

Question Hub: Uma Plataforma para elaboração e compartilhamento de questões objetivas moderada por inteligência artificial

Lailson Santana Alves

*Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Vitória da Conquista - BA
lailsonbit@gmail.com
ORCID: 0009-0001-6326-5888*

Gidevaldo Novais dos Santos

*Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Vitória da Conquista - BA
gnovais@uesb.edu.br
ORCID 0000-0003-3170-0715*

Abstract—Este artigo apresenta o desenvolvimento do Question Hub, uma plataforma web destinada à elaboração, ao compartilhamento, à resolução, ao comentário e à avaliação de questões objetivas por estudantes, com apoio de inteligência artificial para moderação de conteúdo. A proposta parte da necessidade de ampliar estratégias de aprendizagem ativa e colaborativa, especialmente em contextos nos quais questões de múltipla escolha são utilizadas como recurso de estudo, revisão e avaliação. Metodologicamente, o trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza exploratória, orientada pela Design Science Research, utilizada como referência para a identificação do problema, a definição dos objetivos, o levantamento de requisitos, o desenvolvimento do artefato e sua verificação preliminar. O sistema foi concebido com funcionalidades como cadastro de usuários, criação de questões, indicação da alternativa correta, justificativa, comentários, avaliação por pares, filtros por disciplina, acompanhamento de desempenho, versionamento e moderação automática por inteligência artificial. Em razão da ausência de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, não foi realizada avaliação final com estudantes, professores ou usuários externos. Assim, os resultados não comprovam efeitos pedagógicos, mas indicam a construção de um artefato funcional, tecnicamente implementado e fundamentado na literatura. Conclui-se que o Question Hub apresenta potencial para apoiar práticas educacionais ativas e colaborativas, demandando validações empíricas futuras.

Index Terms—aprendizagem ativa; software educativo; questões objetivas; inteligência artificial; Design Science Research.

I. INTRODUÇÃO

A utilização de softwares educativos como ferramentas de ensino, aprendizado e suporte às atividades educacionais têm se tornado cada vez mais comum no ambiente escolar e acadêmico.[1] já previa esse efeito da tecnologia na educação, mesmo em uma época na qual a computação ainda tinha diversas limitações e não era de acesso ao público geral. Segundo o autor, o computador poderia se tornar uma ferramenta fundamental no processo de ensino e aprendizado, uma vez que um indivíduo poderia interagir ativamente com uma máquina e construir conhecimento a partir dessa interação.

[1] estava certo, os métodos de aprendizagem ativa quebraram o paradigma de que um aluno deveria ser um mero receptor de informações, tais métodos contribuem para um

ambiente escolar mais propício à construção de conhecimento, maior autonomia dos estudantes na resolução de problemas e desenvolvimento de projetos, além da mudança da figura do professor na sala de aula [2].

Logo, elaborar métodos direcionados a aprendizagem ativa e aliar tais métodos a softwares educativos podem ser abordagens potenciais para criação de novas formas de ensino e aprendizado. Para tanto, como seria possível viabilizar que estudantes possam construir conhecimento elaborando questões objetivas por meio de uma ferramenta tecnológica, disponível online?

Nesse sentido, este trabalho visa desenvolver uma ferramenta web, que tem como proposta permitir que alunos de uma universidade pública, construam conhecimento elaborando questões de múltipla escolha. Questões desse tipo são predominantes em exames de concursos e vestibulares em geral, provas de avaliação de desempenho como Exame nacional de desempenho dos estudantes (ENADE) e de ingresso à pós-graduação como Exame nacional para ingresso na pós-graduação (POSCOMP), exames usados como meio de avaliação desses alunos.

Uma das formas de se preparar para esses exames é através da realização de simulados que visam criar um contexto parecido com que o candidato encontrará no dia da avaliação. No entanto, um dos grandes problemas relacionados com a resolução de questões de múltipla escolha é a dificuldade de se interpretar alguns enunciados, além das dúvidas que surgem no momento de se analisar as alternativas corretas, já que ocasionalmente pode existir mais de uma alternativa que parece responder à questão.

Em virtude disso, muitos candidatos não alcançam um desempenho tão satisfatório, mesmo em situações nas quais possui o conhecimento necessário para responder tal questão, mas não consegue aplicá-lo na resolução da mesma.

Outro ponto de destaque é a falta de grandes repositórios de questões moldadas em função de uma necessidade específica, e mesmo aqueles que já existem, possuem características e estruturas normalmente definidas por profissionais mais experientes, como os encarregados de construir questões para

os mais diversos fins. Portanto, dispor de um sistema que armazene questões relacionadas aos exames previamente citados, e possibilitar que os próprios alunos alimentem esse sistema por meio da construção de conhecimento é benéfico tanto para os atuais discentes do curso, que experimentarão uma nova forma de estudar, quanto para professores, que poderão utilizar dessa ferramenta para compor seu método de ensino, além de auxiliar a futura geração de estudantes que ingressará no curso de Ciência da Computação.

Ademais, ao viabilizar aos discentes uma forma de criar suas próprias questões e analisar questões criadas por outros usuários, o indivíduo terá contato com diversas linhas de raciocínio, além de poder opinar e sugerir alterações com base na sua própria linha de raciocínio e receber feedbacks de outros usuários, fazendo parte de um ambiente colaborativo de aprendizado.

Embora alguns estudos já tenham tratado sobre a temática da criação de questões em ambientes online e offline, existem pontos que podem ser abordados e acrescentados como forma de melhoria e inclusão de novas funcionalidades.

Aspectos como a inclusão de inteligência artificial, a restrição quanto ao conteúdo que está sendo criado pelos alunos e a qualidade desses conteúdos, são tópicos que podem ser mais explorados nesses ambientes, a fim de conduzir análises a respeito da viabilidade da implementação de funcionalidades relacionadas a esses tópicos.

É importante destacar que na análise de trabalhos relacionados o foco será dado a sistemas que funcionem em um ambiente online projetado para estudantes, já que, considerar na busca sistemas que possuam a funcionalidade de criar questões abrangeria demais a proposta do presente trabalho.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Dentre os trabalhos encontrados na literatura podemos destacar alguns que trouxeram notável contribuição à temática tratada neste trabalho.

[3] propuseram um sistema chamado Peerwise, em que os estudantes podem elaborar questões, adicionar uma explicação a respeito dessa questão além da possibilidade de responder questões criadas por outros usuários e incluir um feedback sobre sua impressão a respeito da questão respondida.

[4] também propuseram um sistema parecido chamado de QPPA, de acordo com eles “O QPPA foi projetado para fornecer quatro funções. Elas são (1) formulação de perguntas, (2) avaliação por pares, (3) visualização de itens e (4) atividades de aprendizagem de exercícios e práticas.”

Os autores comentam que nos sistemas até então criados, os alunos só podiam responder às perguntas criadas por professores, e acrescentam que sistemas com as funcionalidades propostas por eles não existiam até aquele momento.

Vale também ressaltar que, alguns anos depois [5] publicaram um novo trabalho, denominado “An online learning system supporting student-generated explanations for questions: design, development, and pedagogical potential”, cujo tema é novamente a construção de um sistema online para

formulação de perguntas, com uma ênfase maior na atividade de gerar explicações para as questões produzidas.

A tabela 1 mostra a comparação detalhada entre o sistema proposto neste trabalho e os sistemas mencionados acima.

III. METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza exploratória, orientada ao desenvolvimento de um artefato computacional educacional. O artefato proposto é o Question Hub, uma plataforma web destinada à elaboração, ao compartilhamento, à resolução e à avaliação de questões objetivas, com suporte de inteligência artificial para a moderação de conteúdos. A pesquisa parte do problema da dificuldade enfrentada por estudantes na resolução e interpretação de questões de múltipla escolha e da necessidade de estratégias que favoreçam formas mais ativas e colaborativas de estudo.

Como orientação metodológica, adotou-se a Design Science Research (DSR), por se tratar de uma abordagem adequada a pesquisas cujo objetivo central é conceber, desenvolver e avaliar artefatos destinados à solução de problemas práticos. No campo da computação aplicada à educação, a DSR permite articular fundamentação teórica, levantamento de requisitos, construção tecnológica, demonstração do artefato e avaliação de sua adequação ao problema investigado. [6] descrevem essas atividades como um processo de design realizado em sequência cuja finalidade é gerar um produto inovador chamado artefato de design. Neste trabalho, a DSR foi utilizada como referência para estruturar o processo de desenvolvimento do sistema, desde a definição do problema até a construção e verificação preliminar do artefato.

Originalmente, as etapas propostas para aplicação da metodologia DSR foram formalizadas por [7] como um conjunto de seis atividades, descritas a seguir:

- Definir o problema e justificar quão importante é encontrar a solução para este: esta etapa é o ponto de partida para o desenvolvimento de um artefato com potencial de solucionar o problema, enquanto a justificativa é o fator motivador para a busca de resultados e exposição da visão do pesquisador quanto ao objeto de pesquisa.
- Definir quais objetivos devem ser alcançados ao se resolver aquele problema, analisando também a definição do problema e do que é viável para o contexto em questão. É importante destacar que os objetivos podem ser tanto qualitativos quanto quantitativos, isso envolve criar uma solução mais eficaz se comparadas às que já existem ou uma solução para problemas não tratados até então.
- Criar um artefato, podendo ser qualquer objeto projetado que inclua uma contribuição científica em seu design. Nesta etapa, três tarefas principais são citadas: a definição da funcionalidade que se espera do artefato; a escolha da arquitetura; e a criação do artefato em si.
- Colocar seu artefato em um ambiente de testes, a fim de que se possa constatar se o produto construído é capaz de resolver o problema descrito na primeira atividade.

TABLE I
COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE CRIAÇÃO E AVALIAÇÃO DE QUESTÕES ONLINE

| Sistema | QPPA | PeerWise | Question Hub |
|--|---|--------------------------------------|--|
| Ano de publicação | 2005 | 2008 | 2025 |
| País / Instituição | Taiwan | Nova Zelândia / Univ. de Auckland | Brasil / UESB |
| Público-alvo | Alunos do 6.º ano (ensino fundamental) | Alunos de graduação em Computação | Alunos de graduação em Ciência da Computação |
| Tipo de questão suportado | Múltipla escolha (MCQ) | Múltipla escolha (MCQ) | Múltipla escolha (MCQ) |
| Criação de questões por alunos | Sim | Sim | Sim |
| Responder questões de colegas | Sim | Sim | Sim |
| Avaliação por pares (<i>peer assessment</i>) | Sim | Sim | Sim |
| Justificativa / explicação da resposta correta | Parcial (dicas e referências) | Sim (obrigatória na criação) | Sim |
| Comentários nas questões | Não especificado | Sim (<i>feedback</i> aberto) | Sim |
| Filtro por disciplina / tópico | Não especificado | Sim (por tópico) | Sim (por disciplina) |
| Placar / acompanhamento de desempenho | Não especificado | Sim (<i>leaderboard</i>) | Sim (acertos e erros) |
| Moderação de conteúdo por IA | Não | Não | Sim (ChatGPT / GPT-4o) |
| Controle de acesso por administrador | Não especificado | Não especificado | Sim |
| Versionamento de questões | Não especificado | Não | Sim |
| Plataforma | Web | Web | Web |
| Inteligência Artificial integrada | Não | Não | Sim |
| Código aberto | Não especificado | Não | Sim (GitHub) |
| Design responsivo (<i>mobile first</i>) | Não especificado | Não especificado | Sim |
| Método de avaliação | Questionário com alunos (escala Likert) | Análise de uso e desempenho em exame | Avaliação heurística (Nielsen) |

- Avaliar a eficácia do seu artefato na situação proposta na atividade anterior, isso requer fazer uma comparação entre os objetivos que foram enumerados na atividade 2 com os alcançados na 4. Esse processo pode ser feito de diversas formas, a mais adequada depende do problema tratado. Essa etapa é crucial na decisão de avançar para a próxima etapa ou retornar à etapa 3.
- Divulgar o produto para pesquisadores e outros públicos.

Entretanto, é necessário delimitar o escopo metodológico efetivamente realizado. Embora a DSR preveja etapas de avaliação do artefato em contexto real de uso, esta pesquisa não realizou avaliação final com estudantes, professores ou outros participantes externos, uma vez que o projeto não foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa. Por esse motivo, não foram coletados dados empíricos de usuários, não foram aplicados questionários, entrevistas, observações em sala de aula ou testes de aprendizagem com seres humanos. Essa limitação não invalida o trabalho realizado, mas delimita sua contribuição: o estudo apresenta o desenvolvimento de um artefato funcional, fundamentado teoricamente, tecnicamente implementado e submetido a verificações preliminares de funcionamento, usabilidade e aderência aos requisitos, sem pretender comprovar empiricamente seus efeitos pedagógicos em situação real de uso.

A. Delineamento da Pesquisa

A pesquisa foi organizada em quatro eixos principais: fundamentação teórica, levantamento e especificação de requi-

sitos, desenvolvimento do artefato e verificação preliminar do sistema. Esses eixos foram definidos a partir da adaptação das etapas da DSR ao escopo possível do projeto, respeitando a impossibilidade de realização de avaliação com participantes externos.

O primeiro eixo consistiu na revisão de literatura sobre software educativo, metodologias ativas, aprendizagem ativa, criação de questões por estudantes, avaliação por pares, sistemas educacionais online e uso de inteligência artificial em ambientes educacionais. Essa etapa permitiu compreender os fundamentos pedagógicos e tecnológicos da proposta, bem como identificar sistemas similares, como QPPA e PeerWise, utilizados como referência comparativa para a definição dos diferenciais do Question Hub. A versão revisada do artigo já apresenta essa comparação, destacando funcionalidades como criação de questões por estudantes, avaliação por pares, comentários, filtros, acompanhamento de desempenho, versionamento e moderação por IA.

O segundo eixo envolveu o levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema. Foram definidos requisitos relacionados ao cadastro e autenticação de usuários, criação de questões de múltipla escolha, cadastro de alternativas, indicação da alternativa correta, justificativa da resposta, comentários, avaliações, filtros por disciplina, acompanhamento de acertos e erros, versionamento de questões e moderação automática de conteúdo. Também foram definidos requisitos não funcionais relacionados à responsividade, simplicidade de interface, segurança, controle de acesso e compatibilidade com

navegadores.

O terceiro eixo correspondeu ao desenvolvimento do artefato. Nessa etapa foram tomadas decisões sobre arquitetura de software, tecnologias utilizadas, modelagem de dados, organização do backend e frontend, construção das telas, integração com banco de dados e definição do fluxo de comunicação com o modelo de inteligência artificial. A implementação buscou transformar os requisitos definidos em uma aplicação funcional, capaz de representar a solução proposta para o problema identificado.

O quarto eixo consistiu na verificação preliminar do artefato, realizada por meio de testes técnicos, inspeção das funcionalidades implementadas, análise da interface e conferência da aderência do sistema aos requisitos inicialmente definidos. Essa etapa teve caráter formativo e interno, voltado à identificação de falhas, inconsistências e necessidades de ajuste no próprio processo de desenvolvimento.

B. Etapas Metodológicas Realizadas

A primeira etapa da pesquisa foi a identificação e delimitação do problema. Partiu-se da constatação de que estudantes frequentemente apresentam dificuldades na resolução de questões objetivas, especialmente em situações que exigem interpretação de enunciados, análise de alternativas e identificação de distratores. Ao mesmo tempo, considerou-se que a elaboração de questões pelos próprios estudantes pode favorecer maior envolvimento com os conteúdos, exigindo leitura, seleção de informações, formulação de enunciados, construção de alternativas e justificativa da resposta correta.

A segunda etapa foi a definição dos objetivos do artefato. O objetivo principal consistiu em desenvolver uma plataforma web que permitisse aos estudantes criar, compartilhar, responder, comentar e avaliar questões objetivas. De forma complementar, buscou-se incluir uma funcionalidade de moderação de conteúdo por inteligência artificial, com a finalidade de apoiar a identificação de conteúdos inadequados antes de sua disponibilização no ambiente.

A terceira etapa envolveu a análise de trabalhos relacionados. Foram considerados sistemas online voltados à criação de questões por estudantes e à avaliação por pares. Essa análise permitiu identificar funcionalidades recorrentes, lacunas e possibilidades de diferenciação do Question Hub. Entre os diferenciais observados na proposta estão a moderação por IA, o controle de acesso por administrador, o versionamento de questões, o código aberto e o design responsivo.

A quarta etapa foi o levantamento e especificação dos requisitos. Os requisitos foram definidos com base na literatura, na análise de sistemas similares e no problema educacional delimitado. Essa etapa permitiu organizar as funcionalidades necessárias para a construção da plataforma e estabelecer os critérios mínimos para sua implementação.

A quinta etapa correspondeu ao projeto e desenvolvimento do sistema. Nessa fase foram definidos a arquitetura, as tecnologias, o banco de dados, o modelo de classes, os endpoints, as telas e os fluxos de interação. Também foi definida a estratégia de uso da inteligência artificial para

moderação textual, considerando a classificação de conteúdos como adequados ou inadequados para a plataforma.

A sexta etapa consistiu na verificação preliminar do artefato. Diferentemente de uma avaliação empírica com usuários, esta verificação concentrou-se na análise técnica do sistema, na inspeção das funcionalidades e na identificação de problemas de interface e usabilidade. Essa etapa permitiu realizar ajustes no artefato antes de uma eventual avaliação futura com usuários, a qual dependerá de aprovação ética.

C. Delimitação da Avaliação do Artefato

A avaliação prevista originalmente pela DSR não foi realizada em sua totalidade. Em especial, não houve avaliação final com estudantes ou professores em contexto real de uso. Também não foram coletados dados sobre aprendizagem, desempenho acadêmico, engajamento discente, qualidade das questões produzidas por usuários reais ou percepção pedagógica dos participantes. Essa decisão decorreu da ausência de submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa, condição necessária para pesquisas que envolvem seres humanos.

A ausência da avaliação final não descaracteriza a pesquisa como trabalho completo, pois a contribuição central deste estudo está na construção fundamentada de um artefato tecnológico educacional, na explicitação de seu modelo funcional, na implementação de suas principais funcionalidades e na delimitação de um caminho futuro de validação empírica. Desse modo, o trabalho deve ser compreendido como uma pesquisa de desenvolvimento tecnológico com avaliação preliminar, e não como um estudo experimental ou quase experimental sobre impacto educacional.

Assim, os resultados apresentados neste trabalho não devem ser interpretados como comprovação da efetividade pedagógica da plataforma. O estudo não afirma que o uso do Question Hub melhora o desempenho dos estudantes, aumenta a aprendizagem ou produz ganhos mensuráveis em relação a outras estratégias de estudo. O que se apresenta é a concepção, o desenvolvimento e a verificação preliminar de um artefato educacional com potencial de aplicação em contextos de aprendizagem ativa e colaborativa.

D. Verificação Técnica e Funcional

A verificação técnica teve como objetivo analisar se as funcionalidades previstas foram implementadas de acordo com os requisitos definidos. Para isso, foram examinados os principais fluxos do sistema: autenticação, criação de questões, cadastro de alternativas, indicação da alternativa correta, justificativa, comentários, avaliação das questões, filtros por disciplina, registro de respostas, acompanhamento de acertos e erros, versionamento e moderação automática.

Também foram observados aspectos de organização arquitetural, persistência dos dados, integração entre frontend e backend, funcionamento dos endpoints e coerência entre as regras de negócio e as funcionalidades implementadas. Essa verificação permitiu identificar ajustes necessários no desenvolvimento e garantir que o artefato estivesse funcional para demonstração.

E. Verificação de Interface e Usabilidade

A verificação de interface considerou princípios gerais de usabilidade, consistência visual, clareza das mensagens, organização dos elementos, responsividade e facilidade de navegação. Foram observados aspectos como padronização de termos, contraste entre cores, legibilidade, feedback ao usuário, ordem dos botões, organização das telas e adequação do sistema a diferentes tamanhos de tela.

Essa etapa teve caráter preliminar e não substitui testes formais com usuários. Sua finalidade foi identificar problemas evidentes de interface e realizar correções antes de uma futura avaliação empírica. Portanto, os achados obtidos nessa etapa dizem respeito à qualidade técnica e visual inicial do artefato, e não à experiência real de estudantes ou professores em situação de uso educacional.

F. Moderação por Inteligência Artificial

A funcionalidade de moderação por inteligência artificial foi incorporada ao Question Hub como mecanismo de apoio à identificação de conteúdos potencialmente inadequados. A proposta consiste em submeter o texto das questões a um modelo de linguagem que retorna uma classificação indicando se o conteúdo é adequado ou inadequado para a plataforma.

Nesta pesquisa, a integração da IA foi tratada como parte do desenvolvimento do artefato, mas não foi realizada uma validação empírica robusta do desempenho do modelo. Não foram calculadas métricas como acurácia, precisão, revocação, F1-score, falsos positivos ou falsos negativos. Também não houve comparação sistemática entre a classificação da IA e a avaliação de especialistas humanos, pois isso envolveria participação de avaliadores externos e demandaria submissão ética, a depender do desenho da pesquisa.

Dessa forma, a moderação por IA deve ser compreendida como uma funcionalidade implementada e demonstrada tecnicamente, mas ainda carente de validação específica em estudos futuros. Recomenda-se que trabalhos posteriores avaliem a confiabilidade da moderação automática com base em conjuntos de teste previamente classificados, análise de divergências entre IA e avaliadores humanos e discussão dos riscos associados a decisões automatizadas em ambientes educacionais.

G. Procedimentos de Análise

A análise dos resultados foi realizada a partir da relação entre problema identificado, requisitos definidos, funcionalidades implementadas e verificações preliminares do artefato. Foram considerados como evidências do desenvolvimento: a descrição da arquitetura, os requisitos funcionais e não funcionais, as regras de negócio, os diagramas, as telas, os fluxos de uso, os endpoints e a integração com a inteligência artificial.

Como não houve coleta de dados com participantes, não foram aplicados procedimentos estatísticos sobre dados de usuários, nem análise qualitativa de entrevistas, respostas abertas ou observações. A análise concentrou-se na coerência interna do artefato, na sua aderência aos objetivos propostos e

na identificação das limitações que deverão orientar pesquisas futuras.

H. Aspectos Éticos

Por não ter sido submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa, este estudo não realizou coleta de dados com seres humanos. Não foram conduzidos experimentos com estudantes, entrevistas com professores, questionários com usuários ou observações em contexto real de ensino. Essa delimitação foi adotada para preservar a conformidade ética da pesquisa.

Apesar disso, o desenvolvimento do Question Hub considera preocupações éticas relevantes para sua aplicação futura, especialmente no que se refere à proteção de dados, transparência no uso de IA, consentimento dos usuários e limitação do envio de informações pessoais a serviços externos. Em estudos posteriores, caso a plataforma seja avaliada com estudantes, professores ou outros participantes, será necessária a submissão prévia ao Comitê de Ética em Pesquisa, com apresentação de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, descrição dos dados coletados, finalidade da coleta, riscos, benefícios, procedimentos de anonimização e medidas de segurança.

I. Limitações Metodológicas

Adicionalmente, conforme discutido nos aspectos éticos, a não realização de experimentos com estudantes representa uma limitação metodológica deste trabalho. Isso afeta diretamente a recomendação de Nielsen [45] de conduzir os testes com uma amostra de cinco usuários. Como forma de contornar essa limitação, optou-se pela realização de uma avaliação heurística conduzida por uma especialista de UI/UX. Essa forma alternativa possibilita que problemas de usabilidade sejam mapeados por um profissional com conhecimento sólido sobre a temática usabilidade. Contudo, reconhece-se o escopo restrito da abordagem utilizada, ressaltando que o método aplicado não teve o intuito de substituir a avaliação com usuários, mas sim mitigar a ausência dela.

J. Base de Dados

Para a elaboração da fundamentação teórica, uma característica marcante da DSR, as principais bases utilizadas foram: Taylor e Francis Online, Scielo e ResearchGate. No processo de pesquisa, buscou-se por termos chave tanto em português quanto em inglês. Os termos utilizados foram combinados de modo que fosse possível encontrar trabalhos com diferentes aspectos, mas que tratassem ou tivessem ideias que pudessem contribuir com o que seria abordado neste trabalho. Nas buscas de artigos em periódicos científicos, foram considerados os trabalhos publicados nos últimos cinco anos.

Para a condução das buscas, foram definidos termos chaves para cada eixo temático da pesquisa. No que se refere a criação de questões de questões objetivas por estudantes utilizou-se os seguintes termos na língua inglesa: student generated questions, question generation activity on students, student-generated multiple-choice questions e student-generated assessment. Para o eixo de metodologias ativas, os termos

empregados foram: metodologias ativas, metodologias ativas na educação e aprendizagem ativa. Por fim, para o eixo de software educativo, adotaram-se os termos: software educativo, computação na educação, software educacional e informática na educação.

Os termos utilizados para a temática criação de questões objetivas foram: student generated questions, question generation activity on students, student-generated multiple-choice questions, student-generated assessment; para metodologias ativas: metodologias ativas; metodologias ativas na educação; aprendizagem ativa; para software educativo: software educativo; computação na educação; software educacional e informática na educação.

Nos trabalhos em que foram encontradas ideias que estavam de acordo com a linha de pesquisa desse, buscou-se nas referências trabalhos semelhantes que poderiam complementar ou levar a outras fontes. Vale ressaltar que trabalhos muito direcionados à contextos diferentes dos tratados aqui foram excluídos, mesmo em vista de pequenas semelhanças.

IV. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. *Software Educativo*

[8], defendem que software educacional é todo programa que pode ser utilizado para fins educacionais por professores e alunos, mesmo que não tenha sido desenvolvido inicialmente para ser uma ferramenta educacional.

Nesse viés, softwares que possibilitem seu uso em um contexto em que haja ensino e aprendizagem, sendo, nesse caso, um meio para a facilitação desse processo, se encaixam na definição anteriormente citada. Já para [9], um software educativo pode ser definido como uma ferramenta que atua no suporte ao ensino e à aprendizagem; nesse caso, sua utilização visa atender a fins pedagógicos. Logo, é através deste que o professor pode inserir o computador no ambiente de sala de aula, uma vez que a ausência do software educativo descaracteriza o computador como uma ferramenta educacional.

[10] contribui ao destacar a importância do computador como recurso de transferência de informação para o usuário e facilitador no ato de construir conhecimento; no entanto, ele completa argumentando que, ao se analisar softwares, percebe-se que o ato de aprender não deve se restringir à ferramenta, mas ao modo como o aluno a utiliza para aprender. Por essa vertente, evidencia-se que o software pouco importa se a interação do aluno com este for inadequada, assim como um software pode atender aos aspectos de um software educativo, mas não contribuir para o aprendizado devido a uma interação ineficiente ou inadequada.

B. *Metodologias Ativas*

A eficácia das tradicionais metodologias de ensino, em que os alunos normalmente assumem papéis de receptores e os professores, de expositores do conhecimento, tornou-se amplamente criticada. [11] refere-se a isso como ensino bancário, ao dizer que “a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receber os depósitos, guardá-los e

arquivá-los. Margem para serem colecionadores ou fichadores das coisas que arquivam”.

[12] ainda destaca que o ato de ensinar não é apenas uma transferência de conhecimento, mas a viabilização da produção ou construção desse conhecimento.

Em oposição às metodologias tradicionais, às metodologias ativas buscam centralizar a figura do aluno no processo de ensino e aprendizado. Nesse aspecto, [13] descreve metodologias ativas como:

processos interativos de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas, com a finalidade de encontrar soluções para um problema. É o processo de ensino em que a aprendizagem depende do próprio aluno. O professor atua como facilitador ou orientador para que o estudante faça pesquisas, reflita e decida por ele mesmo, o que fazer para atingir um objetivo. É um processo que estimula a auto aprendizagem e facilita a educação continuada porque desperta a curiosidade do aluno e, ao mesmo tempo, oferece meios para que possa desenvolver capacidade de análise de situações com ênfase nas condições loco-regionais e apresentar soluções em consonância com o perfil psicossocial da comunidade na qual está inserido.

A partir dessas concepções, alguns autores defendem que a estrutura da sala de aula deve ser repensada, levando em consideração a abordagem pedagógica que tem sido aplicada até os dias atuais [2,14].

Para isso, os alunos devem assumir papéis mais ativos no seu processo de aprendizagem, a chamada aprendizagem ativa. Nesse propósito, o professor, por sua vez, atua como uma figura facilitadora ou intermediadora, orientando o estudante na busca e análise das informações, sem interferir na decisão final do mesmo, que, durante esse processo, desenvolve formas de aprender e resolver problemas [2,14,15].

[2] enfatizam que metodologias cujo objetivo final é a aprendizagem devem ser um conjunto de técnicas, procedimentos e processos utilizados pelos professores. Desse modo, a característica ativa vem do fato de que essas práticas pedagógicas envolvem e incentivam os alunos em atividades práticas, que desenvolvem o senso crítico, reflexivo e a capacidade de interação com os colegas.

[2] também ressaltam a importância da inclusão das tecnologias digitais na implantação das metodologias ativas, uma vez que isso modifica as relações entre alunos, professores e informação.

Em suma, pode-se dizer que, no processo de aprendizagem ativa, alunos, professores e tecnologias assumem novos papéis na sala de aula; o ensino se resume menos à “transferência de conhecimento” e se expande na busca do saber, do questionamento e do aprendizado coletivo, tornando as salas de aula mais atrativas e menos tediosas.

C. *Criação de questões objetivas*

Uma das formas mais utilizadas de se adquirir conhecimento é através da leitura do conteúdo que se deseja aprender.

No entanto, alguns autores constataram que o processo da leitura, mesmo aquele feito de forma repetida, não é suficiente para adquirir um conhecimento mais aprofundado de um determinado assunto [16, 17].

Outros autores complementam sugerindo que o conteúdo gerado é memorizado com mais facilidade em comparação ao que é lido, o chamado efeito geração [18].

Nesse viés, o ato de elaborar questões mostra-se como um potencial alternativo de revisão e estudo, pois, ao invés de apenas ler um conteúdo, é necessário refletir a respeito do mesmo, a fim de identificar qual parte daquele material poderia ser usada como pergunta e como você vai estruturar as informações para tornar isso possível.

Trata-se, portanto, de um processamento daquilo que foi lido, influenciando diretamente a forma como a informação será retida pelo indivíduo e posteriormente associada a conteúdos já existentes na memória [4].

Esse envolvimento mais profundo com o material utilizado, selecionando do conteúdo aquilo que julga ser mais relevante, torna essa abordagem algo mais direcionado e voltado para a figura do aluno em relação a do professor [19].

Outro fator a se destacar, é a ampla variedade de estilos de questões que serão gerados pelos estudantes. Levando-se em consideração que comentários e sugestões podem ser feitos através da plataforma, haveria a possibilidade de geração de diferentes textos para uma mesma pergunta, o que seria significativamente benéfico no processo de resolução das questões, uma vez que o estudante teria uma ampla variedade de questões para interpretar e responder, e isso exigiria deste, diferentes pontos de atenção em cada uma das perguntas.

É relevante acrescentar que o julgamento crítico dos estudantes também poderá ser testado, perguntas como: qual será o melhor distrator para tornar essa questão menos óbvia? o que torna essa questão ambígua ou fácil de responder? O que o autor dessa questão quis dizer quando escreveu isso? Podem surgir na cabeça dos alunos quando forem analisar e responder questões criadas por outras pessoas.

Além dos argumentos teóricos a respeito dos benefícios de incentivar os alunos a elaborarem questões de múltipla escolha, alguns experimentos práticos foram realizados a fim de constatar a eficiência dessa atividade em um ambiente online, especificamente utilizando a ferramenta Peerwise. Nesse primeiro exemplo, [20] relataram um estudo feito com alunos do curso de medicina. Ao longo de dois anos acadêmicos, 4671 perguntas foram escritas. O estudo concluiu que o desempenho dos alunos que participaram do experimento em relação aqueles que não participaram foi significativamente melhor.

Em um outro estudo, [21] conduziram um experimento no curso de Bioengenharia na Universidade da Califórnia, o resultado foi novamente satisfatório, constatando um desempenho melhor dos alunos que usaram a ferramenta em relação aos que não usaram.

Existem ainda outros estudos que abordam essa temática; alguns deles não concluem uma correlação clara com o uso de uma ferramenta online para criação de questões com

melhoria no aprendizado, mas destacam pontos como maior engajamento dos estudantes, forma prática de criar repositórios de questões, redução de tempo e esforço dos professores na criação de avaliações e potencial para a realização de experimentos futuros [3, 22, 23, 24].

Mesmo com os diversos estudos encontrados, é possível notar que não houve nenhum caso de uso conduzido por uma Universidade Brasileira. Por um lado, isso pode gerar dúvidas quanto a eficiência do uso de um software para criação de questões online para esse contexto, já que o ensino de outros países, em especial o dos Estados Unidos, possui características distintas ao ensino do Brasil, motivo relevante para se criticar um possível uso do Question Hub nas salas de aula Brasileiras. Por outro lado, nota-se que a distinção não é suficiente para desconsiderar problemas em comum, tais como: falta de engajamento dos alunos, necessidade de mudanças na forma de ensino, adaptação a um contexto tecnológico diferente, entre outros.

Cabe, portanto, colaborarmos para conduzir diferentes testes nas salas de aula brasileiras e adaptar a metodologia e plataforma conforme à necessidade das Universidades do Brasil.

Por fim, em virtude da nova resolução que sugere aos professores a elaboração de atividades extraclasse, uma ferramenta online com um conjunto de instruções claras e objetivas pode tornar esse processo menos trabalhoso.

D. Inteligência Artificial Moderadora

A revisão manual realizada por professores para os conteúdos criados pelos alunos é a primeira opção de moderação a ser discutida. Por um lado, por serem especialistas nos temas desenvolvidos, os professores poderiam, além de identificar a qualidade do conteúdo, julgar se esse conteúdo é adequado para a plataforma.

Todavia, a moderação anteriormente apresentada se depara com o problema de escalabilidade, uma vez que os professores teriam que revisar as questões criadas por vários alunos, o que demandaria uma grande quantidade de tempo, dependendo da quantidade de alunos que estivessem utilizando a plataforma.

Nesse aspecto, uma forma de moderação automática facilitaria o processo de identificar conteúdos inadequados, tornando assim a criação de questões uma atividade mais dinâmica.

Para tanto, faz-se necessário implementar uma solução baseada em inteligência artificial que seja capaz de moderar o conteúdo de forma eficiente.

Algumas soluções foram consideradas para essa tarefa, a primeira opção avaliada foi a utilização de um modelo de IA gratuito e de código aberto. Para isso, alguns modelos disponíveis no Hugging Face (um repositório de modelos de IA) foram testados a fim de identificar a viabilidade de implementar algum desses.

Os resultados obtidos a partir dos testes realizados apresentaram diferentes aspectos. Alguns modelos foram ineficazes para a realização da tarefa proposta; outros modelos atenderam

parcialmente ao que foi solicitado, mas não de forma completa, evidenciando a necessidade de ajustes e estudos mais específicos para a adequação de tais modelos.

Como o propósito principal deste trabalho não é a implementação de uma ferramenta de IA moderadora, decidiu-se utilizar um modelo pronto e amplamente testado para tarefas gerais, o ChatGPT. A desvantagem é que o modelo escolhido não é gratuito, logo, manter a plataforma com a funcionalidade de moderação acarretaria custos em usos futuros.

1) *ChatGPT*: O processamento de linguagem natural tornou-se uma das principais tarefas realizadas por modelos de IA. Dentre os diferentes modelos existentes atualmente, os modelos de linguagem em grande escala (LLM) são os que melhor executam esse tipo de tarefa.

Esses modelos são treinados com uma grande variedade e volume de dados, o que permite um entendimento profundo das entradas de texto e a capacidade de gerar respostas satisfatórias a partir disso.

Um dos modelos com mais aceitação atualmente é o ChatGPT, desenvolvido pela OpenAI, que possui uma excelente capacidade de analisar tanto textos quanto imagens, além de ter uma ampla variedade de conhecimento sobre os mais variados assuntos.

Considerando as LLM mais usadas atualmente, o ChatGPT é o que possui maior destaque e, conseqüentemente, é o mais utilizado por usuários da internet. É um modelo desenvolvido pela OpenAI, que consegue analisar tanto texto quanto imagens e possui uma ampla variedade de conhecimentos sobre os mais variados assuntos.

a) *Custos*: A OpenAI, tem diferentes custos em seus serviços. Alguns fatores são considerados para determinar esse custo, tais como o modelo utilizado, a entrada, sendo possível texto, áudio ou imagem, e a forma de requisição, se por API ou interface direta.

Foi escolhido o modelo GPT-4o, com requisições via API e entrada apenas de texto. Nesse caso, os valores são: 5,00 para 1 milhão de tokens de entrada; 2,50 para 1 milhão de tokens de entrada em cache; 20,00 para 1 milhão de tokens de saída. Vale especificar que tokens em cache são aqueles repetidos recentemente.

Para mostrar a estimativa de custo da plataforma, é necessário, antes, explicar como os tokens funcionam. Ao contrário do que parece, um token não é uma unidade que define uma palavra, muito menos um caractere. Tokens são, na verdade, um grupo de caracteres que não necessariamente formam uma palavra, esse grupo pode ser parte de uma palavra, e quem define isso é o algoritmo de tokenização usado pelo modelo de IA [25].

A OpenAI, tem disponível uma funcionalidade que calcula a quantidade de tokens de acordo com a entrada. A figura 2 mostra a contagem de tokens para a parte fixa do prompt que será usado.

Como as chamadas de API realizadas não mantêm o estado do que foi enviado, a cada nova requisição, essa parte fixa tem que ser enviada.

Agora, considerando um enunciado de tamanho grande, estima-se que a quantidade de tokens de entrada necessários seja de aproximadamente 280, enquanto a quantidade de tokens de saída sempre será 4, já que, as saídas possíveis são: "adequado" e "inadequado".

A partir disso, pode-se fazer o cálculo considerando aproximadamente 500 tokens de entrada e 4 de saída em cada requisição, que resulta nos respectivos valores: $US0,0025 \text{ por cada entrada e } US 0,00008$ para cada saída.

O Quadro 2 mostra o valor estimado em reais de acordo com certas quantidades de questões criadas em 1 mês. A cotação do dólar utilizada foi de 5.58, valor referente ao dia 5 de junho de 2025.

TABLE II
CUSTO DO CHATGPT

| Quantidade de questões | Valor por questão | Valor total |
|------------------------|-------------------|-------------|
| 100 | R\$ 0,014 | R\$ 1,40 |
| 300 | R\$ 0,042 | R\$ 4,20 |
| 500 | R\$ 0,070 | R\$ 7,00 |
| 1000 | R\$ 0,14 | R\$ 14,00 |

2) *Inteligência Artificial na Educação*: Em relação ao uso do ChatGPT na educação, [26], expõem os desafios que surgiram desde que a ferramenta começou a ser amplamente utilizada por estudantes. Os autores destacam a dificuldade de identificar conteúdos gerados por IA, em tarefas que deveriam ser realizadas pelos próprios estudantes. Acrescentam também que, nesse caso, os alunos acabam não sendo avaliados por algo produzido de forma independente, o que prejudica o processo educacional.

Por outro lado, em outra perspectiva, [27] enumeram uma série de fatores que tornam positivo o uso do ChatGPT na educação, segundo eles

o ChatGPT foi destacado por suas capacidades em enriquecer a experiência de aprendizagem e ensino por meio de sua capacidade de oferecer suporte a diferentes abordagens de aprendizagem, incluindo aprendizagem adaptativa, aprendizagem personalizada e aprendizagem autodirigida, fornecer feedback somativo e formativo aos alunos e, fornecer respostas em tempo real às perguntas, aumentar a acessibilidade das informações, promover o desempenho, o engajamento e a motivação dos alunos e aprimorar as práticas de ensino.

De todo modo, a tarefa que será executada pelo ChatGPT no Question Hub, não traz uma interação direta com o usuário, já que seu contato com aquilo que o usuário vai criar é apenas para classificar tal conteúdo como adequado ou não para a plataforma. Nessa condição, o ChatGPT configura-se mais como uma ferramenta de suporte à plataforma do que ao usuário, que, por sua vez, terá que desenvolver seu conteúdo por conta própria.

Em complemento, [28] chamam a atenção para as implicações éticas relacionadas ao uso de inteligência artificial em sistemas utilizados por instituições de ensino. Os autores

enumeram desafios como a privacidade de dados, viés algorítmico e autonomia dos usuários; eles também especificam a necessidade de armazenamento seguro dos dados coletados e do consentimento dos usuários para o uso desses dados.

Logo, faz-se necessário informar aos usuários do Question Hub como as questões criadas por eles na plataforma serão tratadas pela inteligência artificial. Para isso, é essencial tornar esse processo transparente e, principalmente, obter o consentimento desses usuários.

V. QUESTION HUB

A seguir será apresentado a proposta do sistema a ser implementado, as principais ferramentas de desenvolvimento utilizadas, o modelo de banco de dados, a arquitetura de software, os requisitos funcionais, diagramas, telas do sistema e escolhas de design.

A. Proposta do Sistema

O software proposto para este trabalho deve ser capaz de facilitar o processo de criação e resolução de questões objetivas em um ambiente online, de forma que todo o conteúdo construído pelos estudantes possa permanecer acessível e interativo.

Assim sendo, os estudantes usuários do sistema poderão: criar questões e definir as respectivas alternativas, sendo que uma delas deve ser assinalada como correta, justificar a escolha da alternativa correta como forma de fornecer um feedback sobre sua linha de raciocínio, responder questões criadas por outros usuários e, caso queiram, poderão comentar e avaliar tais questões de acordo com o seu próprio ponto de vista.

Uma página específica para usuários administradores será criada, o objetivo é limitar a quantidade de usuários e tornar o software uma ferramenta fechada, ao menos de início. Administradores serão responsáveis por fazer o cadastro de novos usuários e configurar como a moderação feita pelo ChatGPT deve ocorrer.

É necessário destacar que a inteligência artificial deve fazer parte do software a ser desenvolvido de forma a facilitar a moderação de conteúdo.

B. Requisitos

O levantamento de requisitos é uma etapa indispensável na construção de um software, é através deste processo que um problema é identificado e soluções são propostas para resolvê-lo [29].

Levando isso em consideração, este tópico trata dos requisitos funcionais e não funcionais necessários no sistema proposto, além das regras de negócio.

1) Requisitos Funcionais:

- O sistema deve permitir que um usuário administrador faça o cadastro dos demais usuários, fornecendo informações como nome, e-mail, senha e tipo do usuário, podendo ser, nesse caso, estudante ou professor.
- O sistema deve permitir que os usuários façam login usando as credenciais cadastradas.

- O sistema deve permitir que o usuário crie questões de múltipla escolha.
- O usuário deve poder definir o enunciado da questão, as alternativas, a alternativa correta e uma justificativa do porque a alternativa que ele escolheu é a correta.
- O usuário deve poder definir a qual disciplina uma questão pertence.
- O sistema deve identificar e sinalizar conteúdo ofensivo ou irrelevante nas questões.
- O sistema deve permitir que usuários façam edições em questões criadas por outros usuários.
- O sistema deve permitir que os usuários comentem questões criadas por outros usuários.
- O sistema deve permitir que um usuário possa responder às questões criadas por outros usuários.
- O sistema deve permitir que um usuário veja quantas questões corretas e quantas incorretas ele respondeu.
- O sistema deve permitir que um usuário filtre questões de acordo com disciplinas específicas.
- O sistema deve armazenar todas as questões em um banco de dados.
- O sistema deve permitir que o usuário avalie questões criadas por outros usuários atribuindo uma nota de 1 a 5.
- O sistema deve permitir que o usuário exclua uma questão que ele criou.
- O sistema deve permitir que o usuário visualize todas as questões criadas por ele

2) *Requisitos Não Funcionais:* [29] conceituam um requisito não funcional como um atributo, podendo este se encaixar nas categorias de qualidade, desempenho segurança ou ainda ser uma restrição geral presente em um sistema.

Com base nisso, os requisitos não funcionais necessários para o Question Hub são:

- A interface do sistema deve ser responsiva, para que funcione corretamente em diferentes tamanhos de tela.
- As funcionalidades do sistema e a interface devem ser simples e de fácil compreensão.
- As informações dos usuários devem ser protegidas com autenticação e controle de acesso.
- O sistema deve ser compatível com pelo menos os principais navegadores (Chrome, Firefox, Edge).

3) *Regras de Negócio:*

- Um usuário que não possui conta previamente cadastrada por um administrador não terá acesso a nenhuma funcionalidade do sistema.
- Apenas o usuário administrador pode adicionar novos usuários.
- Uma questão somente pode ser criada se o enunciado, todas as alternativas e a alternativa correta forem preenchidos.
- Questões aprovadas não podem ser editadas. Para modificar, o usuário deve criar uma versão ou uma nova questão.
- Uma questão somente deve ser aprovada se não houver conteúdos ofensivos em seu texto.

- Apenas questões originais (que não sejam versões de outras) podem originar novas versões.

C. Diagrama de Classes

[30] explica um diagrama de classes como algo usado para a concepção do modelo de um sistema orientado a objetos cujo intuito é representar as classes presentes em um sistema e as relações que conectam essas classes. O autor enfatiza que uma classe pode ser concebida de forma a representar um objeto do sistema, e uma associação indica que duas classes possuem algum tipo de ligação.

Dito isso, a figura 3 ilustra o diagrama de classes final para o sistema proposto, vale ressaltar que os métodos não foram incluídos pois serão melhor abordados no tópico sobre endpoints da aplicação.

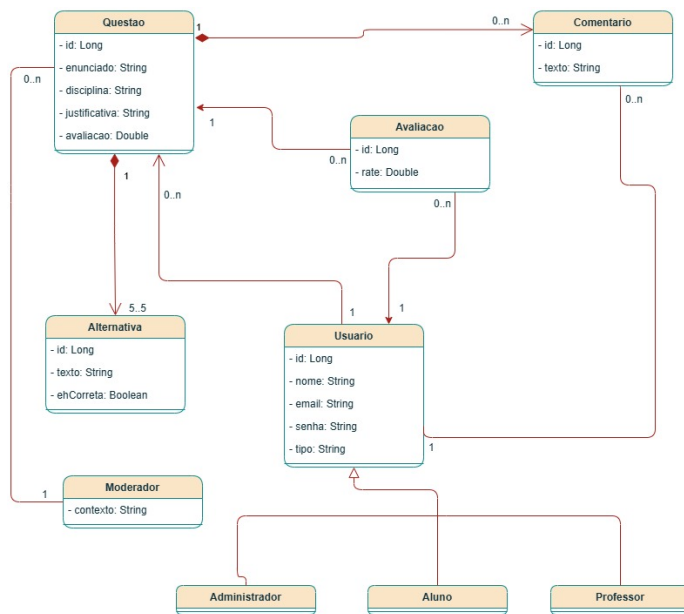


Fig. 1. Diagrama de Classes.

D. Arquitetura de Software

Definir a arquitetura de um software é uma tarefa essencial no desenvolvimento de aplicações, pois é a partir dessa definição que será possível organizar o sistema em partes de forma que cada parte fique responsável por tratar um subconjunto da aplicação.

[29] revelam três motivos pelos quais consideram a arquitetura de software algo importante.

A arquitetura de software fornece uma representação que facilita a comunicação entre todos os envolvidos. A arquitetura destaca desde o início as decisões de projeto que terão um profundo impacto no trabalho de engenharia de software que se segue. A arquitetura constitui um modelo relativamente pequeno de como os componentes do sistema estão estruturados e trabalham em conjunto

Nesses termos, escolher uma boa arquitetura contribui para uma melhor estruturação do software que está sendo criado e torna eficaz a comunicação entre as diferentes partes desse software.

Logo, dentre as arquiteturas existentes no mercado, a Model, view, controller (MVC) possui características que se adequam ao estilo de software que será desenvolvido neste trabalho.

O principal objetivo de uma arquitetura MVC é separar as responsabilidades de um software, nesse caso, cada camada da arquitetura será responsável pelo tratamento isolado de uma parte da aplicação.

1) *Arquitetura MVC*: A arquitetura MVC consiste em um modelo amplamente utilizado no desenvolvimento de aplicações web, ela separa o software em três camadas que funcionam de forma independente, chamadas de model, view e controller.

Seu uso fornece uma estrutura facilitadora para a manutenção e reutilização do código, além de permitir uma menor dependência entre as partes da aplicação.

Cada módulo da aplicação possui responsabilidades, o controller é o responsável por intermediar a comunicação entre a interface do usuário e as regras de negócio da aplicação, a view por sua vez, é a camada encarregada de mostrar toda parte gráfica da aplicação, além de ser o meio pelo qual o usuário interage. Por fim, é na model que acontece o processamento das informações ou operações, além da persistência dos dados em um banco de dados [31].

2) *Interface de Programação de Aplicações (API)*: APIs podem ser descritas como um conjunto de padrões e protocolos usados para que duas aplicações distintas possam se comunicar.

Já frameworks, são bases prontas de projeto que facilitam o desenvolvimento de aplicações mais complexas.

Considerando a flexibilidade de APIs criadas com o Spring Boot, e o potencial do framework React para criação de interfaces, o software deste projeto será criado utilizando Spring Boot para o backend (parte oculta que garante o funcionamento da aplicação) e o react para frontend (parte visível e interativa de uma aplicação), os componentes model e controller da arquitetura MVC farão parte do projeto Spring, enquanto o componente view será responsabilidade da aplicação react.

Nesse sentido, a figura 4 mostra a estrutura de pastas que será usada na aplicação Spring.

E. Tecnologias Utilizadas

1) *PostgreSQL*: Por se tratar de um sistema em que as questões devem ser armazenadas e persistidas, faz-se necessário escolher um banco de dados capaz de cumprir tais objetivos.

Nesse caso, foi escolhido o banco de dados PostgreSQL, a escolha se deve ao fato de o PostgreSQL ser um banco de dados relacional e de código aberto. É uma ferramenta amplamente utilizada por desenvolvedores, além da grande quantidade de recursos, capacidade de garantir a integridade dos

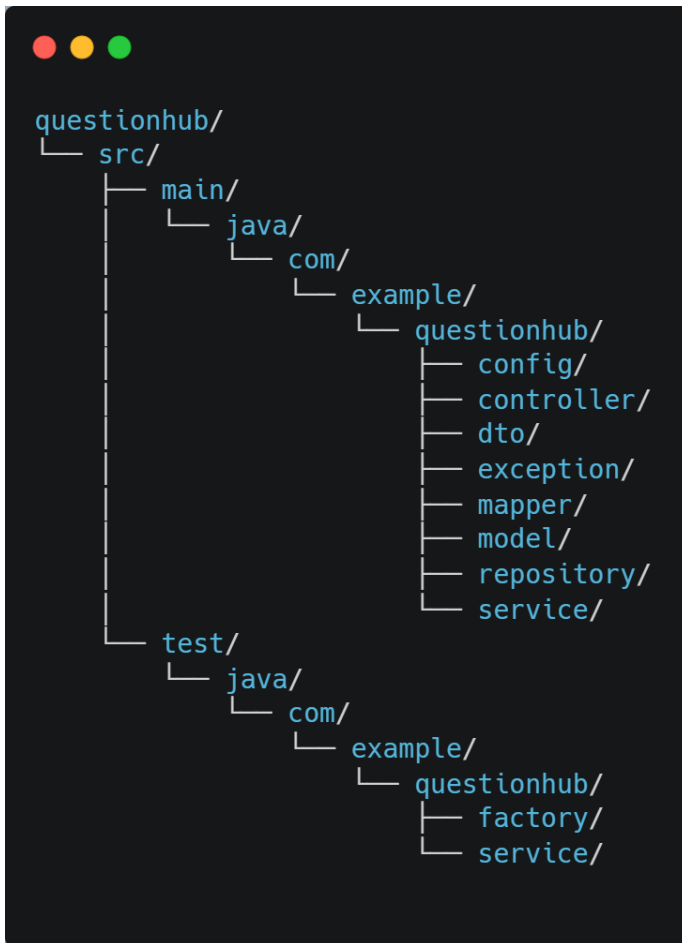


Fig. 2. Estrutura de Pastas.

dados, confiabilidade, segurança, entre outras características [32].

2) *Spring Boot*: Reconhecida como uma das linguagens de programação mais consolidadas do mercado, Java é amplamente usada no contexto da criação de softwares robustos e eficientes. Sua ampla comunidade e suas constantes atualizações contribuem para sua manutenção no mercado e consequentemente para o surgimento de ferramentas cuja base é a própria linguagem Java.

Uma dessas ferramentas é o framework Spring Boot, ele facilita e torna menos demorada a criação de aplicativos web e microsserviços, sua capacidade de autoconfiguração e de tomar decisões automáticas com base na estrutura do projeto agilizam as tarefas que o programador teria que fazer manualmente e que provavelmente iriam requerer boa parte do tempo de desenvolvimento [33].

Ademais, uma outra grande vantagem de se utilizar o Spring Boot é a facilidade em incluir dependências que você vai precisar na sua aplicação, sejam essas de segurança, suporte a banco de dados de vários tipos, suporte às aplicações web, inteligência artificial entre várias outras.

Algumas das dependências utilizadas nesse projeto que fazem parte do projeto Spring são listadas abaixo.

TABLE III
DEPENDÊNCIAS SPRING

| Dependência | Descrição |
|------------------|---|
| Spring Web | Módulo para criação de aplicações web |
| Spring Data JDBC | Oferece suporte para camadas de acesso a dados baseados no JDBC |
| Spring JPA | Facilita a implementação de camadas de acesso a dados, reduzindo a necessidade de escrita de código SQL manualmente |
| Spring Security | Framework para autenticação e controle de acesso |

3) *Apache Maven*: Maven é uma ferramenta de construção de gerenciamento de projetos que utilizem a linguagem Java, ele facilita o processo de listagem das várias dependências e plugins de um projeto por meio de seu arquivo pom.xml, além disso através do Maven é possível realizar o empacotamento de toda sua aplicação utilizando algumas linhas de comando, por fim o Spring Boot possibilita a escolha do Maven no estágio de configuração do projeto, o que facilita notavelmente a geração de um ambiente ponto para desenvolvimento [34].

4) *React*: Desenvolvida pelo Facebook em 2013, React é uma biblioteca de código aberto para Javascript, seu intuito principal é o desenvolvimento de interfaces de usuário com uma abordagem baseada em componentes, nesse caso, uma página inteira pode ser criada a partir de componentes unitários independentes [35].

Essa abordagem, além de permitir o desenvolvimento de um código mais limpo, torna possível a reutilização dos componentes desenvolvidos, facilitando o uso desses componentes em outros projetos.

5) *Next JS*: Next é um framework do react para construção de aplicativos, o next fornece recursos e otimizações para as interfaces construídas em react, configura de forma automática as ferramentas necessárias no ambiente de desenvolvimento além de cuidar do empacotamento e compilação do código. Alguns dos principais recursos incluem: roteamento, renderização, busca de dados em APIs externas, suporte para módulos de estilização, typescript entre outras funcionalidades [36].

6) *Material UI*: Material UI é uma biblioteca de código aberto que possui uma série de componentes prontos para aplicações construídas em react. Esta biblioteca dispõe de diversos componentes de design testados e aprovados pelo Google [37].

A utilização de componentes de design prontos para serem inseridos no código facilita a construção de aplicações mais complexas em menos tempo; além disso, obtemos uma interface mais elegante em termos visuais e consequentemente mais atraente para o usuário.

F. Design do Sistema

O design é a parte de um sistema que um usuário verdadeiramente conhece e interage, através da visão, toque, escuta e fala [38].

Relacionado a isso, [39] afirma que o corpo humano possui cerca de 11 milhões de receptores sensoriais e que aproximadamente 10 milhões desses fazem parte da visão.

É viável concluir, portanto, que toda apresentação visual e detalhes captados por nossos olhos vão influenciar em nossas percepções, opiniões e preferências.

Logo, a escolha dos aspectos visuais, como cores, tipografia, posicionamento dos componentes de interface, contraste entre as cores e elementos de feedback, são decisões de fundamental importância.

Antes de tratar sobre as escolhas feitas para o sistema Question Hub, alguns conceitos precisam ser definidos para que haja um melhor entendimento sobre essas escolhas.

1) *Contraste*: [40] explica que o contraste é a percepção de diferenças distintas causadas na comparação de dois efeitos, nesse caso, o grau máximo dessa diferença é atingido quando se trata de extremos como: grande-pequeno, branco-preto, frio-quente. O autor complementa afirmando que os órgãos do sentido necessitam de comparações para funcionar, por exemplo, a percepção de uma linha longa acontece quando uma linha curta é comparada a ela, do mesmo modo o contraste entre duas cores pode ser mais intenso ou menos intenso a depender das cores tratadas.

[41] recomenda que haja um certo grau de contraste entre o texto da aplicação e seu fundo, pois isso facilita a leitura de usuários em geral e usuários com baixa capacidade de visão.

As métricas definidas pela [41] informam que:

A taxa de contraste de 4,5:1 foi escolhida para o nível AA porque compensava a perda de sensibilidade ao contraste geralmente experimentada por usuários com perda de visão equivalente a aproximadamente 20/40. A taxa de contraste de 7:1 foi escolhida para o nível AAA porque compensava a perda de sensibilidade ao contraste geralmente experimentada por usuários com perda de visão equivalente a aproximadamente 20/80 de visão. Pessoas com mais do que esse grau de perda de visão geralmente usam tecnologias assistivas para acessar seu conteúdo (e as tecnologias assistivas geralmente têm aprimoramento de contraste, bem como capacidade de ampliação incorporada a elas). O nível 7:1, portanto, geralmente fornece compensação para a perda de sensibilidade ao contraste experimentada por usuários com baixa visão que não usam tecnologia assistiva e fornece aprimoramento de contraste para deficiência de cor também.

Para facilitar a identificação da taxa de contraste da aplicação, utilizou-se um site web que retorna a taxa comparando o código das cores inseridas, a figura 5 mostra o resultado do teste.

O resultado está acima do valor sugerido de 7:1, portanto, adequado para cumprir a recomendação da W3C.

2) *Cores*: Optou-se pela cor roxa como cor dominante nas telas do sistema, nesse caso, utilizou-se uma cor principal e obteve-se variações monocromáticas dessa cor principal. Uma variação monocromática é uma das possibilidades de se



Fig. 3. Taxa de Contraste.

combinar cores utilizando-se um padrão pré-definido a fim de gerar uma harmonia na interface final.

A escolha do roxo deve-se ao fato dessa cor ser associada à criatividade e imaginação, fatores importantes no processo de criação em geral [42]. Cabe destacar que nas telas de fundo foram utilizados tons mais amenos, que são leves variações quase imperceptíveis do roxo, já que se assemelham mais a cor branca. Essa escolha visa manter a simplicidade do sistema sem perder a identidade visual e manter o contraste dos elementos da página. A paleta de cores final pode ser vista na figura 4.

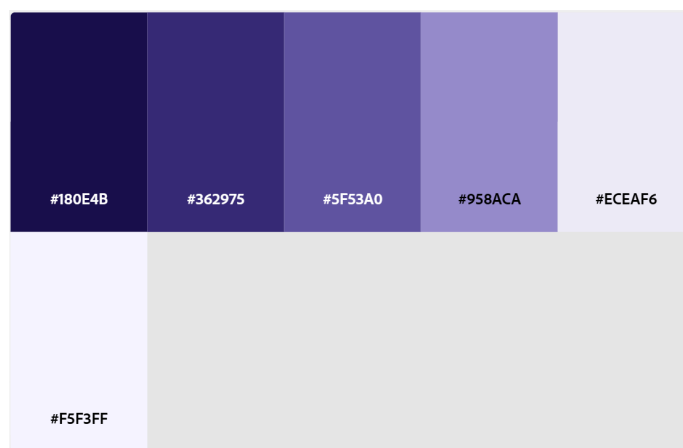


Fig. 4. Paleta de Cores.

Em um primeiro momento, a diferença entre as duas últimas cores (ECEAF6 e F5F3FF) não são facilmente visíveis, todavia esse aspecto pode ser melhor visualizado quando as mesmas são aplicadas ao sistema.

3) *Imagens*: As imagens utilizadas nas ilustrações do sistema foram obtidas por meio do site storyset, mantido pela empresa [43]. As imagens são gratuitas e foram editadas de acordo com a identidade visual do site, além disso, as imagens escolhidas seguem um mesmo padrão de design, o que facilita a padronização e consistência visual da aplicação.

4) *Princípio Mobile First*: Para uma melhor experiência do usuário em dispositivos móveis, o sistema foi projetado visando inicialmente a utilização em smartphones e tablets, com a capacidade de se ajustar em telas maiores, tem-se, portanto, um design responsivo que se adequa a maioria das telas.

G. Telas do Sistema

1) *Login*: A tela de login (figura 7) é a interface que possibilitará um usuário entrar na aplicação com uma conta

previamente cadastrada, vale ressaltar que o cadastro dessa conta será realizado por um administrador, nesse caso, o usuário receberá um e-mail e uma senha para que possa fazer o login.

Essa tela é composta pelos campos de e-mail e senha, um botão para fazer o envio dos dados digitados, um link para caso o usuário esqueça sua senha, e uma ilustração que caracteriza a tela de login.

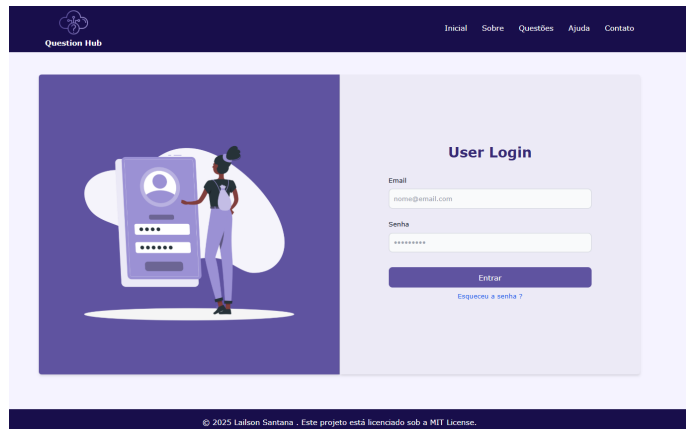


Fig. 5. Tela de Login.

Na ausência do preenchimento de algum dos dados o formulário fica impossibilitado de ser enviado, nesse caso uma mensagem é apresentada ao usuário informando o campo que ele precisa preencher para que o envio seja feito, como pode ser visto na figura 8.

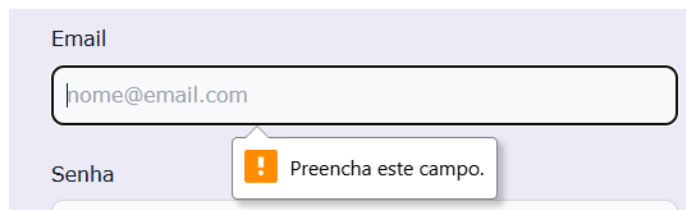


Fig. 6. Aviso de campo não preenchido.

Quando um dos campos é preenchido de forma incorreta uma mensagem de erro é apresentada ao usuário, nesse caso os dados são novamente solicitados. Ao preencher todos os dados corretamente uma mensagem de sucesso é apresentada ao usuário, direcionando o mesmo para a tela inicial do sistema.

2) *Tela do Administrador:* A tela do administrador é uma interface específica para usuários que possuem o papel de administrador, essa tela é composta por dois componentes principais, o primeiro deles é um formulário de cadastro, com campos para inserção de nome, e-mail, senha e tipo do usuário, podendo ser estudante ou professor, já o segundo é um input que será usado para definir um contexto prévio na comunicação com o Chat GPT. Em ambos os casos um botão é disponibilizado para fazer o envio das informações, como é mostrado na figura 9.

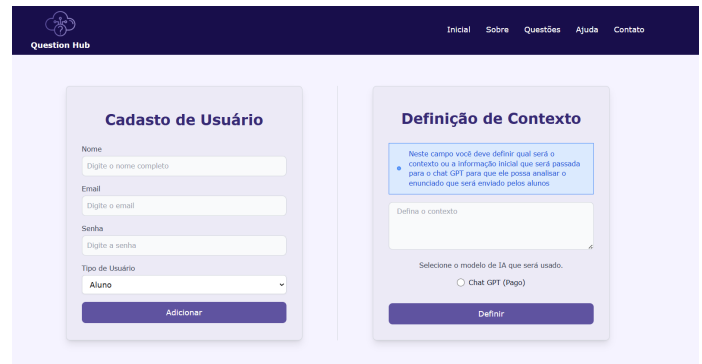


Fig. 7. Tela do Administrador

3) *Tela Inicial:* A tela inicial é o local onde as principais interfaces do sistema podem ser acessadas, essa tela é composta por um título ilustrativo, um botão que caso seja clicado direciona o usuário para um tutorial no Youtube que explica como o sistema pode ser usado e 4 cards, com uma imagem e um botão, sendo que cada um deles direciona o usuário para uma outra tela do sistema.

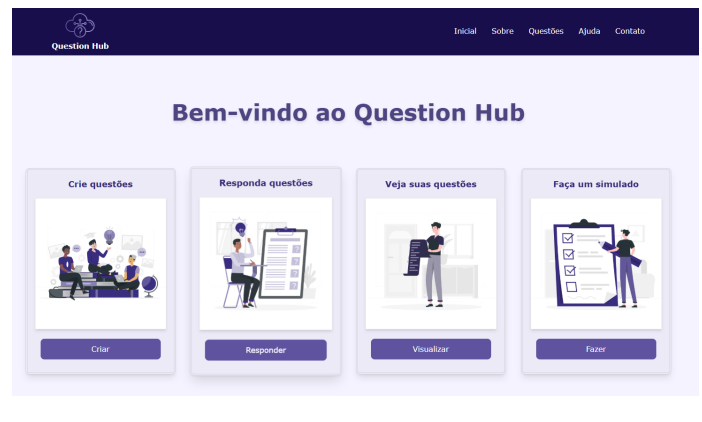


Fig. 8. Tela Inicial

4) *Tela de Questões:* Na tela de questões todas as questões criadas por todos os usuários podem ser visualizadas e respondidas, o usuário pode também selecionar através de um selecionador o tipo de questão que deseja visualizar e responder.

A figura 11 mostra a imagem dessa tela.

Cada questão é formada por 3 partes principais:

- **Cabeçalho:** Formado por um número que identifica a questão, matéria à qual a questão pertence e o usuário criador da questão.
- **Corpo:** Formado pelo texto do enunciado, 5 botões arredondados representando as alternativas, e ao lado de cada botão o texto referente a cada alternativa, além de um botão para envio da resposta escolhida no canto inferior esquerdo do corpo.
- **Tab Inferior:** Formada por 4 subdivisões que são: “Sugerir alteração”, funcionalidade explicada na seção x; comentários, local onde os usuários podem opinar, tirar



Fig. 9. Tela de Questões

dúvidas e dar um feedback sobre a questão; avaliação, onde o usuário pode avaliar uma questão atribuindo uma nota de 1 a 5, e justificativa, que mostra a explicação do criador da questão sobre a alternativa escolhida como correta.

Caso o usuário responda uma questão corretamente, uma mensagem ilustrativa aparecerá informando esse resultado para o usuário, caso contrário, essa mesma label também irá aparecer, porém agora informando que a resposta escolhida está incorreta.

As figuras 12 e 13 ilustram o resultado em ambos os casos.

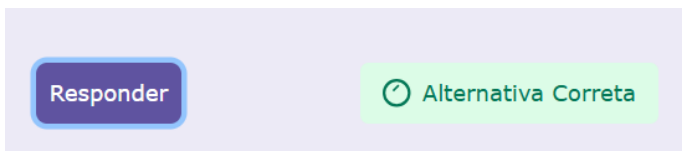


Fig. 10. Feedback para alternativa correta

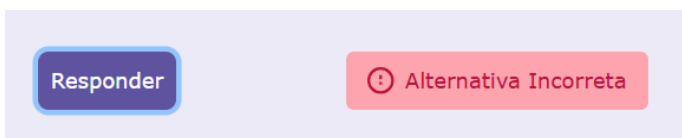


Fig. 11. Feedback para alternativa incorreta

As cores verde e vermelha utilizadas nos casos acima são padrões normalmente utilizados para casos de sucesso (verde) e insucesso (vermelho). Por fim, essa tela conta também com a ilustração de um placar, o intuito é contabilizar a quantidade de questões certas e erradas que o usuário respondeu.

5) *Tela de Formulário*: Na tela de formulário (figura 14) o usuário poderá elaborar suas próprias questões, nessa tela ele irá dispor de um selecionador para escolher a matéria da questão e duas seções principais. A primeira sessão deverá ser usada para criar um formulário, nesse sentido um editor de

texto foi disponibilizado lá. A segunda sessão deverá ser usada para criar as alternativas, 5 campos de input foram colocados nessa sessão, em cada um desses campos há uma caixa de seleção para que o usuário possa marcar a alternativa correta. Ao selecionar a alternativa correta um novo input irá aparecer, esse input solicitará ao usuário uma justificativa relacionada à questão escolhida como correta.

Não será possível enviar o formulário até que todos os campos sejam preenchidos, caso o usuário esqueça de algum deles uma mensagem será mostrada informando qual campo falta ser preenchido.

Dois botões foram incluídos na primeira seção, um para enviar o formulário o outro para cancelar o processo, ao clicar no botão enviar, uma mensagem será apresentada, informando ao usuário que a questão criada foi enviada para análise, nesse caso assim que a questão for validada ela aparecerá na tela de questões.

6) *Tela de Questões Criadas*: Essa tela mostra uma tabela com todas as questões criadas pelo usuário que está logado, em cada questão atributos como código, enunciado, disciplina, data de criação e avaliação também são mostradas, como pode ser visto na figura 15.

| CÓDIGO | ENUNCIADO | DATA DE CRIAÇÃO | DISCIPLINA | AVALIAÇÃO |
|--------|--|-----------------|-----------------------------|-----------|
| 6 | Considerando os conceitos relacionados a chave primária em Banco de dados a... | 26/03/2025 | Banco de Dados I | 0 |
| 1 | Considerando os quatro pilares da programação orientada a objetos, herança... | 20/03/2025 | Algoritmos e Programação II | 0 |

Fig. 12. Tela Questões Criadas

7) *Tela Sobre*: Foi incluída algumas outras telas menos importantes no menu suspenso, uma delas é a tela que explica um pouco mais sobre o Question Hub, essa tela traz mais informações ao usuário que quiser conhecer melhor o trabalho construído e eventualmente realizar pesquisas ou estudos com software desenvolvido.

Essa tela é mostrada na figura 16.

H. Implementação do Sistema

1) *Metodologia*: Por se tratar de um processo de desenvolvimento composto por apenas 1 programador, seguiu-se as etapas de implementação de forma incremental, mas com alguns ajustes para o contexto em questão e flexibilidade para abordagens empíricas, caso fosse necessário.

Dito isso, depois da definição dos requisitos, arquitetura do sistema e tecnologias necessárias para o desenvolvimento, as funcionalidades mais essenciais foram implementadas, classes para usuário, questão e métodos para adicionar e retornar novos usuários e novas questões.



Fig. 13. Tela Sobre

Após implementar uma funcionalidade importante, foi iniciada a fase de testes. Nessa fase foram implementados testes unitários para as funcionalidades mais importantes da aplicação, além de testes manuais com o suporte de uma aplicação chamada Insomnia, que possibilita a realização de requisições fazendo o papel de cliente no processo de envio de requisições.

Se na realização dos testes o sistema funcionasse conforme esperado, aquela versão da aplicação era salva no Github, uma plataforma de versionamento de código que permite o desenvolvedor controlar os diferentes estados de uma aplicação.

Em caso de falhas no processo de testes, iniciava-se a etapa de busca e correção das funcionalidades que não estavam operando conforme o esperado.

Com uma versão estável implementada, iniciava-se a próxima etapa, que nesse caso era a escolha de uma nova funcionalidade e aplicação dos passos descritos acima.

Esse processo pode ser visualizado na figura 18.

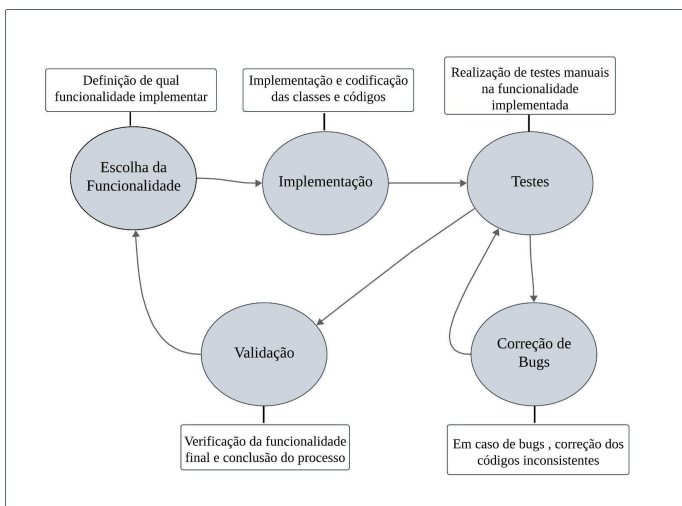


Fig. 14. Etapas de Implementação do Sistema

2) *Endpoints da Aplicação:* Endpoints são endereços de acesso presentes em APIs que permitem a identificação de recursos. Um endpoint é composto por uma URI que especifica o caminho que determinado recurso pode ser acessado.

Quando unido a um protocolo de comunicação uma URI se torna uma URL, que permite a comunicação entre uma aplicação cliente com um servidor, já que uma URL é quem especifica o local que recursos podem ser encontrados na internet [44].

Além disso, as URLs podem incluir dados enviados por uma aplicação cliente que podem ser extraídos no servidor. No caso do Spring Boot, o DispatcherServlet é responsável por interceptar as requisições enviadas e repassá-las para a classe de controller adequada para tratar essa requisição (Spring, 2025).

A documentação de todos os endpoints presentes na aplicação foi gerada com auxílio de uma biblioteca do Spring Boot, a figura 19 ilustra uma parte dos métodos da entidade Question.

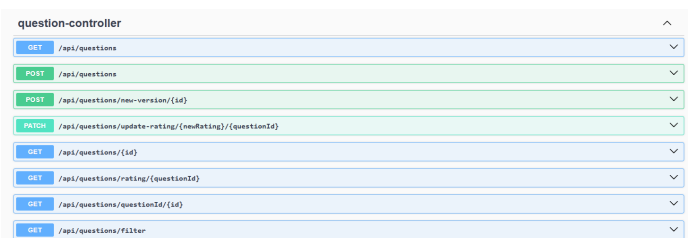


Fig. 15. Endpoints da API

3) *Método para moderação de conteúdo:* Para implementar a funcionalidade de moderação de conteúdo dois modelos de inteligência artificial foram incluídos no software, sendo que é possível escolher através da interface qual modelo deve ser utilizado.

O processo de moderação acontece da seguinte maneira: Inicialmente, é necessário que o administrador defina as instruções por meio de linguagem natural de como o modelo deve tratar um determinado enunciado. A figura 19 ilustra as instruções passadas para o ChatGPT.

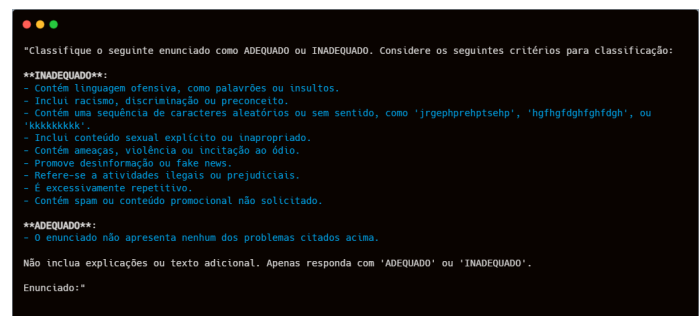


Fig. 16. Prompt para o ChatGPT

As instruções definidas são guardadas no banco de dados, o próximo passo é juntar o enunciado enviado pelo usuário com essa instrução, obtém-se, portanto, um prompt pronto para ser enviado para o modelo.

Depois do envio, um objeto JSON é retornado e então processado pelo sistema. A figura 21 mostra o método utilizado para implementar essa funcionalidade.

```

public String getClassification(String statement) {
    String context = contextService.getContext(1L).getText();
    ChatResponse response = chatModel.call(
        new Prompt(
            context + " " + statement,
            OpenAiChatOptions.builder()
                .withModel(model)
                .withTemperature(temperature)
                .withMaxTokens(maxTokens)
                .build()
        ));
    log.info("Response {}", response);
    List<Generation> generations = response.getResults();
    Generation generation = generations.get(0);
    stantMessage assistantMessage = generation.getOutput();

    return assistantMessage.getContent();
}

```

Fig. 17. Código do método de moderação

VI. AVALIAÇÃO

A. Heurísticas de Nielsen

Nielsen [45], sugere que testes de usabilidade com usuários sejam conduzidos com apenas 5 indivíduos. O autor argumenta que a cada novo usuário que participa do teste menos se encontrará novos problemas.

Devido a necessidade de aprovação prévia do comitê de ética para a condução de testes com usuários, optou-se por substituir essa avaliação pela avaliação técnica de uma profissional da área, com base nas heurísticas de Nielsen [46].

As avaliações realizadas foram conduzidas em consonância com as 10 heurísticas de Nielsen [46]. Nesse sentido, o autor sugere que uma aplicação siga essas diretrizes para que a experiência do usuário seja otimizada durante o uso da interface da aplicação.

Essas heurísticas são listadas a seguir.

1) *Grau de Severidade*: [46] define valores no intervalo de 0 a 4 que indicam o quão prejudicial é um determinado problema de usabilidade em uma interface, a tabela abaixo especifica cada um deles.

Com base nessa tabela é possível definir a gravidade de um determinado problema considerando valores de 0 a 4, quanto maior o valor maior a gravidade e o impacto negativo que esse problema gera na aplicação.

2) *Avaliadores*: Os avaliadores são especialistas em usabilidade que utilizam o sistema a fim de testá-lo e possivelmente encontrar problemas de usabilidade. Além disso, farão a classificação do grau de severidade conforme a tabela 5.

Uma profissional da área de UX/UI avaliou o Question Hub com base nas heurísticas de Nielsen[46], o quadro 6 mostra os problemas encontrados, qual heurística esse problema viola, o grau de severidade de cada um deles, e a sugestão de melhoria incluída pela especialista.

TABLE IV
HEURÍSTICAS DE NIELSEN

| Heurística | Descrição |
|--|--|
| Visibilidade do sistema | É necessário que sua interface sempre mantenha o usuário informado a respeito do que está acontecendo, por meio de respostas apropriadas em um intervalo de tempo aceitável |
| Semelhança entre o sistema e o mundo real | É necessário fazer com que o usuário tenha a percepção de que seu sistema lhe é familiar, e sempre que possível usar convenções já adotadas em outros aspectos do mundo real |
| Controle e liberdade do usuário | O usuário não deve se sentir preso ao sistema, é necessário criar saídas e formas de reverter uma ação mal-sucedida, algo que garanta a autonomia do usuário em todo o sistema |
| Consistência e padrões | O design deve usar padrões já conhecidos pelo usuário, seguindo convenções e evitando grandes diferenciações |
| Prevenção de erros | Elimine situações que tendem a gerar erros e proteja o usuário de deslizos não intencionais, dispondo de orientações e mensagens de confirmação na execução de ações importantes |
| Reconhecimento ao invés de recordação | O sistema deve ser construído de forma que elementos sejam facilmente reconhecidos posteriormente, diminuindo a necessidade de ter que relembrar como algum mecanismo funciona |
| Flexibilidade e eficiência no uso | Crie diferentes formas de realizar uma mesma ação, isso permite que os usuários escolham aquela que melhor funciona para o próprio contexto |
| Design estético e minimalista | Retire da interface informações irrelevantes e usadas com pouca frequência, informações extras podem tirar a atenção do usuário para aquelas mais importantes |
| Identificar, diagnosticar e reverter erros | Em caso de erros, mensagens simples devem ser apresentadas ao usuário, recomenda-se o uso de recursos visuais como texto em negrito e na cor vermelha |
| Ajuda e documentação | Forneça uma documentação que ajude o usuário a entender como concluir tarefas |

TABLE V
GRAUS DE SEVERIDADE

| Valor | Grau de severidade | Descrição |
|-------|--------------------|-------------------------------------|
| 0 | Sem importância | Não afeta o uso da interface |
| 1 | Cosmético | Não precisa de correção imediata |
| 2 | Simple | Correção com prioridade baixa |
| 3 | Grave | Deve ser corrigido |
| 4 | Catastrófico | Deve ser corrigido prioritariamente |

Com relação aos problemas de graus de severidade catastróficos (7 e 9), eles estavam diretamente relacionados com o tema usado pelo usuário do sistema, alguns temas específicos estavam mudando as cores da fonte, fazendo com que elas não seguissem as normas de contraste sugeridas pela [41]. Para resolver o problema definiu-se uma coloração fixa para todos os temas.

Já aqueles com grau de severidade grave (problemas 3, 8, 10 e 11) também foram corrigidos: a ordem dos botões foi reorganizada, a cor do cursor ajustada, o termo rate substituído por avaliações e o objetivo da página foi explicitado.

Para os problemas com grau de severidade simples os termos foram padronizados para o 1, o texto questões criadas foi substituído por “veja suas questões”, e o texto avaliações por “faça um simulado”. No 4, a frase “selecione a qual

TABLE VI
PROBLEMAS MAPEADOS

| Nº | Descrição do problema | Grau de severidade | Heurística violada | Sugestão de melhoria |
|----|--|--------------------|---|---|
| 1 | Os termos “crie” e “responda questões” aparecem no infinitivo, já “questões criadas” e “avaliações” não estão. | Simple | Consistência e padrões | Padronizar o texto utilizando o mesmo tempo verbal e estrutura. |
| 2 | Uma página de carregamento com idioma inglês aparece antes da página de login | Simple | Consistência e padrões | Uma página com feedback em português |
| 3 | O botão com a ação principal está na esquerda, e está com o mesmo peso do outro botão | Grave | Consistência e padrões | Inverter a ordem dos botões e diminuir o peso do botão cancelar |
| 4 | A frase “selecione a qual disciplina esta questão pertence” é longa para um combobox | Simple | Semelhança entre o sistema e o mundo real | Usar um texto mais curto |
| 5 | O termo “desenvolva” é muito formal e remete a algo mais complexo e elaborado | Simple | Semelhança entre o sistema e o mundo real | Usar termos mais diretos e comuns |
| 6 | O componente checkbox normalmente é usado para multi seleção | Simple | Reconhecimento ao invés de recordação | Usar radiobuttons ao invés de checkboxes |
| 7 | A cor da fonte e dos botões estão muito claros e com baixa taxa de contraste em alguns temas | Catastrófico | Visibilidade do sistema | Usar uma cor de fonte que garanta ao menos um nível AA no contraste |
| 8 | A cor do cursor está muito clara | Grave | Visibilidade do sistema | Usar uma cor que garanta ao menos um nível AA no contraste |
| 9 | Na tela de responder questões a taxa de contraste entre o texto e o fundo está muito baixa em alguns temas | Catastrófico | Visibilidade do sistema | Usar uma cor para a fonte que atenda a pelo menos o nível AA do WCAG |
| 10 | Na tela: questões criadas por você, o termo rate não é da língua portuguesa. | Grave | Correspondência entre o sistema e o mundo real, consistência e padrões e prevenção de erros | Usar um termo em português para rate |
| 11 | Página sem um objetivo claro e sinalizações para o usuário | Grave | Visibilidade do sistema | Incluir um texto ou algo informando o objetivo da página. |
| 12 | Ajuda é um lugar onde o usuário pode resolver seus problemas, enquanto sobre é institucional | Simple | Correspondência entre o sistema e o mundo real | Transforme as perguntas da seção sobre de modo que elas fiquem em formato de texto corrido. |

disciplina esta questão pertence” foi substituída por “disciplina da questão”. No 5 o termo “desenvolva” foi substituído por “escreva”. No 6 o checkbox foi substituído pelo componente radio e no 12 modificamos a disposição do texto na página de ajuda.

O item 2 não foi modificado por se tratar de um problema com grau de severidade simples que demandaria um esforço maior para que modificações fossem feitas.

Depois dos ajustes realizados uma nova avaliação foi conduzida pela mesma especialista, ela novamente verificou a plataforma para identificar se as modificações sugeridas foram acatadas, sinalizando que todos os 12 problemas mapeados foram resolvidos com sucesso.

É possível constatar que os apontamentos da especialista estão todos em conformidade com as heurísticas de Nielsen, como pode ser visto na tabela 5. Além de apontar o problema, ela também sinaliza qual heurística esse problema viola. Em uma perspectiva geral, Nielsen descreve que problemas como (7, 8, 9 e 11), relacionados a visibilidade do sistema, impedem que o usuário se mantenha informado sobre sua interação com este, gerando incerteza quanto às ações que estão sendo realizadas e desconfiança durante o processo. De forma semelhante, nos problemas (1, 2 e 3), sinalizados pela falta de

consistência e padrão, Nielsen destaca que isso é uma barreira para o aprendizado e experiência do usuário. Em seguida, nos problemas (4, 5, 10 e 12), Nielsen chama a atenção sobre a forma como o design conversa com o usuário, através de frases e conceitos familiares, imagens claras e outros aspectos. Logo, assumir que o usuário vai entender porque quem projetou o sistema entende, não é uma abordagem correta.

A avaliação foi crucial para a melhoria geral do sistema. Esse processo ocorreu por meio das etapas iterativas de análise e feedback, implementação de melhorias e validação por meio da reavaliação do sistema. Assim foi possível identificar problemas de usabilidade e trata-los para garantir um sistema mais eficiente para o usuário.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O constante avanço da tecnologia e o surgimento contínuo de novas formas de integrar essas tecnologias na computação possibilitou discussões e tentativas de unir essas duas áreas em prol da criação de novas formas de ensino e aprendizado.

Em virtude disso, esse projeto desenvolveu um sistema capaz de unir o campo da educação e da tecnologia, viabilizando a criação de questões de múltipla escolha como forma de construção de conhecimento por parte dos alunos, além do armazenamento dessas questões para estudos futuros.

Foi fundamental para esse processo a análise de trabalhos que propuseram e contribuíram significativamente com a temática em questão, tanto na vertente teórica no quesito de estudos e argumentações que defendem a criação de questões como uma boa estratégia para aprendizado ativo, quanto na vertente prática, através de experimentos em sala de aula utilizando-se de softwares adequados para isso.

Com relação aos testes propostos no processo de avaliação, constatou-se problemas de interface que foram posteriormente resolvidos. O sistema foi melhorado a partir de uma sequência de etapas iterativas, que envolveu a avaliadora e o desenvolvedor do sistema, e conseqüentemente, se adequou melhor as heurísticas de Nielsen.

No que se refere aos objetivos definidos inicialmente, foi possível implementar o suporte a inteligência artificial, desenvolveu-se as funcionalidades de criação, resposta, avaliação e comentários nas questões objetivas, o armazenamento das questões foi implementado e a interface para interação também foi desenvolvida.

Nesse aspecto, este trabalho contribui ao aliar educação e tecnologia ao desenvolver um ambiente online capaz de viabilizar a criação de um banco de questões, mecanismos de feedback, criação de conteúdo, colaboração e principalmente, ao incluir inteligência artificial como forma de assegurar um ambiente seguro sem a necessidade de intervenção humana direta. Foi proposta uma forma de utilização de IA no contexto acadêmico que não atua diretamente na forma como o aluno vai interagir ou consumir um conteúdo, mas no que o próprio aluno está criando. Além disso, o sistema possibilita a exposição de diferentes visões através da possibilidade de criação de versões diferentes de uma mesma questão, o que fomenta a diversidade de pensamento e a visão crítica dos alunos.

A principal limitação metodológica deste trabalho é a não realização da etapa final de avaliação empírica com usuários. Em razão disso, não é possível afirmar, com base nos dados desta pesquisa, que o Question Hub melhora a aprendizagem, aumenta o engajamento dos estudantes ou contribui diretamente para melhor desempenho em avaliações objetivas. Também não é possível afirmar que a IA moderadora apresenta desempenho satisfatório em todos os cenários de uso.

Contudo, essas limitações não invalidam a pesquisa, pois o objetivo estipulado foi desenvolver e apresentar um artefato tecnológico educacional funcional, fundamentado na literatura e orientado por uma adaptação da DSR. A contribuição do trabalho está na concepção, implementação e descrição sistemática da plataforma, bem como na identificação das condições necessárias para sua avaliação futura.

Para trabalhos futuros, convém analisar a viabilidade de implementação de uma inteligência artificial mais específica do que o ChatGPT, que fosse capaz de realizar unicamente o processo de moderação no contexto de questões criadas por estudantes.

No tocante ao usuário professor, há a necessidade de desenvolver mais funcionalidades, com possibilidade de gestão de conteúdo, criação de simulados e inclusão de materiais.

Ademais, é necessária a inclusão de ferramentas de análise que facilitem o acompanhamento do progresso dos alunos. Para isso, recomenda-se a implementação de gráficos visuais com estatísticas e informações relevantes, isso possibilitaria identificar possíveis lacunas no aprendizado que poderiam gerar discussões sobre estratégias de melhoria.

Como continuidade da pesquisa, recomenda-se a submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa para permitir a avaliação do Question Hub com estudantes e professores em contexto real de uso. Estudos futuros poderão investigar a percepção dos usuários sobre a plataforma, a qualidade das questões produzidas pelos estudantes, o impacto da elaboração de questões na aprendizagem, o engajamento em atividades colaborativas e a confiabilidade da moderação por inteligência artificial.

Por fim, também se recomenda a construção de uma rubrica para avaliação pedagógica das questões criadas, contemplando clareza do enunciado, correção conceitual, pertinência ao conteúdo, plausibilidade dos distratores, qualidade da justificativa e nível cognitivo exigido. Além disso, a moderação por IA deverá ser validada por meio de bases de teste controladas e comparação com avaliações humanas, especialmente para reduzir riscos de classificação inadequada de conteúdos.

REFERENCES

- [1] S. Papert, *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York, 1980. [Online]. Available: https://worrydream.com/refs/Papert_1980_-_Mindstorms,_1st_ed.pdf. Accessed: Mai. 30, 2026.
- [2] L. Bacich and J. Moran, *Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática*. Porto Alegre: Penso, 2018. [Online]. Available: https://www.tecnodocencias.com/ava/pluginfile.php/2392/mod_resource/content/1/Metodologias%20Ativas%20para%20uma%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20Inovadora%20Uma%20Abordagem%20Te%C3%B3rico-Pr%C3%A1tica%20by%20Lilian%20Bacich%20%20Jos%C3%A9%20Moran%20%5BBacich%2C%20Lilian%5D%20CAP%C3%8DTULOS%20SELECIONADOS.pdf. Accessed: Mai. 30, 2026.
- [3] P. Denny, A. Luxton-Reilly, and J. Hamer, "The PeerWise System of Student Contributed Assessment Questions," in *Proc. Tenth Conf. Australasian Computing Education (ACE)*, Auckland, 2008, vol. 78, pp. 69–74. [Online]. Available: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=46144971e9943a1fec3dc442ab8b13f08759b952>. Accessed: Mai. 30, 2026.
- [4] F. Yu, Y. Liu, and T. Chan, "A Web-Based Learning System for Question-Posing and Peer Assessment," *Innovations in Education and Teaching International*, vol. 42, pp. 337–348, 2007. [Online]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14703290500062557#d1e259>. Accessed: Mai. 30, 2026.
- [5] F. Yu, "An Online Learning System Supporting Student-Generated Explanations for Questions: Design, Development, and Pedagogical Potential," *Interactive Learning Environments*, vol. 30, pp. 782–802, 2019. [Online]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10494820.2019.1686398#abstract>. Accessed: Mai. 30, 2026.
- [6] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park, and S. Ram, "Design Science in Information Systems Research," *MIS Quarterly*, vol. 28, no. 1, pp. 75–105, 2004. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/2017212.2017217>. Accessed: Mai. 30, 2026.
- [7] K. Peffers, T. Tuunanen, M. A. Rothenberger, and S. Chatterjee, "A Design Science Research Methodology for Information Systems Research," *J. Management Inf. Syst.*, vol. 24, no. 3, pp. 45–77, 2007. [Online]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2753/MIS0742-1222240302>. Accessed: Mai. 30, 2026.

- [8] A. C. Teixeira and E. J. R. Brandão, "Software Educacional: O Dificil Começo," 2003. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/228547115_Software_Educacional_O_dificil_comeco. Accessed: Jun. 30, 2025.
- [9] R. L. F. Almeida and C. A. S. Almeida, *Fundamentos e Análise de Software Educativo*, 2nd ed. Fortaleza: UECE, 2015. [Online]. Available: https://www.uece.br/posla/wp-content/uploads/sites/28/2021/07/Informatica_Fundamentos-e-analise-de-software-educativo.1.pdf. Accessed: Jun. 11, 2025.
- [10] J. A. Valente, "Análise dos Diferentes Tipos de Software Usados na Educação." [Online]. Available: <https://cedupindustrialdelages.com.br/wp-content/uploads/2021/05/Analise-dos-diferentes-tipos-de-sofware-usados-na-Educacao-1.pdf>. Accessed: Jun. 11, 2025.
- [11] P. Freire, *Pedagogia do Oprimido*, 17th ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. [Online]. Available: <https://pibid.unespar.edu.br/noticias/paulo-freire-1970-pedagogia-do-oprimido.pdf/view>. Accessed: Jun. 11, 2025.
- [12] P. Freire, *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*, 25th ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. [Online]. Available: <https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/11/Pedagogia-da-Autonomia-Paulo-Freire.pdf>. Accessed: Jun. 11, 2025.
- [13] C. C. Bastos, "Metodologias Ativas," *Educação e Medicina*, Feb. 14, 2006. [Online]. Available: <https://educacaoemedicina.blogspot.com/2006/02/metodologias-ativas.html>. Accessed: Jun. 05, 2025.
- [14] J. A. Valente, "Blended Learning e as Mudanças no Ensino Superior: A Proposta da Sala de Aula Invertida," *Educar em Revista*, Curitiba, pp. 79–97, 2014. [Online]. Available: <https://www.scielo.br/er/a/GLd4P7sVN8McLbcbQVvYzG/?lang=pt>. Accessed: Jun. 11, 2025.
- [15] N. A. N. Berbel, "As Metodologias Ativas e a Promoção da Autonomia de Estudantes," *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, vol. 32, no. 1, pp. 25–40, Londrina, 2011. [Online]. Available: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326/10999>. Accessed: Jun. 11, 2025.
- [16] A. Callender and M. McDaniel, "The Limited Benefits of Rereading Educational Texts," *Contemporary Educational Psychology*, vol. 34, pp. 30–41, 2008. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.07.001>. Accessed: Jun. 11, 2025.
- [17] J. D. Karpicke, A. C. Butler, and H. L. Roediger, "Metacognitive Strategies in Student Learning: Do Students Practise Retrieval When They Study on Their Own?," *Memory*, vol. 17, pp. 471–479, Apr. 2009. [Online]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09658210802647009#d1e303>. Accessed: Oct. 11, 2024.
- [18] I. Taconnat and M. Laurence, "Cognitive Operations in the Generation Effect on a Recall Test: Role of Aging and Divided Attention," *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/8471064_Cognitive_Operations_in_the_Generation_Effect_on_a_Recall_Test_Role_of_Aging_and_Divided_Attention. Accessed: Jul. 10, 2025.
- [19] M. Ebersbach, M. Feierabend, and K. B. B. Nazari, "Comparing the Effects of Generating Questions, Testing, and Restudying on Students' Long-Term Recall in University Learning," *Applied Cognitive Psychology*, vol. 34, pp. 724–736, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1002/acp.3639>. Accessed: Mar. 06, 2025.
- [20] J. L. Walsh, B. H. L. Harris, P. Denny, and P. Smith, "Formative Student-Author Question Bank: Perceptions, Question Quality and Association with Summative Performance," *Postgraduate Medical Journal*, vol. 94, no. 1108, pp. 97–103, Feb. 2018. [Online]. Available: <https://academic.oup.com/pmj/article/94/1108/97/6984023>. Accessed: Jun. 25, 2025.
- [21] P. Denny, B. Simon, and M. Micou, "Evaluation of PeerWise as an Educational Tool for Bioengineers," in *Proc. ASEE Annual Conf. & Exposition*, Louisville, 2010. [Online]. Available: <https://peer.asee.org/evaluation-of-peerwise-as-an-educational-tool-for-bioengineers>. Accessed: Jun. 25, 2025.
- [22] A. L. Pittenger and J. L. Lounsbury, "Student-Generated Questions to Assess Learning in an Online Orientation to Pharmacy Course," *American Journal of Pharmaceutical Education*, vol. 75, 2011. [Online]. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3142969/>. Accessed: Jun. 25, 2025.
- [23] D. Duret, R. Christley, P. Denny, and A. Senior, "Collaborative learning with PeerWise", *Research in Learning Technology*, vol. 26, Jan. 2018.
- [24] A. S. Khashaba, "Evaluation of the Effectiveness of Online Peer-Based Formative Assessments (PeerWise) to Enhance Student Learning in Physiology: A Systematic Review Using PRISMA Guidelines," *International Journal of Research in Education and Science*, vol. 6, 2020. [Online]. Available: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1271255.pdf>. Accessed: May. 06, 2026.
- [25] "Entendendo os Tokens GPT do OpenAI: Um Guia Abrangente," *GPT.Space*, [s.d.]. [Online]. Available: https://gpt.space/blog_pt/entendendo-tokens-gpt-openai-guia-abrangente. Accessed: May. 06, 2026.
- [26] I. Adeshola and A. P. Adepoju, "The Opportunities and Challenges of ChatGPT in Education," *Interactive Learning Environments*, vol. 32, pp. 6159–6172, 2023. [Online]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10494820.2023.2253858>. Accessed: May. 06, 2026.
- [27] Y. Albadarin, M. Saqr, N. Pope, and M. Tukiainen, "A Systematic Literature Review of Empirical Research on ChatGPT in Education," *Discover Education*, vol. 3, no. 60, 2024. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44217-024-00138-2>. Accessed: May. 06, 2026.
- [28] A. B. Fernandes, R. Narciso, A. S. Braga, A. S. Cardoso, E. S. C. Lima, E. A. M. M. Vilalva, G. U. M. Rezende, H. G. M. Júnior, L. V. Silva, and S. S. A. Lima, "A Ética no Uso de Inteligência Artificial na Educação: Implicações para Professores e Estudantes," *REASE*, vol. 10, no. 3, pp. 346–361, Mar. 2024. [Online]. Available: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/13056>. Accessed: May. 06, 2026.
- [29] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional*, 9th ed. Porto Alegre: AMGH, 2021. [Online]. Available: <https://archive.org/details/engenharia-de-software-uma-abordagem-profissional/page/n1/mode/2up>. Accessed: May. 06, 2026.
- [30] I. Sommerville, *Engenharia de Software*, 9th ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- [31] E. Freeman, E. Freeman, K. Sierra, and B. Bates, *Use a Cabeça! Padrões de Projetos (Design Patterns)*, 2nd ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2007.
- [32] "PostgreSQL," [Online]. Available: <https://www.postgresql.org/>. Accessed: May. 19, 2026.
- [33] IBM Brasil, "O que é Java Spring Boot?," [Online]. Available: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/java-spring-boot>. Accessed: May. 19, 2026.
- [34] Apache Software Foundation, "Apache Maven Project," [Online]. Available: <https://maven.apache.org/>. Accessed: May. 19, 2026.
- [35] Meta Open Source, "React," 2013. [Online]. Available: <https://react.dev>. Accessed: May. 19, 2026.
- [36] Vercel, "Next.js Documentation," [Online]. Available: <https://nextjs.org/docs>. Accessed: May. 19, 2026.
- [37] MUI, "Material UI — React Component Library Implementing Google's Material Design," [Online]. Available: <https://mui.com/material-ui/>. Accessed: May. 19, 2026.
- [38] W. O. Galitz, *The Essential Guide to User Interface Design: An Introduction to GUI Design Principles and Techniques*, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2007.
- [39] J. Clear, *Hábitos Atômicos: Um Método Fácil e Comprovado de Criar Bons Hábitos e se Livrar dos Maus*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.
- [40] J. Itten, *The Art of Color: The Subjective Experience and Objective Rationale of Color*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1961.
- [41] World Wide Web Consortium (W3C), "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1: Success Criterion 1.4.3 – Contrast (Minimum)," Oct. 05, 2018. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/contrast-minimum.html>. Accessed: May. 19, 2026.
- [42] M. Clemente, "Psicologia das Cores: Descubra o Significado (e o Poder) de Cada Cor no Marketing," *Rockcontent*, 2020. [Online]. Available: <https://rockcontent.com/br/blog/psicologia-das-cores/>. Accessed: May. 19, 2026.
- [43] Freepik Company, "About Us," [Online]. Available: <https://www.freepik.com/company/about-us>. Accessed: May. 19, 2026.
- [44] B. Santana, "URI e URL: qual a diferença e quando usar cada um," *Hostinger Tutoriais*, Dec. 18, 2025. [Online]. Available: <https://www.hostinger.com/br/tutoriais/uri-e-url>. Accessed: May. 19, 2026.
- [45] J. Nielsen and T. K. Landauer, "A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems," in *Proc. INTERACT '93 and CHI '93 Conf. on Human Factors in Computing Systems*, 1993, pp. 206–213. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/169059.169166>. Accessed: May. 19, 2026.
- [46] J. Nielsen, "10 Usability Heuristics for User Interface Design," *Nielsen Norman Group*. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. Accessed: May. 19, 2026.