		1			
tokens?_clerk_api_version=2025-04-10&_clerk_j...	Cache-Control		public,max-age=0,must-revalidate			
matriz-requests	Cache-Status		"Netlify Durable"; fwd=bypass			
matriz-requests	Cache-Status		"Netlify Edge"; fwd=stale			
matriz-requests	Content-Encoding		br			
tokens?_clerk_api_version=2025-04-10&_clerk_j...	Content-Type		application/json			
matriz-requests	Date		Wed, 17 Sep 2025 17:38:32 GMT			
matriz-requests	Expires		0			
matriz-requests	Netlify-Vary		query=_nextDataReq_rsc_header=x-nextjs-data x-next-debug-logging next-router-prefetch next-router-segment-prefetch next-router-state-tree next-url _rsc_cookie=__prerender_bypass _next_preview_data			
tokens?_clerk_api_version=2025-04-10&_clerk_j...	Pragma		no-cache			
matriz-requests	Server		Netlify			
matriz-requests	Strict-Transport-Security		max-age=31536000; includeSubDomains; preload			
matriz-requests	Surrogate-Control		no-store			

Fonte: O Autor

Com efeito, observam-se os resultados dessa consulta na aba *Response*, a qual revela todas as solicitações de matrizes geradas pelo usuário, bem como o respectivo status e conteúdo de cada uma delas, conforme ilustrado na Figura 26.

Figura 26 - Response da rota api/v1/matriz-request

Name	Headers	Preview	Response	Initiator	Timing	Cookies
app.css						
touch?_clerk_api_version=2025-04-10&_clerk_js...						
cmfo9397d0001jv0ao9pirzun?_=1758130639942						
UcCO3FwrK3iLTeHuS_nVMrMxCp50Sjlw2boKodu...						
matriz-requests						
matriz-requests						
matriz-requests						
matriz-requests						
matriz-requests						
matriz-requests						
tokens?_clerk_api_version=2025-04-10&_clerk_j...						
matriz-requests						
matriz-requests						
matriz-requests						
matriz-requests						
tokens?_clerk_api_version=2025-04-10&_clerk_j...						
matriz-requests						
matriz-requests						

Fonte: O Autor

Em sequência, foi testada a rota `api/v1/matrizes-instrucionais/{id}`, responsável por realizar consultas de todas as matrizes geradas, além de possibilitar sua exclusão quando

solicitada pelo usuário. A Figura 27 apresenta os *headers* necessários para a consulta dessa API, bem como o retorno 200 (OK) dessa rota.

Figura 27 - Headers da rota `api/v1/matriz-instrucionais{id}`

Name	Headers	Payload	Preview	Response	Initiator	Timing	Cookies
app.css	▼ General						
touch?_clerk_api_version=2025-04-10&clerk.js...	Request URL			https://educa-ai-tcc.netlify.app/api/v1/matrizes-instrucionais/cmfo9397d0001jv0ao9p...			
cmfo9397d0001jv0ao9pirzun?_=1758130639942	Request Method			GET			
UcCO3FwrK3iLTeHuS_nVMrMxCp50Sjlw2boKodu...	Status Code			200 OK			
matriz-requests	Remote Address			54.232.119.62:443			
matriz-requests	Referrer Policy			strict-origin-when-cross-origin			
matriz-requests	▼ Response Headers						
	Age			0			
	Cache-Control			public,max-age=0,must-revalidate			
	Cache-Status			"Netlify Durable"; fwd=bypass			
	Cache-Status			"Netlify Edge"; fwd=stale			
	Content-Encoding			br			
	Content-Type			application/json			
	Date			Wed, 17 Sep 2025 17:37:23 GMT			
	Netlify-Vary			query=_nextDataReq _rsc,header=x-nextjs-data x-next-debug-logging next-router-prefetch next-router-segment-prefetch next-router-state-tree next-url _rsc,cookie=_prerender_bypass _next_preview_data			
	Server			Netlify			
	Strict-Transport-Security			max-age=31536000; includeSubDomains; preload			
	Vary			RSC,Next-Router-State-Tree,Next-Router-Prefetch,Next-Router-Segment-Prefetch,Accept-Encoding			
	X-Content-Type-Options			nosniff			
	X-Nf-Request-Id			01K5CC18JX91E7GT1Y170AE42H			

Fonte: O Autor

A Figura 28 apresenta parcialmente a matriz instrucional gerada pelo usuário. O Response contempla todas as informações da matriz, a qual pode ser recuperada por meio do método POST, bem como excluída mediante o uso do método *DELETE*.

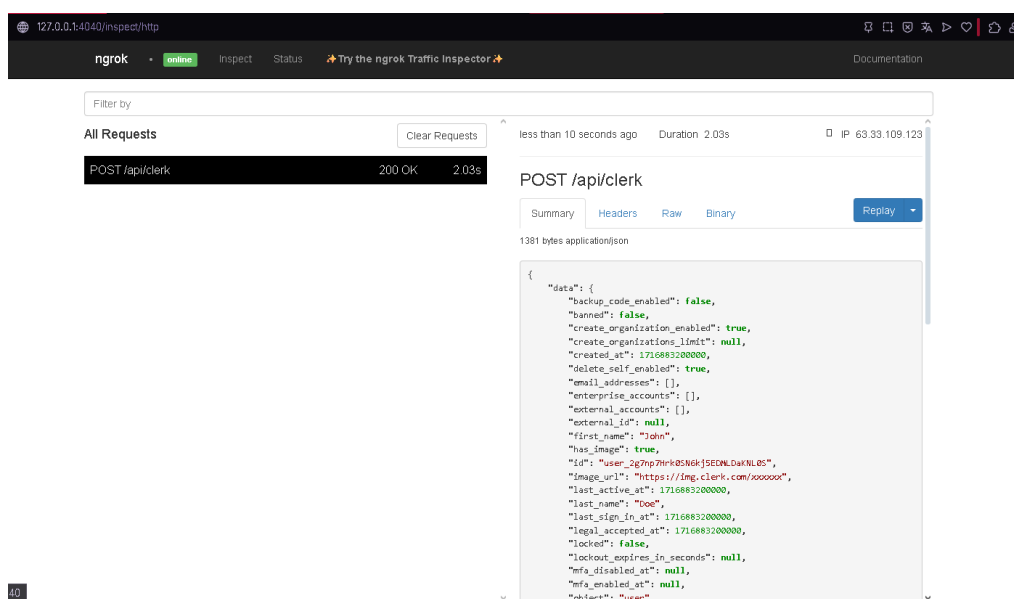
Figura 28 - Response da rota `api/v1/matriz-instrucionais{id}`

Name	Headers	Payload	Preview	Response	Initiator	Timing	Cookies
app.css	1	{					
touch?_clerk_api_version=2025-04-10&clerk.js...	-	"id": "cmfo9397d0001jv0ao9pirzun",					
cmfo9397d0001jv0ao9pirzun?_=1758130639942	-	"titulo": "Curso Edição de Vídeo",					
UcCO3FwrK3iLTeHuS_nVMrMxCp50Sjlw2boKodu...	-	"descricao": "Aprenda as técnicas essenciais de edição de vídeo.",					
matriz-requests	-	"nivelEducacional": "CURSO LIVRE",					
matriz-requests	-	"cargaHorariaTotal": 40,					
matriz-requests	-	"createdAt": "2025-09-17T17:23:21.818Z",					
matriz-requests	-	"usuarioId": 14,					
matriz-requests	-	"unidades": [
matriz-requests	-	{					
tokens?_clerk_api_version=2025-04-10&clerk.js...	-	"id": 137,					
matriz-requests	-	"titulo": "Introdução à Edição de Vídeo",					
matriz-requests	-	"cargaHoraria": 4,					
matriz-requests	-	"createdAt": "2025-09-17T17:23:41.916Z",					
matriz-requests	-	"matrizInstrucionalId": "cmfo9397d0001jv0ao9pirzun",					
	-	"atores": [
	-	{					
	-	"Professor apresenta os conceitos e softwares. Alunos realizam exercício					
	-	},					
	-	"avaliacoes": [
	-	"Quiz online"					
	-],					
	-	"conteudosProgramaticos": [
	-	"Conceitos básicos de edição de vídeo",					
	-	"Tipos de softwares de edição",					
	-	"Importância da pré-produção"					
	-],					
	-	"exerciciosFixacao": [
	-	"Exercícios práticos com exemplos de vídeo"					
	-],					

Fonte: O Autor

Outrossim, a rota de autenticação `api/clerk` foi testada por meio de duas ferramentas: Ngrok e Clerk Test Event. Com o Ngrok, foi criada uma URL temporária da aplicação; em seguida, esse link foi utilizado para realizar testes com a própria ferramenta de envio de eventos do Clerk. A Figura 29 apresenta o esquema JSON recebido do Clerk, bem como a correta manipulação dos dados, os quais foram cadastrados ou atualizados no banco de dados e retornaram com status 200 (OK).

Figura 29 – Teste da rota `api/clerk`



Fonte: O Autor

Por fim, realizamos um teste na rota `/api/gemini`, com o objetivo de verificar se ela gera a matriz no formato JSON, conforme solicitado. Para esse procedimento, preenchemos o formulário diretamente na interface e monitoramos os logs do terminal do VS Code. O resultado dessa etapa pode ser observado na Figura 30, na qual o esquema é gerado pela inteligência artificial de forma consistente e de acordo com os requisitos. Em seguida, os dados são salvos no banco de dados e exibidos na tela do usuário.

Tabela 11 - Dados do formulário para geração da matriz

Categoria	Detalhes
Título	Curso em Gastronomia
Descrição	Desenvolva um curso livre de gastronomia que aborde os fundamentos de técnicas de cozinha, confeitaria, gastronomia brasileira e internacional, empreendedorismo e outros tópicos. O curso deve ser voltado principalmente para profissionais já atuantes na área gastronômica ou pessoas interessadas em aprofundar seus conhecimentos técnicos.
Nível educacional	Livre
Carga Horária Total (h)	100
Quantidade Módulos (Unidades)	8 unidades

Fonte: O Autor

Com o objetivo de analisar e compreender melhor a matriz, apresentamos seus dados em formato de tabela, proporcionando uma visualização mais clara e facilitando a interpretação no contexto desta pesquisa. Os dados da matriz instrucional estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Matriz do curso gastronomia gerado pelo Educa.Ai

Categoria	Detalhes
Matriz Título	Curso de Gastronomia Profissional
Descrição	Aperfeiçoe suas habilidades culinárias com este curso intensivo, cobrindo técnicas de cozinha, confeitaria e empreendedorismo.
Nível Educacional	Curso Livre
Carga Horária Total (h)	100
Quantidade de Unidades	8
Unidade 1	Fundamentos da Cozinha
Carga Horária (h)	12h
Conteúdo Programático	Higiene e segurança alimentar Técnicas básicas de corte e preparo de alimentos Métodos de cozimento: brasagem, grelha, fritura, etc.

	Manipulação de ingredientes
Objetivos Educacionais	Compreender os princípios da higiene e segurança alimentar Dominar técnicas básicas de corte e preparo de alimentos Aplicar diferentes métodos de cozimento Manipular ingredientes com eficiência
Objetos de Aprendizagem	Aulas teóricas Demonstrações práticas Atividade prática em grupo
Exercícios de Fixação	Quiz online sobre higiene alimentar Preparo de um prato prático utilizando técnicas aprendidas
Avaliação da Aprendizagem	Observação prática durante as atividades Avaliação da receita preparada
Atores Envolvidos	Professor demonstra as técnicas e supervisiona as atividades práticas dos alunos.
Unidade 2	Fundamentos da Confeitaria
Carga Horária (h)	12h
Conteúdo Programático	Tipos de massas e coberturas Decoração de doces Preparo de diferentes tipos de bolos, tortas e doces Noções de açúcar e chocolate
Objetivos Educacionais	Identificar os diferentes tipos de massas e coberturas Desenvolver habilidades em decoração de doces Preparar diferentes tipos de bolos, tortas e doces Compreender as propriedades do açúcar e chocolate
Objetos de Aprendizagem	Aulas teóricas Demonstrações práticas Atividade prática individual
Exercícios de Fixação	Quiz online sobre tipos de massas Preparo de um doce utilizando as técnicas aprendidas
Avaliação da Aprendizagem	Observação prática durante as atividades Avaliação do doce preparado
Atores Envolvidos	Professor demonstra as técnicas e supervisiona as atividades práticas dos alunos.

Unidade 3	Gastronomia Brasileira
Carga Horária (h)	10h
Conteúdo Programático	Regionalismos culinários brasileiros Ingredientes típicos da culinária brasileira Receitas tradicionais brasileiras História da culinária brasileira
Objetivos Educacionais	Conhecer os regionalismos culinários brasileiros Identificar ingredientes típicos da culinária brasileira Preparar receitas tradicionais brasileiras Compreender a história da culinária brasileira
Objetos de Aprendizagem	Aulas teóricas Degustação de pratos típicos Pesquisa sobre ingredientes regionais
Exercícios de Fixação	Pesquisa sobre um prato regional específico Preparo de um prato regional
Avaliação da Aprendizagem	Apresentação do prato regional preparado Relatório sobre a pesquisa
Atores Envolvidos	Professor apresenta as características da culinária brasileira e orienta a pesquisa dos alunos.
Unidade 4	Gastronomia Internacional
Carga Horária (h)	10h
Conteúdo Programático	Culinária Italiana Culinária Francesa Culinária Mexicana Culinária Japonesa
Objetivos Educacionais	Conhecer as principais características da culinária italiana, francesa, mexicana e japonesa Identificar ingredientes e técnicas específicas de cada culinária
Objetos de Aprendizagem	Aulas teóricas Degustação de pratos internacionais
Exercícios de Fixação	Pesquisa sobre um prato internacional específico Apresentação oral sobre as características de uma culinária

	internacional
Avaliação da Aprendizagem	Apresentação oral
	Questionário sobre as características das culinárias
Atores Envolvidos	Professor apresenta as características das culinárias internacionais.

Unidade 5	Empreendedorismo na Gastronomia
Carga Horária (h)	12h
Conteúdo Programático	Planejamento de negócios Marketing e vendas Gestão financeira Legislação Tipos de negócio
Objetivos Educacionais	Elaborar um plano de negócios para um empreendimento gastronômico Desenvolver estratégias de marketing e vendas Controlar as finanças de um negócio Conhecer a legislação pertinente
Objetos de Aprendizagem	Aulas teóricas Estudo de caso Simulação de empreendimento
Exercícios de Fixação	Elaboração de um plano de negócio simplificado Apresentação de um plano de marketing
Avaliação da Aprendizagem	Avaliação do plano de negócio Apresentação do plano de marketing
Atores Envolvidos	Professor orienta a elaboração do plano de negócios e estratégias de marketing.

Unidade 6	Gestão de Custos e Cardápios
Carga Horária (h)	12h
Conteúdo Programático	Cálculo de custos de produção Preço de venda Margem de lucro Tipos de cardápios Controle de estoque

Objetivos Educacionais	Calcular o custo de produção de um prato Definir o preço de venda de um prato Determinar a margem de lucro Elaborar diferentes tipos de cardápios Controlar o estoque de ingredientes
Objetos de Aprendizagem	Aulas teóricas Exercícios práticos
Exercícios de Fixação	Cálculo de custos de produção de um prato Elaboração de um cardápio
Avaliação da Aprendizagem	Exercícios práticos de cálculo de custos e preços Avaliação do cardápio elaborado
Atores Envolvidos	Professor explica os conceitos e corrige os exercícios práticos dos alunos.
Unidade 6	Tendências da Gastronomia
Carga Horária (h)	10h
Conteúdo Programático	Alimentos funcionais Comida orgânica Gastronomia molecular Novas tecnologias na cozinha
Objetivos Educacionais	Conhecer as tendências atuais da gastronomia Compreender a importância dos alimentos funcionais e orgânicos Identificar as aplicações da gastronomia molecular Acompanhar as novas tecnologias aplicadas à cozinha
Objetos de Aprendizagem	Aulas teóricas Exercícios práticos
Exercícios de Fixação	Pesquisa sobre uma tendência específica Apresentação oral sobre uma tendência
Avaliação da Aprendizagem	Apresentação oral Questionário sobre as tendências
Atores Envolvidos	Professor apresenta as principais tendências e orienta a pesquisa dos alunos.
Unidade 7	Tendências da Gastronomia

Carga Horária (h)	10h
Conteúdo Programático	Alimentos funcionais Comida orgânica Gastronomia molecular Novas tecnologias na cozinha
Objetivos Educacionais	Conhecer as tendências atuais da gastronomia Compreender a importância dos alimentos funcionais e orgânicos Identificar as aplicações da gastronomia molecular Acompanhar as novas tecnologias aplicadas à cozinha
Objetos de Aprendizagem	Aulas teóricas Artigos e vídeos sobre as tendências
Exercícios de Fixação	Pesquisa sobre uma tendência específica Apresentação oral sobre uma tendência
Avaliação da Aprendizagem	Apresentação oral Questionário sobre as tendências
Atores Envolvidos	Professor apresenta as principais tendências e orienta a pesquisa dos alunos.

Unidade 8	Projeto Final
Carga Horária (h)	12h
Conteúdo Programático	Desenvolvimento de um projeto culinário completo (receita, custos, marketing) Apresentação final do projeto
Objetivos Educacionais	Desenvolver um projeto culinário completo, integrando os conhecimentos adquiridos Apresentar o projeto de forma clara e concisa
Objetos de Aprendizagem	Orientação individual Aulas de revisão Apresentação final
Exercícios de Fixação	Elaboração do projeto
Avaliação da Aprendizagem	Avaliação do projeto final Apresentação oral
Atores Envolvidos	Professor orienta os alunos no desenvolvimento e

apresentação do projeto final.

Fonte: O Autor

Após a geração do modelo pela inteligência artificial, é possível avaliar os elementos da matriz instrucional sob a ótica de Bloom (1956), verificando se os requisitos propostos na taxonomia foram atendidos de maneira adequada. Para tanto, analisamos como cada unidade age dentro da Taxonomia, criamos uma tabela com os seis níveis hierárquicos, em seguinte categorizamos como cada unidade age nessas fases do domínio cognitivo, conforme a Tabela 13.

Tabela 13 - Classificação das unidades por níveis da Taxonomia de Bloom

Unidade de aprendizagem	Nível na Taxonomia de Bloom	Verbos relacionados
Unidade 1 - Fundamentos da cozinha	Compreensão; Aplicação; Síntese.	Compreender, dominar, aplicar, manipular
Unidade 2 - Fundamentos da confeitaria	Memorização; Compreensão; Aplicação; Síntese.	Identificar, desenvolver, preparar, compreender
Unidade 3 - Gastronomia brasileira	Memorização; Compreensão; Aplicação; Síntese.	Conhecer, identificar, preparar, compreender
Unidade 4 - Gastronomia internacional	Memorização; Compreensão.	Conhecer, identificar
Unidade 5 - Empreendedorismo na gastronomia	Compreensão; Aplicação; Síntese.	Elaborar, desenvolver, controlar, conhecer
Unidade 6 - Gestão de custos e cardápios	Memorização; Compreensão; Aplicação; Síntese.	Calcular, definir, determinar, elaborar, controlar
Unidade 7 - Tendências da gastronomia	Memorização; Compreensão.	Conhecer, compreender, identificar, acompanhar
Unidade 8 - Projeto final	Síntese; Avaliação.	Desenvolver, apresentar

Fonte: O Autor

A análise da tabela demonstra como a inteligência artificial consegue compreender e aplicar eficazmente os princípios da Taxonomia de Bloom na concepção de matrizes instrucionais. O sistema demonstra capacidade de mapear objetivos educacionais em diferentes

níveis hierárquicos, criando uma progressão lógica que vai desde a compreensão de fundamentos básicos da cozinha e confeitaria até a avaliação exigida no projeto final.

É importante destacar que a distribuição dos níveis taxonômicos revela uma estrutura pedagógica bem fundamentada, onde as unidades iniciais enfatizam a construção de conhecimentos básicos (memorização e compreensão), progredindo para aplicação prática e síntese nas unidades intermediárias. O projeto final, apropriadamente posicionado como última unidade, incorpora os níveis mais elevados da taxonomia (síntese e avaliação), consolidando todo o aprendizado desenvolvido ao longo do curso.

Em suma, observa-se que cada unidade de aprendizagem incorpora ao menos dois elementos da Taxonomia de Bloom, proporcionando uma abordagem estruturada que guia o aluno de forma progressiva no processo de ensino-aprendizagem, garantindo o desenvolvimento de competências cognitivas de complexidade crescente e promovendo uma formação integral e eficaz.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa abordou a crescente necessidade de integração da inteligência artificial no cenário educacional, particularmente no contexto da Educação a Distância (EaD), onde a qualidade do ensino e o planejamento instrucional adequado representam desafios significativos. O problema central investigado consistiu em compreender como a utilização da inteligência artificial, por meio da ferramenta Educa.Ai, poderia auxiliar na concepção de matrizes instrucionais eficazes, alinhadas aos princípios do design instrucional.

Diante da problemática identificada sobre a necessidade de ferramentas que apoiem docentes designers na elaboração de planejamentos educacionais, desenvolveu-se uma solução tecnológica que combina os avanços da inteligência artificial generativa com os fundamentos teóricos do design instrucional, visando qualificar o processo de ensino-aprendizagem na modalidade EaD.

Considera-se que o objetivo geral da pesquisa foi plenamente atingido, uma vez que o Educa.Ai foi desenvolvido com sucesso como um artefato web funcional, baseado em inteligência artificial, capaz de apoiar na elaboração de matrizes alinhadas aos princípios do design instrucional. Assim, a ferramenta encontra-se disponível e operacional no endereço <https://educa-ai-tcc.netlify.app>.

Quanto aos objetivos específicos, constatou-se que todos foram alcançados conforme planejado. Foi realizado o levantamento bibliográfico sobre inteligência artificial, ensino a distância (EaD) e design instrucional. Em seguida, definiram-se os requisitos necessários para o desenvolvimento da ferramenta. Desenvolveu-se o design do sistema por meio de diagramas, estruturando a tecnologia e os fluxos de interação entre usuário, interface e serviços de backend. Na etapa seguinte, foi criada a interface (*frontend*), incluindo a elaboração de wireframes no Figma e a codificação com as tecnologias definidas. Paralelamente, desenvolveu-se o servidor (*backend*), contemplando a criação do banco de dados, das APIs, das integrações com serviços e do processamento de dados. Por fim, foram realizados testes de interface, processamento e qualidade, garantindo a eficiência e confiabilidade dos resultados gerados.

Os principais resultados obtidos demonstram a efetividade da abordagem proposta. O sistema desenvolvido apresenta funcionalidades completas de autenticação, geração, visualização e gerenciamento de matrizes instrucionais. A interface web, construída com *wireframes* e posteriormente com componentes da biblioteca ShadCN, oferece uma experiência de usuário intuitiva e responsiva, facilitando a navegação e operação por parte do usuário.

O *backend*, desenvolvido sobre uma arquitetura RESTful demonstrou capacidade consistente de processar solicitações de usuários, garantindo a integridade e a segurança das operações. A integração com serviços externos, notadamente a API Gemini para geração de conteúdo por inteligência artificial, revelou-se eficiente e estável, permitindo respostas rápidas e precisas. O Supabase, utilizado como sistema de gerenciamento de banco de dados, supriu plenamente os requisitos do artefato, proporcionando persistência confiável de dados, consistência transacional e suporte às operações de leitura e escrita necessárias para o correto funcionamento do sistema.

Destaca-se particularmente o resultado da avaliação qualitativa realizada com base na Taxonomia de Bloom que evidenciou a coerência pedagógica das matrizes geradas pela inteligência artificial. A análise do curso em gastronomia demonstrou que o sistema é capaz de produzir matrizes que contemplam adequadamente os níveis hierárquicos taxonômicos, atendendo aos critérios pedagógicos estabelecidos. Ou seja, o artefato mostra-se uma ferramenta capaz de auxiliar na elaboração de cursos à distância.

Outrossim, o código-fonte do projeto encontra-se disponível no repositório público do GitHub (<https://github.com/samuelamaro02/educa-ai>), configurado como software de código aberto, o que permite que outros pesquisadores e desenvolvedores tenham acesso completo à implementação e possam utilizá-la em futuras pesquisas ou adaptá-la para diferentes contextos educacionais.

Reconhece-se que o presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Primeiramente, a avaliação da qualidade das matrizes instrucionais baseou-se em análise qualitativa conduzida pelo próprio pesquisador, utilizando exclusivamente modelo taxonômico de Bloom como referencial. Uma avaliação mais robusta envolveria a participação de especialistas em design instrucional e docentes experientes para validação independentemente dos resultados.

Outra limitação refere-se ao escopo da avaliação, que se concentrou em um único curso de exemplo (gastronomia). Testes adicionais em diferentes áreas do conhecimento e níveis educacionais seriam necessários para confirmar a generalização dos resultados obtidos. Por fim, destaca-se que o estudo não incluiu a implementação efetiva da ferramenta em contextos reais de ensino, limitando-se ao desenvolvimento e teste do artefato tecnológico. A validação da eficácia pedagógica das matrizes geradas em situações reais de aplicação constitui uma lacuna a ser preenchida em investigações futuras.

Conclui-se, portanto, que o Educa.Ai representa uma contribuição para a integração consciente e metodologicamente fundamentada da inteligência artificial no processo

educacional. A ferramenta desenvolvida demonstra o potencial da IA como instrumento de apoio estratégico ao planejamento instrucional, oferecendo uma base sólida para futuras investigações e desenvolvimentos no campo da tecnologia educacional. A disponibilização do código como software livre amplia as possibilidades de colaboração científica e desenvolvimento comunitário, promovendo o avanço coletivo do conhecimento na área de design instrucional.

REFERÊNCIAS

- AGANETTE, Elisangela; ALVARENGA, Lídia; SOUZA, Renato Rocha. **Elementos constitutivos do conceito de taxonomia**. Informação & Sociedade, v. 20, n. 3, 2010.
- AUSUBEL, David Paul et al. **Educational psychology: A cognitive view**. [S.l.: s.n.], 1978.
- BARREIRO, Rommulo Mendes Carvalho. **Um breve panorama sobre o design instrucional**. [S.l.: s.n.], 2016.
- Bloom, B. S. **Taxonomy of educational objectives, Handbook 1: Cognitive domain**. Addison-Wesley Longman Ltd. New York: David McKay. 1956.
- CARDOSO, Fábio Santos et al. **O uso da Inteligência Artificial na Educação e seus benefícios: uma revisão exploratória e bibliográfica**. Revista Ciência em Evidência, v. 4, n. FC, p. e023002-e023002, 2023.
- COOPER, Alan et al. **About face: the essentials of interaction design**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2014.
- DA CUNHA ROCHA, Taciane; PILATTI, Luiz Alberto; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. **Catalisadores do crescimento: desvendando o aumento das matrículas na educação a distância**. Boletim de Conjuntura (BOCA), v. 17, n. 49, p. 529-543, 2024.
- DA SILVA, José Augusto Souza Gomes; COUTINHO, Diógenes José Gusmão. **Crescimento do ensino à distância após a pandemia no Brasil**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 10, n. 10, p. 3714-3722, 2024.
- DE LIMA, Joseli Maria Silva. **Tecnologias digitais e design instrucional: benefícios, desafios e caminhos para uma educação inovadora**. Revista Educação Contemporânea, v. 2, n. 2, p. 969-975, 2025.
- DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; JUNIOR, José Antonio Valle Antunes. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. [S.l.]: Bookman Editora, 2020.
- DURSO, Samuel de Oliveira. **Reflexões sobre a aplicação da inteligência artificial na educação e seus impactos para a atuação docente**. [S.l.: s.n.], 2024.
- FERRAZ, A. P. C. M.; Belhot, R.V. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais**. Gest. Prod. 17(2):421-431; 2010.
- FERREIRA, Breno Heleno. **Letramento em IA para educadores: um guia para uso crítico, criativo e formativo**. São José dos Campos, SP: Poliedro Sistema de Ensino; Diretoria de Inovação, 2025.
- FERREIRA, Marcello; RAMOS, Wilsa Maria; VELOSO, Braian Garrito. **Qualidade na EAD na perspectiva ecossistêmica**. Educação & Sociedade, v. 45, p. e284729, 2024.

FILATRO, Andrea. Design instrucional na prática. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.

FILATRO, Andrea; PICONEZ, Stela Conceição Bertholo. **Design instrucional contextualizado**. São Paulo: Senac, 2004. p. 27-29.

FONSECA, Maria Aparecida Rodrigues; HENRIQUES, Susana; ALVES, Jeferson Lisboa. **Educação a distância em foco: elementos essenciais para a qualidade da modalidade sob a perspectiva**. [S.l.: s.n.], 2025.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 67. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

GAVA, Tânia Barbosa Salles; NOBRE, Isaura Alcina Martins; SONDERMANN, Danielli Veiga Carneiro. **O modelo ADDIE na construção colaborativa de disciplinas a distância**. Informática na educação: teoria & prática, v. 17, n. 1, 2014.

HASKEL, Anna Claudia; DE SOUSA, Richard Perassi Luiz. **Design instrucional: interações com o ChatGPT**. In: ANAIS DO CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO–CIKI, 2023, [S.l.].

KALAKI, Clesio Junio et al. **O avanço do ensino remoto, o crescimento do ensino a distância e a importância do profissional de tutoria**. Research, Society and Development, v. 13, n. 1, p. e6713144779-e6713144779, 2024.

MAIESKI, Alessandra; CASAGRANDE, Ana Lara; ALONSO, Katia Morosov. **Educação a distância e qualidade: pauta urgente para as políticas públicas na educação superior**. EaD em Foco, v. 14, n. 2, p. e2166-e2166, 2024.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2004.

MAXIM, Bruce R.; PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software: uma abordagem profissional**. Porto Alegre: [s.n.], 2021.

MEZIROW, Jack. **Transformative dimensions of adult learning**. San Francisco: Jossey-Bass, 1991.

OLIVEIRA, Ana Emília Figueiredo de et al. (org.). **Produção de recursos autoinstrucionais para EaD: design instrucional para EAD**. São Luís: EDUFMA, 2023.

PEFFERS, Ken et al. **The design science research process: A model for producing and presenting information system research**. In: 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON DESIGN SCIENCE IN INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY (DESRIST), 2006, [S.l.]. p. 83-106.

PICÃO, Fábio Fornazieri et al. **Inteligência artificial e educação: como a IA está mudando a maneira como aprendemos e ensinamos**. Revista Amor Mundi, v. 4, n. 5, p. 197-201, 2023.

RAMOS, Anália Saraiva Martins et al. **Inteligência Artificial Generativa baseada em grandes modelos de linguagem-ferramentas de uso na pesquisa acadêmica**. 2023.

SANTAELLA, Lucia; KAUFMAN, Dora. **A inteligência artificial generativa como quarta ferida narcísica do humano**. MATRIZES, v. 18, n. 1, p. 37-53, 2024.

STAIANO, Fabio. **Designing and Prototyping Interfaces with Figma**: Learn essential UX/UI design principles by creating interactive prototypes for mobile, tablet, and desktop. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2022.

TAULLI, Tom. **Introdução à inteligência artificial**: uma abordagem não técnica. [S.l.]: Novatec Editora, 2020.

VASWANI, Ashish et al. **Attention is all you need**. Advances in neural information processing systems, v. 30, 2017.

APÊNDICE A – PROMPT PARA GERAÇÃO DA MATRIZ INSTRUCIONAL

```
function buildPrompt(params: GenerationRequestParams): string {
  return `
Com base no contexto do título "${params.tituloMatriz}"
e na descrição "${params.descricaoMatriz}",
crie uma matriz curricular detalhada.

A matriz deve seguir EXATAMENTE as seguintes especificações:
- Nível educacional: ${params.nivelEducacional}
- Carga horária total: ${params.cargaHorariaTotal} horas
- Quantidade de unidades de aprendizagem: ${params.quantidadeUnidadesAprendizagem}
unidades

Gere um novo título e descrição apropriados com base no contexto fornecido.

**Instruções para o título e descrição:**
- **tituloMatriz**: Deve ser curto e direto ao ponto, no formato "Curso + [Nome do curso]".
- **descricaoMatriz**: Uma descrição curta e direta sobre o curso.

**Estrutura do conteúdo programático:**
- Deve conter tópicos claros e objetivos, como no exemplo:
  - Definição e conceitos básicos
  - Diferença entre dificuldade e transtorno de aprendizagem
  - Principais características e impactos na vida acadêmica e social

**Objetivos educacionais:**
- Sempre no infinitivo, como nos exemplos:
  - Compreender o que são transtornos de aprendizagem
  - Diferenciar dificuldades comuns de transtornos específicos
  - Identificar impactos no desenvolvimento

**Atores:**
- Escolha entre três tipos de atores: Aluno, Professor ou Convidado.
- A descrição deve ser clara e objetiva, como nos exemplos:
  - "Professor dá aula teórica sobre composição fotográfica. Alunos devem sair pelo campus, tirar fotos de acordo com a composição ensinada."
  - "Convidamos um palestrante PhD para ensinar sobre fundamentos da programação."

A resposta deve ser um objeto JSON válido com a seguinte estrutura:
{
  "tituloMatriz": "Curso + [Nome do curso]",
  "descricaoMatriz": "Descrição curta e direta sobre o curso",
  "nivelEducacional": "${params.nivelEducacional}",
  "quantidadeUnidadesAprendizagem": ${params.quantidadeUnidadesAprendizagem},
  "cargaHorariaTotal": ${params.cargaHorariaTotal},
  "unidadesAprendizagem": [
    {
      "titulo": "nome da unidade",
      "conteudoProgramatico": ["tópico 1", "tópico 2", "..."],
      "objetivosEducacionais": ["objetivo 1", "objetivo 2", "..."],
      "cargaHoraria": número de horas da unidade,
      "objetosAprendizagem": ["objeto 1", "objeto 2", "..."],
      "exercicioFixacao": ["exercício 1", "exercício 2", "..."],
      "avaliacaoAprendizagem": ["avaliação 1", "avaliação 2", "..."],
      "atores": [
        { "descricao": "Descrição do papel dos atores" }
      ]
    },
    ...
  ]
}

Forneça somente o objeto JSON sem explicações adicionais.
`;
}
```