



# Sistema Inteligente para Criação de Avaliações Objetivas com Apoio de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs)

Celiane Silva Santos <sup>\*1</sup>, Cid Vinicius Vasconcelos de Jesus <sup>†1</sup>,  
Diego de Sousa Silva <sup>‡1</sup>, Felipe Guimarães Pinheiro <sup>§1</sup>, Vitor  
Vinicius Vasconcelos da Silva <sup>¶1</sup>, Flávio Dusse <sup>||1\*</sup>

<sup>1</sup> Análise e Desenvolvimento de Sistemas  
Escola de Computação e Tecnologia da Informação (ECTI)  
Universidade Católica do Salvador (UCSAL)  
Av. Prof. Pinto de Aguiar, 2589 Pituaçu, CEP: 41740-090  
Salvador/BA, Brasil

<sup>1</sup> {*celiane.santos,cidvinicius,diegosousa.silva,felipe.pinheiro,vitorvinicius.silva*}@ucsal.edu.br

<sup>1\*</sup> {*flavio.dusse*}@pro.ucsal.edu.br

20 de janeiro de 2026

---

\*celiane.santos@ucsal.edu.br

†cidvinicius@ucsal.edu.br

‡diegosousa.silva@ucsal.edu.br

§felipe.pinheiro@ucsal.edu.br

¶vitorvinicius.silva@ucsal.edu.br

||flavio.dusse@pro.ucsal.edu.br

## Resumo

Um dos grandes desafios para os docentes brasileiros do período escolar é o acompanhamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. As avaliações contínuas como parte desse processo despendem tempo considerável, podendo dificultar o acompanhamento individualizado dos alunos durante o ano letivo. A inclusão de ferramentas digitais no âmbito educacional surge como um forte aliado para auxiliar as atividades diárias dos docentes, promovendo maior agilidade, interatividade e personalização do processo de ensino-aprendizagem. A ferramenta WEB Prova Fácil foi desenvolvida para apoiar professores do ensino médio brasileiro na criação e correção de provas objetivas similares ao Exame Nacional do Ensino Médio, com o auxílio de um Modelo de Linguagem de Grande Escala (LLM), e uma interface amigável, proporcionando o fortalecimento de práticas avaliativas mais eficientes e ágeis. A pesquisa demonstra avanços significativos em três dimensões principais: eficiência operacional, com uma redução notável no tempo necessário para a criação e correção de provas; personalização, por meio da geração de questões que se alinham às competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC); e diagnóstico preciso, capaz de identificar lacunas de aprendizagem dos estudantes por meio de uma análise automatizada dos resultados.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial; LLM; Avaliação na Educação Básica.

## ***Abstract***

*One of the great challenges for Brazilian teachers during the school year is monitoring students in the teaching-learning process. Continuous assessments as part of this process consume considerable time, which can hinder individualized student monitoring throughout the school year. The inclusion of digital tools in the educational field emerges as a strong ally to assist teachers' daily activities, promoting greater agility, interactivity, and personalization of the teaching-learning process. The WEB tool Prova Fácil was developed to support Brazilian high school teachers in creating and correcting objective tests similar to the National High School Exam, with the aid of a Large Scale Language Model (LLM), and a user-friendly interface, providing the strengthening of more efficient and agile assessment practices. The research demonstrates significant advances in three main dimensions: operational efficiency, with a notable reduction in the time required for the creation and correction of tests; personalization, through the generation of questions that align with the competencies of the National Common Curriculum Base (NCCB); and precise diagnosis, capable of identifying students' learning gaps through an automated analysis of the results.*

**Keywords:** Artificial Intelligence; LLM; Assessment in Basic Education.

# 1 Introdução

O processo avaliativo contínuo representa uma importante etapa no processo do ensino-aprendizagem escolar brasileiro, pois busca aferir conhecimentos e competências visando o desenvolvimento de habilidades dos discentes (MEC, 2025). Entretanto, é perceptível que existem dificuldades nessa etapa para os docentes do ensino médio, diante da realidade educacional existente no Brasil:

- A primeira delas consiste na elaboração de avaliações direcionadas aos temas propostos do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).
- A segunda dificuldade consiste na elaboração e correção dessas avaliações, especialmente em cenários com grande número de alunos por turma (realidade principalmente nas escolas públicas do Brasil).

Esse cenário desafiador dos educadores tem proporcionado a busca por soluções tecnológicas no âmbito da digitalização na educação que otimizem esse processo sem comprometer a qualidade pedagógica, visando um futuro em que ferramentas possam ajudar aos professores para atender às necessidades dos alunos no contexto atual (MORETTO; DAMETTO, 2018).

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) à educação tem sido objeto de pesquisa acadêmica há mais de três décadas. Investigando a aprendizagem escolar, apoiando a educação formal, reunindo a interdisciplinaridade das ciências de aprendizagem (educação, psicologia, neurociência, linguística, sociologia e antropologia), com o intuito de promover o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem adaptativos e outras ferramentas de IA que sejam flexíveis, inclusivas, personalizadas, envolventes e eficazes (LUCKIN; HOLMES, 2016). Nos últimos anos, houve um avanço significativo impulsionado pelos Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), cuja capacidade de processamento, geração e adaptação de conteúdos educacionais redefiniu tanto o escopo das aplicações quanto o potencial transformador da IA na educação.

## 1.1 Justificativa

A avaliação é um componente essencial no processo educativo, pois possibilita a reflexão sobre a prática pedagógica, o acompanhamento da aprendizagem dos alunos e a reorientação das estratégias de melhorias para ensino escolar. No contexto brasileiro, ela assume um papel ainda mais crucial devido às desigualdades educacionais, servindo como ferramenta para identificar e superar deficiências no sistema de ensino (HOFFMANN, 2003).

Nesse contexto, o desenvolvimento de uma ferramenta web automatizará a criação de exames, alinhado ao processo contínuo de avaliação e acompanhamento de aprendizagem.

A ferramenta será um suporte aos docentes que poderão avaliar com maior rapidez o conteúdo ministrado nas aulas.

## 1.2 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é criar uma ferramenta web denominada Prova Fácil utilizando LLM para elaboração de avaliações rápidas, para apoiar o processo de acompanhamento da aprendizagem escolar para apoiar os professores do ensino médio brasileiro no processo de avaliação contínua e acompanhamento da aprendizagem escolar.

## 1.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são os seguintes:

- Otimizar o processo contínuo de avaliação, possibilitando maior frequência em suas aplicações;
- Apoiar o corpo docente nas avaliações escolares preparativas para o ENEM;
- Avaliar a ferramenta desenvolvida junto a uma amostra do corpo docente do ensino médio de escolas baianas.

# 2 Referencial Teórico

## 2.1 ENEM: Uma Breve Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio, conhecido popularmente como ENEM instituído em 1998, tem como principal objetivo avaliar o desempenho escolar dos estudantes ao término da educação básica brasileira. O exame modificou-se e aperfeiçoou-se ao longo dos anos, sofrendo algumas modificações, tornando-se mais acessível a todos os jovens e não jovens brasileiros, concluintes do ensino médio em escola pública ou em caso de vulnerabilidade socioeconômica com direito a isenção da taxa de inscrição (INEP, 2025).

No ano de 2004, o Programa Universidade para Todos (PROUNI) começou a usar a nota do ENEM para conceder bolsas de estudos integrais e parciais aos participantes de baixa renda segundo os critérios do governo federal. Em 2009, o referido exame aperfeiçoou sua metodologia e passou a ser utilizado como um dos instrumentos de acesso à educação superior no país pelas principais universidades públicas e privadas. Além do Brasil, o ENEM é também utilizado em Portugal desde 2014, pelas principais universidades (INEP, 2025).

Diante disso, alguns autores trazem discussões sobre o exame ser utilizado como indicador de qualidade do ensino médio. Segundo, Presoti (2012, apud Rocha e Ferreira 2020):

[...] O ENEM passou a representar para a educação brasileira um indicador de qualidade, legitimado como termômetro da qualidade e medida de qualidade, confirmando o entendimento de que o Exame é representado como o principal indicador nacional de qualidade do ensino médio, a partir de publicações que possibilitam a identificação de “escolas campeãs”, as quais são apresentadas como exemplo de sucesso a ser seguido para o alcance dessa posição no campeonato (ROCHA; FERREIRA, 2020, p.11).

O ENEM com mais de vinte anos de história na educação brasileira vem aprimorando-se e renovando-se para melhorar a avaliação da educação básica no Brasil além de mudar a realidade social de muitos brasileiros no país, assumindo papel crucial na identificação de lacunas e na promoção de equidade sendo uma referência para modelo democrático de ensino-aprendizagem (INEP, 2025).

## 2.2 Avaliação no Processo de Ensino-Aprendizagem: Uma Breve Abordagem

A discussão desse tópico centra-se na avaliação do processo de ensino-aprendizagem de maneira breve e sucinta, especificamente no que se refere à importância da avaliação, sem uma análise aprofundada dos aspectos pedagógicos e do currículo escolar brasileiro, bem como as Bases Nacional Comum Curricular, Leis de Diretrizes e Bases e Plano Nacional de Educação.

A avaliação escolar cumpre um papel vital no processo de ensino-aprendizagem, se configurando como um componente essencial, na medida em que fornece subsídios para a sua análise, permitindo ao docente projetar propósitos, métodos e conteúdos, demonstrando como o processo de ensino está acontecendo (FERREIRA, 2003). A avaliação é fundamental para a educação é inerente e inseparável dela, desde que seja entendida como um processo de problematização, questionamento e reflexão sobre a ação educativa (HOFFMANN, 2003).

Segundo os autores Datrino *et al.*, (2010), a avaliação é um processo contínuo, reflexivo e interativo, focado em entender e apoiar a aprendizagem de cada aluno individualmente. A avaliação deve servir para diagnosticar as dificuldades e os erros dos alunos. Por conseguinte, o educador pode agir para ajudá-los a superar tais obstáculos, sempre com o objetivo de promover a aprendizagem.

O processo de ensino-aprendizagem vem modificando-se e modernizando-se, tornando-se cada vez mais tecnológico acompanhado de recursos tecnológicos que ajudam no desenvolvimento pedagógico das avaliações. Nesse contexto, o Governo Federal desenvolveu uma plataforma digital denominada Plataforma de Avaliação e Acompanhamento de Aprendizagens articulando esforços nas esferas da: União, Estados, Distrito Federal e Municípios para ofertar estratégias com foco na melhoria dos índices de aprendizagem dos estudantes por meio da superação das defasagens objetivando de verificar com maior pre-

cisão as desigualdades de aprendizagem e elaborar ações pedagógicas específicas (MEC, 2025).

Além da União, algumas instituições de ensino superior como a Universidade Federal do Ceará (UFC) tem regulamentado (Portaria nº 36/PRPPG/UFC) o uso da IA, a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação tem como objetivo “formar uma comunidade acadêmica mais consciente e responsável, em que docentes, discentes e orientadores tenham ainda mais clareza sobre os limites éticos da produção científica” (UFC, 2025). Recentemente o Estado do Piauí, por meio da Secretaria da Educação (Seduc), implantou a disciplina de IA nas Escolas Públicas da Rede Estadual, sendo o primeiro território das Américas a incluir a disciplina de IA na grade curricular das Escolas Públicas da Educação Básica, onde recebeu reconhecimento internacional, sendo premiado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e Cultura (UNESCO) (SEDUC, 2025).

### 2.3 Tecnologia e Educação

Nas últimas décadas, o cenário educacional vem modificando e experimentado transformações profundas impulsionadas pelo avanço acelerado das tecnologias digitais. A era da Educação 4.0, ao integrar inovações tecnológicas e pedagógicas, desafia os modelos de ensino tradicionais. Esse novo paradigma exige que instituições, docentes e estudantes se adaptem, reconfigurando seus respectivos papéis e práticas (THEOBALD et al., 2025).

Na educação 4.0 a tecnologia possui papel central e estratégico impulsionador de mudanças e transformações. Essa transição no panorama educacional tem suscitado novas oportunidades no processo de ensino-aprendizagem, introduzindo tecnologias inovadoras, tais como: IA, realidade virtual/aumentada, internet das coisas e aprendizado de máquina, que vem desempenhando um papel fundamental na transformação educacional (Schwab, 2016, apud Lamattina, 2023, p. 07).

Diante de um futuro moldado por tecnologias emergentes, instituições de ensino ao redor do globo reavaliam suas estruturas pedagógicas e curriculares para garantir a formação adequada das novas gerações. Vale ressaltar que a tecnologia sozinha não soluciona problemas educacionais, principalmente no Brasil, onde existem profundas desigualdades educacionais. Para que a Educação 4.0 seja bem sucedida é necessário uma abordagem integrada, em que a tecnologia seja utilizada de forma alinhada aos objetivos educacionais e às melhores práticas pedagógicas, sendo imprescindível uma parceria sólida entre educadores, especialistas em tecnologias e pesquisadores (LAMATTINA, 2023).

A tecnologia não é um fruto inevitável do progresso, mas uma construção social resultante de escolhas estratégicas em contextos históricos específicos. Nessa relação, sociedade e objetos técnicos se moldam reciprocamente (PEIXOTO; ARAÚJO, 2012).

### 2.3.1 Inteligência Artificial

Há tempos que os inventores sonham em criar máquinas semelhantes ao raciocínio humano. Esse desejo remonta pelo menos à Grécia Antiga, as figuras da mitologia como Pigmalião, Dédalo e Hefesto podem ser interpretadas como inventores lendários, e Galateia, Talos e Pandora podem ser consideradas formas de vida artificial (GOODFELLOW; BENGIO; COURVILLE, 2016).

Quando os computadores programáveis foram concebidos pela primeira vez, as pessoas se perguntavam se tais máquinas poderiam se tornar inteligentes, mais de cem anos antes de uma ser construída (Lovelace, 1842, apud Goodfellow; *et al.*, 2016 ). Hoje a IA é um campo em franca expansão em que se propõe a elaborar dispositivos que simulem a capacidade humana de raciocinar, perceber, tomar decisões e resolver problemas, enfim, a capacidade de ser inteligente (BARBOSA; PORTES, 2023).

A IA é uma área em constante crescimento, repleta de aplicações práticas e temas de pesquisa atuais. Utilizamos sistemas inteligentes para automatizar tarefas rotineiras, interpretar linguagem e imagens, auxiliar no diagnóstico médico e fomentar a investigação científica. Nos primórdios da IA, o foco esteve na resolução de problemas complexos para o ser humano, porém simples para máquinas, ou seja, aqueles que podiam ser definidos por regras matemáticas precisas. Contudo, o grande desafio que se impôs foi solucionar tarefas que são triviais para os humanos, mas difíceis de descrever de modo formal: atividades que realizamos de forma intuitiva e quase automática, como reconhecer uma fala ou identificar rostos em imagens (GOODFELLOW; BENGIO; COURVILLE, 2016).

A IA tem sido amplamente pesquisada e aprimorada em grande escala nos últimos anos. Atualmente a IA está presente em diversas áreas, com o desenvolvimento de grandes inovações tecnológicas que estão sendo aplicadas em setores antes considerados improváveis para o uso dessa tecnologia, ramificada em diversos campos, resultando em tecnologias cada vez mais sofisticadas (GOMES, 2010).

### 2.3.2 Large Language Model (LLM)

O *Large Language Model*, do inglês traduzido como: Modelo de Linguagem Grande Escala, é uma das maiores inovações na área da IA. Os LLMs representam um avanço significativo na IA, abrindo novas possibilidades para geração e compreensão de linguagem natural. Esses sistemas consistem em redes neurais complexas que contêm bilhões de parâmetros, sendo treinados com massivas quantidades de dados textuais (frequentemente na ordem de gigabytes ou terabytes) coletados da Internet. Esse treinamento emprega técnicas avançadas de aprendizado supervisionado e por reforço, permitindo que os modelos desenvolvam capacidades linguísticas sofisticadas (ESSEL et al., 2024).

Os LLMs transcendem a condição de meras ferramentas tecnológicas sofisticadas, destacando-se por suas características únicas que lhes conferem versatilidade em múlti-

plos contextos. Esses sistemas adaptam-se a diferentes cenários, sendo capazes de realizar desde análise de dados textuais até o resumo de informações e o suporte ao processo de aprendizagem (VOGEL; RAMOS; FRANZONI, 2025). Segundo Essel *et al.*, (2024), recentemente, tem havido um crescente fascínio por LLMs de IA e sua aplicação prática, estimulando inovações revolucionárias em diversos setores globalmente, com os LLMs dando contribuições influentes.

No âmbito educacional, essa versatilidade mostra-se especialmente promissora. Os LLMs demonstram potencial para personalizar o aprendizado, adaptando conteúdos às necessidades específicas de cada estudante e auxiliando educadores no planejamento e na implementação de estratégias pedagógicas mais eficazes (VOGEL *et al.*, 2025). Observa-se uma tendência crescente de implementação da quinta geração da internet, também denominada Internet das Coisas (IoT). Esse avanço tem gerado um entusiasmo significativo pela integração entre o ensino e a aprendizagem mediados por IA, incluindo o uso de LLMs (Al Darayseh 2023, apud Essel *et al.*, 2024 p. 02)

### 2.3.3 LLM e Seu Contexto na Educação

A aplicação da IA à educação tem sido objeto de pesquisa acadêmica há mais de 30 anos. O campo investiga os processos de aprendizagem em diversos ambientes, abrangendo desde o contexto escolar formal até situações informais como o local de trabalho. Seu propósito é dar suporte à educação formal e à aprendizagem continuada. Para isso, promove uma convergência entre a IA e as ciências da aprendizagem (Educação, Psicologia, Neurociência, Linguística, Sociologia e Antropologia). Nessa interdisciplinaridade, surgem soluções como ambientes de aprendizagem adaptativos e outras ferramentas de IA educacional que priorizam a flexibilidade, a inclusão, a personalização, o engajamento e a eficácia (LUCKIN; HOLMES, 2016)

[...] Além de ser o motor por trás de grande parte da tecnologia educacional “inteligente”, a IA na Educação também é uma ferramenta poderosa para desvendar o que às vezes é chamado de “caixa preta da aprendizagem”, proporcionando-nos uma compreensão mais profunda e detalhada de como a aprendizagem realmente acontece (LUCKIN; HOLMES, 2016).

De acordo com Elkins *et al.*, (2023), a Geração de Texto Controlável (GTC) por meio de grandes modelos de linguagem tem potencial para revolucionar a educação, tanto para professores quanto para alunos. A criação de questões diversificadas e de alta qualidade, por exemplo, poderia reduzir a carga de trabalho docente e elevar o padrão dos materiais educacionais. No entanto, mesmo com os avanços recentes na área, ainda não está claro se os educadores consideram as perguntas geradas suficientemente úteis para o contexto escolar ou se, pelo contrário, elas apresentam falhas e conteúdo pedagogicamente inadequado.

[...]No contexto da IA, a tarefa de geração de perguntas envolve a criação de perguntas coerentes e relevantes com base em informações fornecidas e respostas desejadas (Bulathwela *et al.*, 2023, apud Freitas, 2025).

As perguntas são um dos métodos mais básicos utilizados pelos professores para ensinar. Como esse método de aprendizagem é tão amplo, ele utiliza muitas taxonomias organizacionais que adotam diferentes abordagens para dividir as perguntas em grupos. Um exemplo popular é a taxonomia de Bloom, que divide o material educacional em categorias com base nos objetivos de aprendizagem do aluno. Outro exemplo é uma taxonomia de nível de dificuldade, que geralmente divide as perguntas em 3 categorias: fácil, médio e difícil. Ao combinar a Geração de Texto Controlável (GTC) com essas taxonomias de perguntas, abrimos possibilidades para a geração de perguntas, incentivando os LLMs a atender às especificações do domínio educacional (ELKINS *et al.*, 2023).

Os avanços nos modelos recentes no aprendizado profundo impulsionaram o uso de modelos sequência a sequência se tornando os mais proeminentes. Esses modelos produzem perguntas de alta qualidade a partir de conjuntos de dados que incluem contexto e resposta esperada. No entanto, sua aplicação prática é limitada pela dependência de sistemas externos para identificar as respostas relevantes que alimentam o processo (FREITAS, 2025).

### 3 Metodologia

O desenvolvimento do sistema *ProvaFácil* foi estruturado a partir de um método ágil utilizando **Scrum**<sup>1</sup>, com sprints quinzenais organizadas dispostos em um quadro Kanban<sup>2</sup>. Essa escolha metodológica buscou garantir maior flexibilidade, adaptação a mudanças e alinhamento constante com as necessidades pedagógicas dos professores.

A arquitetura do sistema foi projetada de forma modular, responsável por oferecer uma interface responsiva e intuitiva, os aspectos técnicos e infraestrutura foram preparados para assegurar robustez, segurança e escalabilidade. O armazenamento dos dados foi realizado em banco relacional garantindo consistência e eficiência no gerenciamento das informações.

Para a geração automática de questões no estilo do ENEM, o sistema integrou-se a um LLM, acessado via API da Groq. Essa integração possibilitou a criação de questões contextualizadas a partir de critérios definidos pelo professor, aplicando técnicas de *prompt engineering* para assegurar alinhamento com a matriz de competências do Ensino Médio.

<sup>1</sup> Scrum é um framework ágil para gerenciamento de projetos, baseado em iterações chamadas sprints. SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff. Guia do Scrum. [S. l.]: Scrum.org, 2020. Disponível em: <https://scrumguides.org/>. Acesso em: 12 set. 2025.

<sup>2</sup> Kanban é um método de gestão visual que permite o acompanhamento do fluxo de trabalho por meio de cartões organizados em colunas, facilitando o controle das atividades e a identificação de gargalos. ANDERSON, David J. Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business. Redmond: Microsoft Press, 2010.

Como destacam Luckin e Holmes (2016), a aplicação da IA na educação pode contribuir para ambientes de aprendizagem mais personalizados, inclusivos e eficazes, o que reforça a relevância da proposta deste projeto.

### 3.1 Requisitos do Sistema

Segundo Sommerville (2011), os requisitos de software podem ser classificados em funcionais e não funcionais. Os **requisitos funcionais** descrevem os serviços, funções e comportamentos que o sistema deve oferecer, enquanto os **requisitos não funcionais** estabelecem restrições e atributos de qualidade, como desempenho, segurança, confiabilidade e usabilidade. A correta definição desses requisitos é essencial, pois garante que o sistema atenda às expectativas do usuário e mantenha padrões de qualidade durante sua operação (SOMMERVILLE, 2011).

#### 3.1.1 Requisitos Funcionais

- RF01: Permitir cadastro e autenticação de professores;
- RF02: Gerar questões de múltipla escolha com base em tema e nível de dificuldade;
- RF03: Armazenar questões em banco relacional;
- RF04: Compor avaliações personalizadas com cabeçalho e gabarito, exportáveis em PDF;
- RF05: Utilizar o modelo LLM para geração automática das questões com base em prompts personalizados.

#### 3.1.2 Requisitos Não Funcionais

- RNF01: Interface responsiva e de fácil navegação;
- RNF02: Backend seguro, escalável e com APIs RESTful;
- RNF03: Baixa latência na comunicação com o modelo LLM;
- RNF04: Compatibilidade da exportação com múltiplos sistemas operacionais;
- RNF05: Separação clara entre as camadas do sistema (frontend, backend e persistência);
- RNF06: Estrutura de código modular, facilitando manutenção e extensões futuras.

## 3.2 Tecnologias Utilizadas

É necessário entender a distinção entre os termos *frontend* e *backend*. O *frontend* corresponde à interface com a qual o usuário final interage diretamente, é a apresentação visual do sistema. Já o *backend* processa os dados do sistema e garante que todas as requisições feitas pelo *frontend* sejam executadas nos "bastidores". E de maneira lacônica o LLM é um sistema de inteligência avançada, no qual há treinamentos com um imenso conjunto de dados (estruturados e não estruturados).

### 3.2.1 Frontend

O *frontend* foi desenvolvido com **React.js**<sup>3</sup>, utilizando a biblioteca para manter a consistência visual e responsividade. A estruturação de componentes reutilizáveis garantiu a escalabilidade e facilidade de manutenção da interface.

### 3.2.2 Backend

O *backend* foi construído com **Java**<sup>4</sup>, e **Spring Boot**<sup>5</sup>, adotando arquitetura em camadas e comunicação via APIs RESTful. Essa estrutura permitiu segurança, flexibilidade e integração eficiente com o modelo LLM. O banco de dados relacional utilizado foi o **PostgreSQL**<sup>6</sup>, armazenando informações sobre professores, questões e avaliações.

### 3.2.3 LLM Utilizada

Para a geração automática de questões, foi utilizado o modelo **Groq**<sup>7</sup>, acessado por meio de API externa. Técnicas de *prompt engineering* foram aplicadas para garantir precisão e alinhamento das questões com a matriz de competências do Ensino Médio.

## 3.3 Etapas do Desenvolvimento

- **Sprint 1** - Planejamento do projeto, definição de escopo e levantamento inicial de requisitos.
- **Sprint 2** - Escolha das tecnologias e modelagem da base do sistema.

---

<sup>3</sup> React é uma biblioteca JavaScript para criação de interfaces de usuário, mantida pela Meta Open Source. Disponível em: <https://react.dev/>. Acesso em: 12 set. 2025.

<sup>4</sup> Java é uma linguagem de programação orientada a objetos, amplamente utilizada em aplicações corporativas.

<sup>5</sup> Spring Boot é um framework Java que simplifica a criação de aplicações, fornecendo configuração automática e suporte a microsserviços. Disponível em: <https://spring.io/projects/spring-boot>. Acesso em: 12 set. 2025.

<sup>6</sup> PostgreSQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional de código aberto, mantido pela Oracle. Disponível em: <https://www.postgresql.org/docs/> Acesso em: 15 set. 2025.

<sup>7</sup> Groq é um modelo de linguagem de grande escala (LLM) especializado em raciocínio e geração de texto, disponibilizado via API. Disponível em: <https://groq.com/>. Acesso em: 12 set. 2025.

- **Sprint 3** - Integração com o modelo LLM e estudo de técnicas de prompt engineering.
- **Sprint 4** - Estruturação inicial do backend com autenticação e cadastro de usuários.
- **Sprint 5** - Desenvolvimento da lógica de geração de provas de estudo e armazenamento em banco.
- **Sprint 6** - Conexão do frontend com backend para visualização e gerenciamento de provas.
- **Sprint 7** - Implementação da exportação em PDF e gabarito associado.
- **Sprint 8** - Decisão final de design: aplicação apenas física, consolidando o fluxo criar → salvar → imprimir.
- **Sprint 9** - Refino das funcionalidades, correção de inconsistências e testes de usabilidade.
- **Sprint 10** - Estabilização do sistema e preparação para entrega.
- **Sprint 11** - Execução de testes unitários e de integração para validação técnica do sistema.
- **Sprint 12** - Validação com professores da educação básica e entrega oficial do MVP v1.0.0.

### 3.4 Modelo C4

Para descrever e documentar a arquitetura do sistema *ProvaFácil*, foi utilizado o modelo **C4** (*Context, Container, Component, Code*), uma abordagem que visa representar diferentes níveis de uma visão arquitetural de forma clara e acessível tanto para desenvolvedores quanto para stakeholders.

O modelo C4 foi escolhido por sua capacidade de oferecer uma visão hierárquica e compreensível da estrutura do sistema, desde o seu contexto geral até a decomposição em componentes específicos. A seguir, são apresentados os quatro níveis do modelo:

- **Diagrama de Contexto:** Apresenta a visão geral do sistema *ProvaFácil* em relação aos seus usuários (professores) e sistemas externos (serviços de autenticação e API de modelo LLM).
- **Diagrama de Contêiner:** Detalha os principais contêineres da aplicação, como frontend, backend e banco de dados, evidenciando como eles interagem entre si.

- **Diagrama de Componentes:** Foca na organização interna do backend, mostrando os principais módulos do sistema, como geração de questões, autenticação, exportação e persistência de dados.
- **Diagrama de Código:** Representa a estrutura interna de um componente específico em níveis de classes, métodos ou arquivos, evidenciando detalhes da implementação. Esse nível fornece uma visão precisa de como o código está organizado dentro de um componente-chave da aplicação.

Os diagramas representados nas figuras 1 a 4 foram construídos utilizando os princípios do modelo C4 para garantir maior clareza arquitetural, facilitar a manutenção e orientar futuras expansões do sistema.

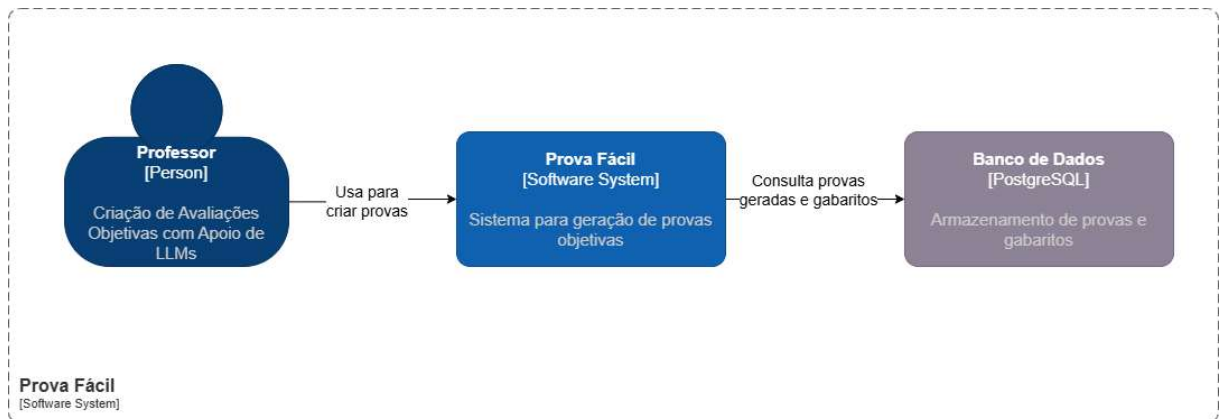


Figura 1 – Diagrama de Contexto

Fonte: elaborado pelos autores

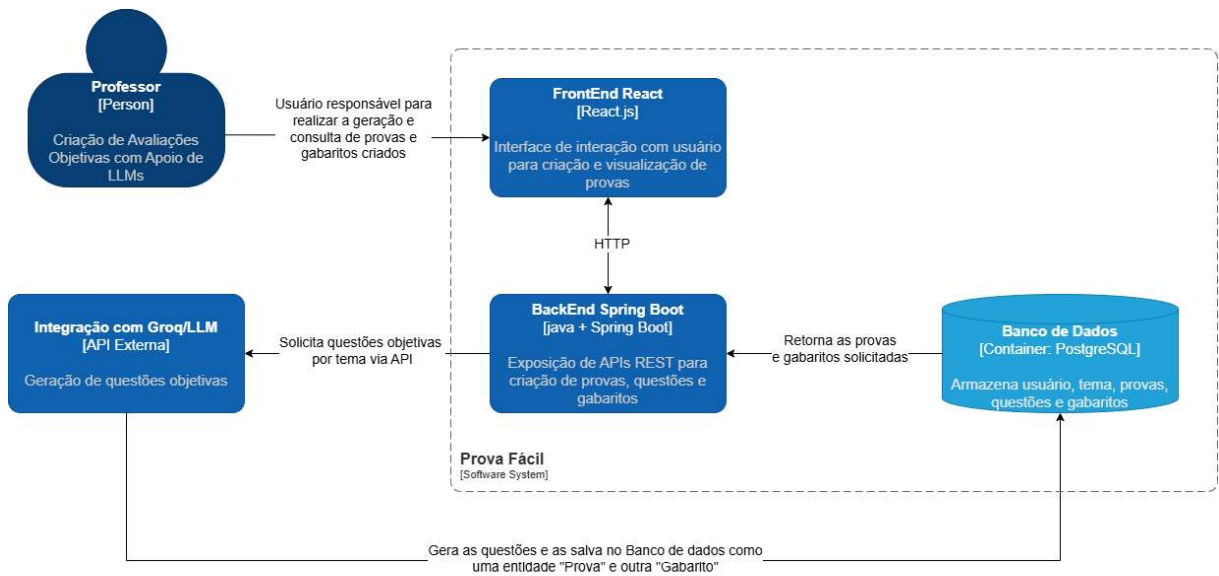


Figura 2 – Diagrama de Contêiner

Fonte: elaborado pelos autores

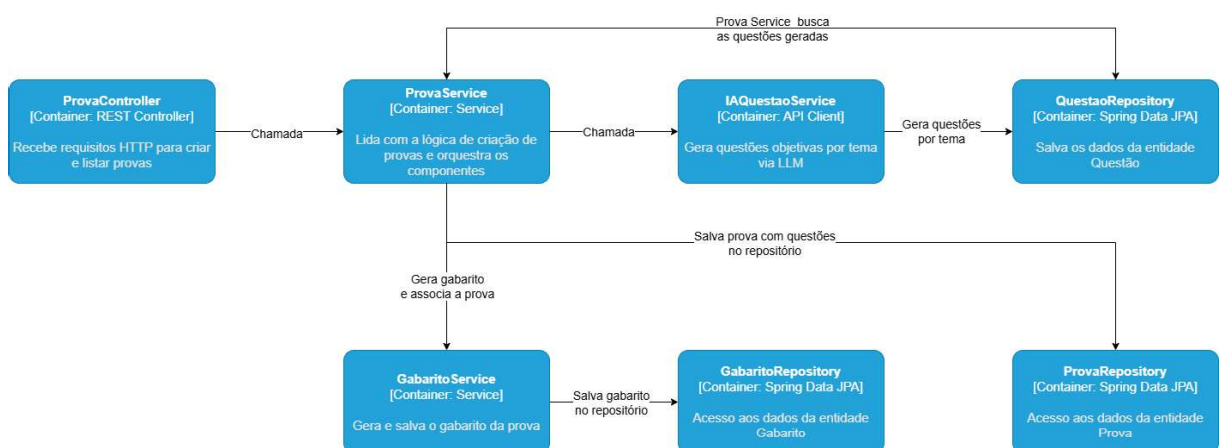


Figura 3 – Diagrama de Componentes

Fonte: elaborado pelos autores

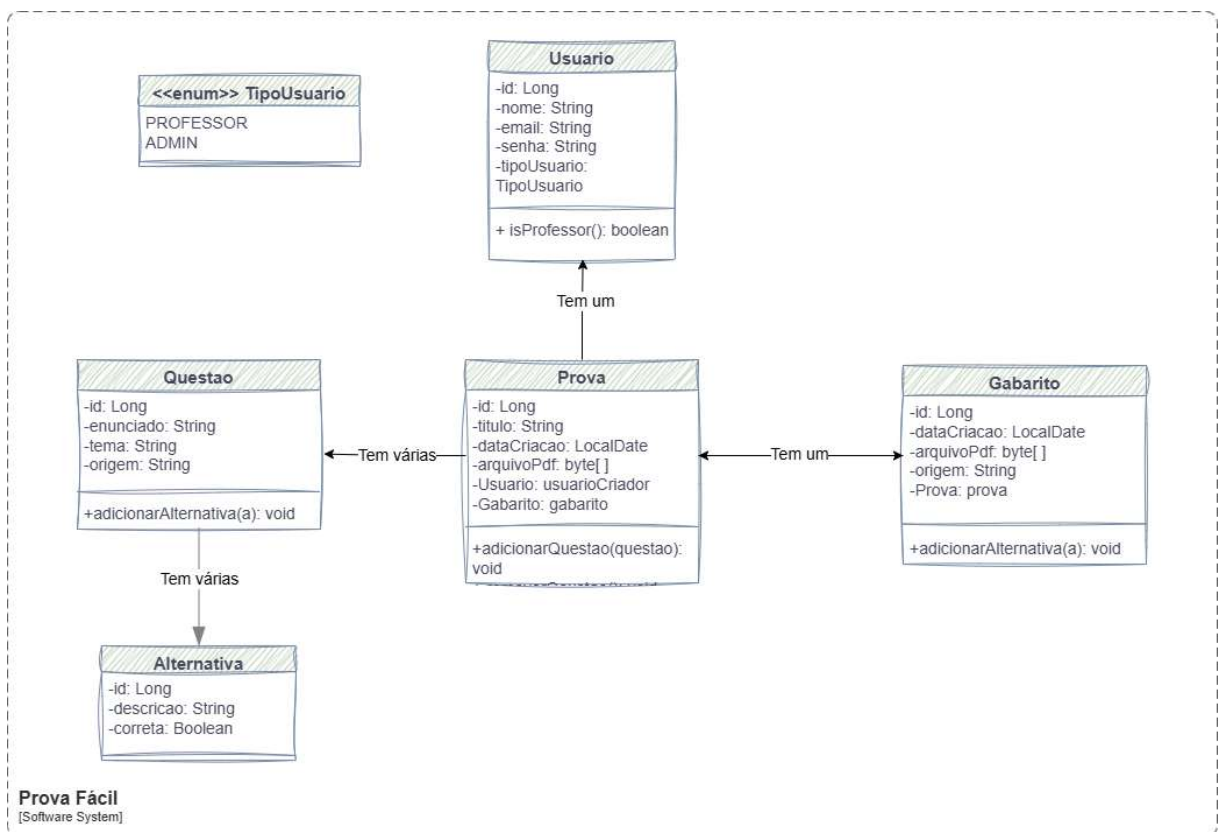


Figura 4 – Diagrama de Código

Fonte: elaborado pelos autores

## 3.5 Testes e Validações

Testes e validação são fundamentais para garantir que um sistema funcione corretamente, atenda aos requisitos e ofereça confiabilidade ao usuário. A validação do sistema foi realizada por meio de:

- **Testes unitários:** Com a biblioteca JUnit para verificar individualmente os módulos do backend;
- **Testes de integração:** Utilizando Postman, foram avaliadas as comunicações entre frontend, backend e LLM;
- **Validação com usuários:** Professores testaram a aplicação em situações reais de uso, fornecendo feedback sobre usabilidade, relevância pedagógica e alinhamento com o ENEM.

## 4 Projeto

A essência da **Prova Fácil** está em permitir que professores gerem provas temáticas de forma rápida, prática e personalizada. A partir do tema informado (ex: *Mudanças Climáticas, Trigonometria, Brasil Colônia*), o sistema envia esse conteúdo como prompt para o modelo *llama-3.3-70b-versatile*, que retorna cinco questões inéditas de múltipla escolha para fixação do conteúdo de apoio para as provas do ENEM, incluindo alternativas e indicação da resposta correta.

Embora as questões sigam a estrutura típica do ENEM, elas não são extraídas diretamente de provas reais. Em vez disso, o modelo gera novo conteúdo com base na linguagem, nos temas e na abordagem pedagógica utilizadas pelo exame, permitindo avaliações mais alinhadas às práticas atuais de ensino.

### 4.1 Infraestrutura Tecnológica

O sistema adota uma arquitetura *cliente-servidor*. No lado cliente, o professor acessa a interface via navegador e insere o tema desejado. No backend, estrutura um prompt no formato JSON e envia à API da *Groq*, que utiliza o modelo *llama-3.3-70b-versatile* para gerar as questões. A resposta, também em JSON, é processada automaticamente, armazenada no *PostgreSQL* e exibida ao usuário, com opção para exportar a prova e o gabarito em PDF.

Essa integração proporciona baixa latência e alta eficiência, mesmo em dispositivos com baixo desempenho.

Nesse contexto, a baixa latência refere-se à capacidade do sistema de responder rapidamente às solicitações do usuário, com mínimo tempo entre a requisição e a resposta.



Figura 5 – Tela de geração automática de provas com base em temas definidos pelo professor

Fonte: elaborado pelos autores

Esse desempenho é resultado de escolhas arquiteturais que reduzem processamento desnecessário, organizam adequadamente as camadas da aplicação e otimizam o acesso aos dados, garantindo uma experiência mais responsiva e eficiente.

## 4.2 Engenharia de Prompt e Geração de Conteúdo

A geração das questões é feita a partir de um *prompt* cuidadosamente elaborado, que orienta a IA a retornar exatamente cinco questões com enunciado, alternativas e indicação da correta, respeitando a seguinte estrutura representada na Figura 7:

Essa estrutura garante consistência na geração, validação automática no backend e integração direta com o banco de dados.

## 4.3 Inovação Tecnológica e Aplicação Pedagógica

A **Prova Fácil** representa uma inovação no contexto educacional ao empregar modelos generativos de IA na criação de conteúdo avaliativo. Enquanto soluções tradicionais exigem a formulação manual de questões, o Prova Fácil automatiza esse processo com base em temas informados, garantindo agilidade, coerência temática e padronização.

A ferramenta permite que professores economizem tempo na construção de provas, mantendo o rigor pedagógico e a relevância dos conteúdos cobrados. Além disso, o sistema oferece um caminho para integrar tecnologias emergentes no planejamento didático, valorizando o uso ético e eficaz da IA na educação.



Figura 6 – Interface de gerenciamento que exibe as provas previamente geradas, permitindo ao professor visualizar tanto o conteúdo da prova quanto o seu gabarito

Fonte: elaborado pelos autores

```
[
  {
    "enunciado": "Texto da pergunta...",
    "tema": "Tema central da questão",
    "origem": "ENEM 2019",
    "alternativas": [
      {"descricao": "Texto da alternativa A", "correta": false},
      {"descricao": "Texto da alternativa B", "correta": true},
      {"descricao": "Texto da alternativa C", "correta": false},
      {"descricao": "Texto da alternativa D", "correta": false},
      {"descricao": "Texto da alternativa E", "correta": false}
    ]
  }
]
```

Figura 7 – Estrutura JSON esperada na resposta do modelo LLM

Fonte: elaborado pelos autores

Essa abordagem não apenas economiza tempo dos educadores, mas também incentiva o uso de ferramentas tecnológicas no planejamento escolar. A integração com *Groq* garante desempenho, enquanto a estrutura modular, que divide o sistema em partes independentes, reduzindo o acoplamento e aumentando a coesão, permite futuras expansões, como integração com banco de questões manuais ou personalização por nível de dificuldade. Além disso, a separação entre camadas, módulos funcionais e componentes externos, torna o sistema mais manutenível, escalável e preparado para evoluções futuras.

## 5 Resultados e Discussões

Nesta Seção, serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise da usabilidade da ferramenta Prova Fácil. As respostas foram compiladas no Google Forms (plataforma do Google) por meio de gráficos de pizza e barra.

Para testar a usabilidade do sistema, foi realizada uma amostra de oito educadores de escolas públicas e particulares abrangendo diversas disciplinas, como Geografia, Educação Física, Química, Literatura, Manutenção e Instalação de Computadores. Os participantes lecionam em diferentes séries do Ensino Médio, do 1º ao 3º ano, o que contribuiu para uma análise mais ampla da aplicabilidade da ferramenta.

Os resultados apontaram uma grande aceitação da interface e da proposta funcional do sistema. Todos os professores (100%) afirmaram que o sistema é fácil de utilizar e que a navegação entre as telas foi intuitiva (Figura 08), e que não encontraram dificuldade ao utilizar o sistema, o que reforça o cumprimento dos requisitos não funcionais de usabilidade e responsividade.

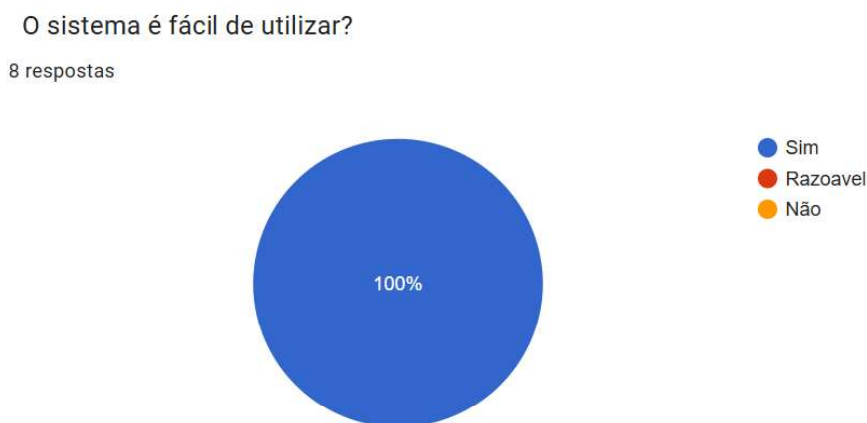


Figura 8 – Gráfico 01

Fonte: elaborado pelos autores

Quanto às funções pedagógicas, 87,5% dos professores afirmaram que o sistema atendeu às suas necessidades no processo de elaboração de avaliações, enquanto 12,5% indicaram que ainda há pontos a melhorar (Figura 09). Apesar dessa minoria, todos os participantes avaliaram que o processo de geração de provas e gabaritos é prático, destacando a agilidade proporcionada pela integração com LLM na criação das questões.

Em relação à satisfação geral, o Prova Fácil recebeu avaliações muito positivas: 75% dos professores atribuíram nota 10 ao sistema, enquanto os demais distribuíram notas entre 8 e 9 (Figura 10). Esses resultados sugerem que a ferramenta cumpre seu papel de otimizar o processo de criação de avaliações, reduzindo o tempo dedicado a essa tarefa e oferecendo suporte alinhado aos conteúdos do ensino médio.

As funções do sistema atenderam suas necessidades como professor?

8 respostas

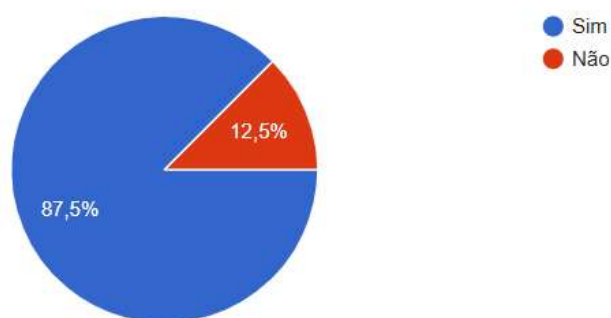


Figura 9 – Gráfico 02

Fonte: elaborado pelos autores

Em uma escala de 0 a 10, qual nota você daria ao sistema?

8 respostas

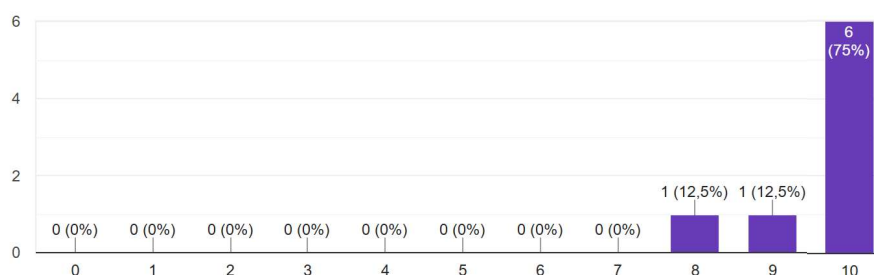


Figura 10 – Gráfico 03

Fonte: elaborado pelos autores

A análise dos dados evidencia que a solução é viável, funcional e bem aceita pelos usuários finais. A facilidade de uso, a rapidez na geração de questões e a estrutura organizada das provas reforçam o potencial da ferramenta como apoio pedagógico, consolidando o que as pesquisas indicam sobre o impacto positivo das tecnologias baseadas em IA no ambiente educacional.

## 6 Considerações Finais

A ferramenta Prova Fácil evidencia como a integração de LLMs na educação pode transformar processos avaliativos, combinando precisão técnica com as diretrizes pedagógicas nacionais. Além dos ganhos técnicos, os resultados da pesquisa realizada com professores do Ensino Médio que testaram e validaram o sistema reforçam sua efetividade prática. Entre os oito docentes participantes, 75% atribuíram nota máxima (10) ao sistema, en-

quanto os demais avaliaram com notas 8 e 9, evidenciando alta aprovação geral. Da mesma forma, 87,5% afirmaram que as funcionalidades do Prova Fácil atenderam plenamente às suas necessidades como professores, demonstrando forte aderência às demandas reais da sala de aula e à aplicabilidade pedagógica da ferramenta.

Os resultados destacam avanços principais: (1) eficiência operacional, com redução significativa no tempo de criação e correção de provas; (2) personalização, ao gerar questões adaptadas às competências da Base Nacional Comum Curricular; e (3) diagnóstico preciso, identificando lacunas de aprendizagem por meio de análise automatizada.

Desafios como mitigação de vieses e segurança de dados permanecem como áreas para investigação futura. Contudo, a proposta abre caminho para a democratização de ferramentas de IA na educação, fortalecendo a equidade e a qualidade do ensino, conforme previsto no Plano Nacional de Educação. A pesquisa e seus resultados reforçam o papel transformador da IA como aliada pedagógica, desde que implementada com rigor ético e alinhamento às políticas educacionais.

## Referências

BARBOSA, L. M.; PORTES, L. A. F. A inteligência artificial. *Revista Tecnologia Educacional [on line]*, Rio de Janeiro, n. 236, p. 16–27, 2023.

ELKINS, S. et al. How useful are educational questions generated by large language models? In: SPRINGER. *International Conference on Artificial Intelligence in Education*. [S.l.], 2023. p. 536–542.

ESSEL, H. B. et al. Chatgpt effects on cognitive skills of undergraduate students: Receiving instant responses from ai-based conversational large language models (llms). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Elsevier, v. 6, p. 100198, 2024.

FERREIRA, M. d. L. d. S. M. Avaliação no processo ensino-aprendizagem: uma experiência vivenciada. *Revista Brasileira de Educação Médica*, SciELO Brasil, v. 27, n. 01, p. 12–19, 2003.

FREITAS, D. A. Uma plataforma de avaliação de grandes modelos de linguagem aplicados à geração de questões educacionais para avaliações diagnósticas de língua portuguesa. *Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Software)-Campus de Quixadá, Universidade Federal do Ceará*, 2025.

GOMES, D. d. S. Inteligência artificial: conceitos e aplicações. *Revista Olhar Científico*, v. 1, n. 2, p. 234–246, 2010.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. *Deep Learning*. [S.l.]: MIT Press, 2016. <<http://www.deeplearningbook.org>>, Acessado em 01 de outubro de 2025.

HOFFMANN, J. *Avaliação: mito e desafio: uma perspectiva construtivista*. [S.l.]: Editora Mediação, 2003.

INEP. *ENEM*. 2025. Acesso em 12 de outubro de 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem>>.

LAMATTINA, A. d. A. Educação 4.0: transformando o ensino na era digital. *Formiga, MG: Editora Union*, 2023.

LUCKIN, R.; HOLMES, W. Intelligence unleashed: An argument for ai in education. UCL Knowledge Lab, 2016.

MEC. *Plataforma de avaliação e acompanhamento das aprendizagens*. 2025. Acessado em 19 de outubro de 2025. Disponível em: <[https://avaliacaoaprendizagensanosfinais.mec.gov.br/#!/pagina-inicial](https://avaliacaoaprendizagensanos finais.mec.gov.br/#!/pagina-inicial)>.

MORETTO, I. M.; DAMETTO, J. Desafios educacionais da era digital: adversidades e possibilidades do uso da tecnologia na prática docente. *Revista Perspectiva*, v. 42, p. 77–87, 2018.

PEIXOTO, J.; ARAÚJO, C. H. d. S. Tecnologia e educação: algumas considerações sobre o discurso pedagógico contemporâneo. *Educação & Sociedade*, SciELO Brasil, v. 33, p. 253–268, 2012.

ROCHA, P. D. P.; FERREIRA, M. O enem como política de avaliação: efeitos na educação básica e na produção de sujeitos. *Educação, Ciência e Cultura*, v. 25, n. 1, p. 253–266, 2020.

SEDUC. *Programa de ensino de Inteligência Artificial nas Escolas Públicas da Rede Estadual do Piauí ganha prêmio da Unesco*. 2025. Acessado em 19 de outubro de 2025. Disponível em: <<https://www.seduc.pi.gov.br/noticias/noticia/13087/programa-de-ensino-de-inteligencia-artificial-nas-escolas-publicas-da-rede->>.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. ISBN 978-85-7605-932-9.

THEOBALD, A. A. d. R. F. et al. Tecnologia na educação: desafios e oportunidades no uso de metodologias ativas na prática docente. *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 8, p. e17503–e17503, 2025.

VOGEL, D.; RAMOS, A. M.; FRANZONI, A. M. B. Transformando a educação com large language models (llms): benefícios, limitações e perspectivas. *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 4, p. e13846–e13846, 2025.

## Anexo A – Questionário de Avaliação da Usabilidade do Sistema Prova Fácil

Este anexo apresenta o formulário utilizado para a coleta de dados junto aos professores participantes da pesquisa, aplicado por meio da plataforma Google Forms. O questionário serviu de base para a obtenção dos resultados apresentados na seção de Resultados e Discussões.

# Formulário Professores

Formulário para avaliação do sistema **Prova Fácil**, destinado a professores do ensino médio.

\* Indica uma pergunta obrigatória

---

1. Nome: \*

2. Instituição de ensino: \*

3. Disciplina: \*

4. Qual série do ensino médio ministra aulas? \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Primeiro Ano  
 Segundo Ano  
 Terceiro Ano

5. O sistema é fácil de utilizar? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Razoavel  
 Não

6. A navegação entre as telas é intuitiva? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

7. Você encontrou alguma dificuldade ao usar o sistema? Se sim, qual? \*

---

---

---

---

---

8. As funções do sistema atenderam suas necessidades como professor? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

9. O processo de geração de provas e gabaritos é prático? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

10. Em uma escala de 0 a 10, qual nota você daria ao sistema? \*

*Marcar apenas uma oval.*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

---

---