

Proposta, Desenvolvimento e Validação de uma Arquitetura Computacional para Adaptação de Questões para Estudantes Neurodivergentes

Rafael de Pádua Oliveira¹, Vinícius Alves Silva¹, Hiran Nonato M. Ferreira^{1,2}

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Passos/MG, Brasil

²Faculdade de Computação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU) Uberlândia/MG, Brasil

rafael.padua@alunos.ifsuldeminas.edu.br

{vinicius.silva, hiran.ferreira}@ifsuldeminas.edu.br

Abstract. *The inclusion of neurodivergent students requires assessment practices capable of reducing cognitive barriers and improving accessibility. However, adapting assessment items to different learning profiles while preserving their pedagogical objectives remains a challenge for educators. This paper presents a platform for the automatic adaptation of assessment items based on principles of inclusive assessment and accessibility. The proposed solution employs Artificial Intelligence to support the reformulation of assessment items under teacher supervision, enabling iterative adaptations and the storage of revision histories. In addition to describing the platform architecture and implemented functionalities, an evaluation with teachers was conducted using the Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ) and quality criteria for the generated adaptations. The results indicate positive user perceptions and suggest that the platform has the potential to support the development of more accessible and inclusive assessments across different educational contexts.*

Resumo. *A inclusão de estudantes neurodivergentes demanda práticas avaliativas capazes de reduzir barreiras cognitivas e ampliar a acessibilidade. Entretanto, adaptar questões avaliativas para diferentes perfis de aprendizagem, preservando seus objetivos pedagógicos, ainda representa um desafio para docentes. Este artigo apresenta uma plataforma para adaptação automática de questões avaliativas fundamentada em princípios de avaliação inclusiva e acessibilidade. A solução utiliza Inteligência Artificial para apoiar a reformulação de enunciados sob supervisão docente, permitindo adaptações iterativas e armazenamento do histórico de versões. Além da descrição da arquitetura e das funcionalidades implementadas, foi realizada uma avaliação com professores, utilizando o Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ) e critérios de qualidade das adaptações geradas. Os resultados indicam boa aceitação da plataforma e potencial para apoiar a elaboração de avaliações mais acessíveis e inclusivas em diferentes contextos educacionais.*

1. Introdução

Nos últimos anos, a ampliação do acesso à educação tem tornado mais visível a diversidade dos perfis estudantis presentes em sala de aula, incluindo um número cada vez

maior de estudantes neurodivergentes. Esse movimento acompanha tendências globais de fortalecimento das políticas de inclusão, que reconhecem a necessidade de ambientes pedagógicos capazes de contemplar diferentes modos de aprender, perceber, comunicar e interagir [Tai et al. 2022]. Nesse contexto, torna-se ainda mais importante adotar práticas avaliativas sensíveis à heterogeneidade dos estudantes, sobretudo quando muitas avaliações continuam sendo formuladas com base em modelos padronizados, que presumem modos únicos de leitura, interpretação e resposta [Tai et al. 2022].

Nesse cenário, cresce a demanda por soluções educacionais capazes de apoiar docentes na construção de aprendizagem inclusivas. Embora diversas plataformas tenham sido desenvolvidos ao longo da última década, poucos têm como foco a adaptação pedagógica de materiais avaliativos para estudantes neurodivergentes. Essa lacuna torna-se ainda mais relevante quando se considera que as avaliações são componentes centrais do processo formativo, atuando não apenas como mecanismos de verificação da aprendizagem, mas também como elementos estruturantes da trajetória acadêmica dos estudantes. Quando esses instrumentos não são acessíveis, podem surgir barreiras que ampliam desigualdades e dificultam a participação dos estudantes [Martins et al. 2022].

A neurodiversidade, entendida como a variação natural na configuração neurológica dos indivíduos, abrange perfis como autistas, pessoas com TDAH, dislexia, entre outros. Conforme destacado por [Borsotti et al. 2024], esses estudantes frequentemente apresentam necessidades específicas relacionadas ao processamento de informações, à clareza das instruções, à linguagem utilizada nas questões, à organização visual dos enunciados e à carga cognitiva envolvida nas atividades avaliativas. Questões mal formuladas, com linguagem excessivamente densa ou instruções ambíguas, podem introduzir barreiras que não dizem respeito ao conhecimento que se deseja aferir. Nesses casos, o desempenho do estudante pode refletir não apenas sua aprendizagem, mas também dificuldades de acesso à tarefa, produzindo variância irrelevante ao construto [Kettler et al. 2009, Oliveri 2019, Roelofs 2019]. Apesar disso, muitos docentes não dispõem de formação especializada para realizar adaptações sistemáticas, consistentes e pedagogicamente embasadas. Assim, ferramentas computacionais de apoio a esse processo podem contribuir para ampliar a equidade educacional.

Com base nesses desafios, este artigo apresenta uma evolução da arquitetura *Mind Bridge* [Silva and Ferreira 2024], originalmente proposta para apoiar a adaptação de questões avaliativas destinadas a estudantes neurodivergentes. Em sua versão inicial, a arquitetura foi concebida para apoiar a adaptação de questões em diferentes áreas do conhecimento, sendo acompanhada por testes preliminares de validação das adaptações geradas. O presente trabalho estende essa proposta ao incorporar melhorias arquiteturais e funcionais, consolidando-a em uma plataforma computacional de apoio ao docente. Além disso, amplia o processo de validação por meio de uma avaliação de usabilidade baseada no *Post-Study System Usability Questionnaire* (PSSUQ) [Lewis 2002], permitindo analisar a percepção dos usuários quanto à utilidade, qualidade das informações e qualidade da interface da solução. A literatura de desenho universal e acessibilidade em avaliação vem mostrando, há mais de duas décadas, que tornar avaliações mais acessíveis não significa reduzir o rigor, mas também melhorar a qualidade do instrumento de avaliação [Ketterlin-Geller 2005, Thompson et al. 2004, Thurlow et al. 2002]. Nesse sentido, a plataforma busca apoiar docentes na criação de avaliações mais acessíveis, sem

comprometer o rigor conceitual necessário à formação dos estudantes.

As principais contribuições deste trabalho são: (i) a proposição de uma plataforma computacional funcional de apoio à adaptação de avaliações; (ii) a incorporação de funcionalidades voltadas ao suporte docente; e (iii) a realização de uma avaliação de usabilidade baseada no PSSUQ, fornecendo evidências empíricas sobre a percepção dos usuários em relação à solução.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica e pedagógica que sustenta a proposta. A Seção 3 discute os trabalhos relacionados e posiciona a contribuição deste estudo em relação à literatura. Na Seção 4, são descritos a arquitetura proposta e os principais recursos implementados na plataforma. A Seção 5 detalha a metodologia adotada para a validação da solução. A Seção 6 apresenta e discute os resultados obtidos. Por fim, a Seção 7 apresenta as conclusões do trabalho, suas limitações e perspectivas para pesquisas futuras.

2. Fundamentação teórica e pedagógica

A proposta deste trabalho apoia-se em princípios de educação inclusiva e no reconhecimento da neurodiversidade como expressão legítima da diversidade humana. Nessa perspectiva, estudantes neurodivergentes podem encontrar barreiras não apenas no conteúdo ensinado, mas também na forma como instruções, enunciados e avaliações são apresentados [Thurlow et al. 2002]. A inclusão, portanto, não se limita à ampliação do acesso, mas envolve também a revisão de práticas pedagógicas e avaliativas que, muitas vezes, pressupõem perfis cognitivos considerados padrão [Thompson et al. 2004, Tai et al. 2022].

No campo da avaliação da aprendizagem, a literatura mostra que dificuldades de leitura, organização visual pouco clara, excesso de informação e instruções ambíguas podem introduzir obstáculos que não dizem respeito ao conhecimento que se pretende aferir. Nesses casos, o desempenho do estudante pode refletir não apenas sua aprendizagem, mas também barreiras de acesso à tarefa, produzindo variância irrelevante ao construto avaliado [Roelofs 2019]. Por isso, adaptar questões não significa simplificar indevidamente o conteúdo, mas revisar aspectos de linguagem, estrutura e apresentação de modo a preservar o objetivo pedagógico da atividade e reduzir demandas extrínsecas desnecessárias [Kettler et al. 2009, Oliveri 2019, Johnstone et al. 2008].

Nesse contexto, tecnologias educacionais podem contribuir para práticas avaliativas mais acessíveis quando orientadas por princípios pedagógicos consistentes. O uso de Inteligência Artificial, em particular, mostra-se promissor como apoio à reescrita, reorganização e adaptação de enunciados, desde que suas sugestões permaneçam sob supervisão docente. Assim, a IA é compreendida, neste trabalho, como recurso de apoio à mediação pedagógica, auxiliando o professor na elaboração e revisão de questões mais acessíveis, sem substituir seu julgamento profissional [Almond et al. 2010, Dolan et al. 2013, Kettler et al. 2009, Oliveri 2019].

3. Trabalhos Relacionados

A análise dos trabalhos relacionados mostra que a literatura apresenta contribuições importantes para a adaptação de questões, a acessibilidade em avaliação e o uso de IA no apoio à docência, mas essas dimensões ainda aparecem com frequência de forma fragmentada. Parte dos estudos se concentra em princípios de desenho universal, revisão

de itens e preservação do construto avaliado [Johnstone et al. 2008, Kettler et al. 2009, Thompson et al. 2004, Thurlow et al. 2002]. Outra parte enfatiza ferramentas e fluxos de autoria apoiados por tecnologia, inclusive com uso de IA generativa [Cui et al. 2026, Silva and Ferreira 2024]. Ainda assim, permanece espaço para soluções que integrem adaptação de questões, apoio ao professor e compartilhamento de materiais em uma mesma plataforma.

Em outra frente, [Cui et al. 2026] discutem um sistema de apoio à autoria avaliativa assistido por LLM, orientado por modelos conceituais do fluxo de trabalho de professores. Embora não seja centrado especificamente em neurodivergência, o trabalho é relevante por enfatizar que ferramentas de IA para avaliação devem se ajustar às rotinas docentes e favorecer a revisão humana. Já [Dionysio et al. 2025] situa-se mais diretamente no campo da adaptação de instrumentos escolares com apoio de IA, reforçando a pertinência de soluções que tratem reescrita e inclusão de forma articulada.

Tabela 1. Comparativo de funcionalidades entre trabalhos relacionados e a proposta atual.					
Trabalho	Adaptação de questões	Apoio ao professor	Uso de IA Gen.	Foco em neurodivergência	Compartilhamento
[Dionysio et al. 2025]	●	●	●	○	○
[Cui et al. 2026]	○	●	●	○	○
[Beddow et al. 2013]	●	○	○	●	○
Este Trabalho	●	●	●	●	●

Legenda: ● funcionalidade presente. ○ funcionalidade ausente.

A proposta apresentada neste trabalho aproxima, em uma mesma plataforma, elementos que na literatura costumam aparecer de forma separada, como adaptação de questões, apoio ao docente e compartilhamento de materiais. Com isso, busca-se oferecer uma solução que articule recursos de IA generativa com preocupações pedagógicas e de acessibilidade no contexto da elaboração avaliativa.

4. Proposta e Desenvolvimento da Arquitetura

A arquitetura da plataforma foi desenvolvida para apoiar a adaptação de questões avaliativas de forma ágil, mantendo uma interface simples para o docente e delegando ao servidor os processos de autenticação, segurança e geração de conteúdo com IA. Para isso, o sistema foi organizado em camadas, de modo que a interface ofereça retorno rápido ao usuário enquanto o processamento mais complexo ocorre no backend.

Essa separação contribui tanto para a proteção de dados quanto para a continuidade do fluxo de uso da plataforma durante o processo de criação e revisão pedagógica. A comunicação entre essas camadas foi estruturada para reduzir atrasos perceptíveis na interação e favorecer o uso iterativo da ferramenta pelo docente. A Figura 1 apresenta a organização geral desses componentes.

4.1. Módulo de Interação

O Módulo de Interação, mostrado à esquerda da Figura 1, corresponde ao ponto de contato entre o professor e a plataforma. Embora a figura apresente separadamente os elementos

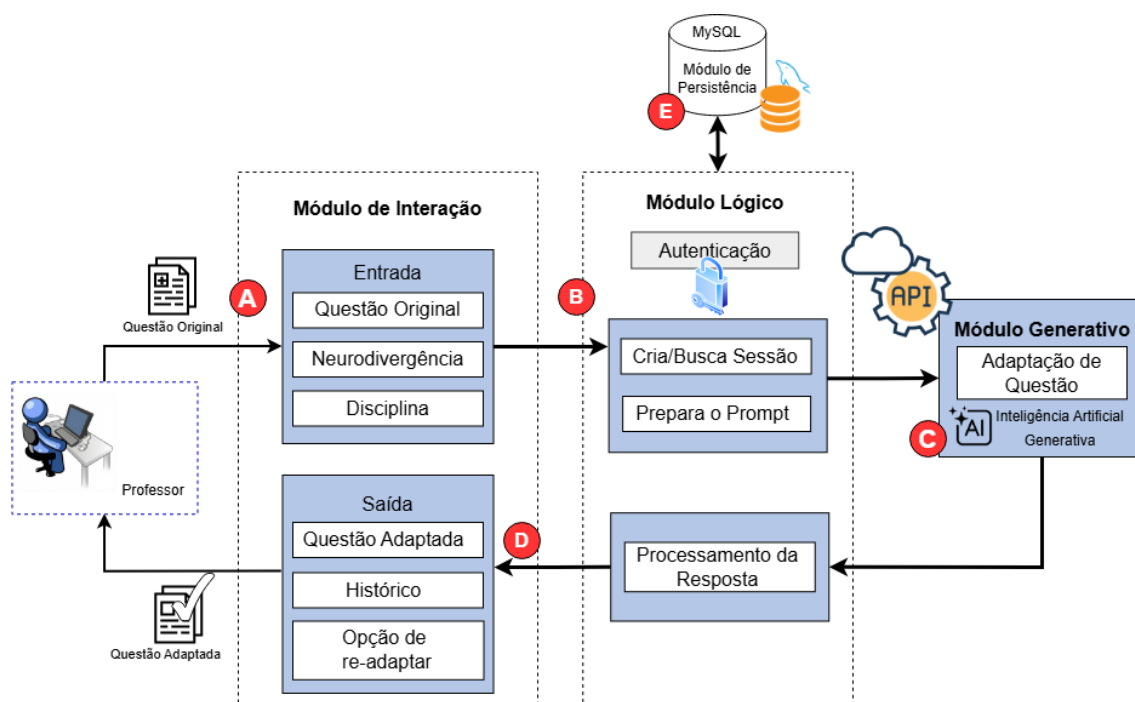


Figura 1. Arquitetura proposta da plataforma

de entrada e saída para fins de organização, esses componentes estão integrados em uma interface unificada.

A entrada (Figura 1-A) é composta por um editor de texto rico e por controles de configuração da adaptação, como área ou disciplina e perfil do estudante. A saída (Figura 1-D), por sua vez, apresenta o conteúdo adaptado, o histórico de versões geradas e opções para novas adaptações. Essa organização permite que o docente acompanhe, avalie e refine os resultados produzidos pela IA de forma contínua.

4.2. Módulo Lógico

O Módulo Lógico (*backend*) é responsável pelo processamento das requisições e pela execução das regras de negócio da plataforma. Ele atua como intermediário entre a interface, o banco de dados e os serviços de IA, validando os dados recebidos e coordenando o fluxo de adaptação.

Entre suas funções estão o controle de acesso dos usuários (Figura 1-B), o gerenciamento das sessões de uso e a preparação dos *prompts* enviados ao modelo de IA. Após o processamento, o módulo trata a resposta recebida e encaminha o resultado para apresentação na interface.

4.3. Módulo Gerativo

O Módulo Gerativo corresponde ao serviço externo de Inteligência Artificial acessado por meio de API (Figura 1-C). Sua função é processar os *prompts* estruturados pelo Módulo Lógico e gerar versões adaptadas das questões submetidas pelos usuários.

O uso de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) permite interpretar as instruções pedagógicas e reformular os conteúdos de acordo com os parâmetros definidos. Como esse módulo opera de forma desacoplada dos demais componentes, torna-se

possível substituir ou atualizar os modelos utilizados sem alterar a arquitetura geral da plataforma.

4.4. Módulo de Persistência

O Módulo de Persistência, representado na Figura 1-E, é responsável pelo armazenamento e gerenciamento dos dados da plataforma, com o uso de um sistema gerenciador de banco de dados relacional (MySQL).

Nesse módulo são mantidas informações sobre usuários, sessões de adaptação e histórico das versões geradas. A persistência desses dados permite recuperar interações anteriores, acompanhar a evolução das adaptações realizadas e reutilizar conteúdos produzidos ao longo do tempo.

4.5. Principais Funcionalidades

A implementação da proposta resultou em uma plataforma web funcional, organizada para apoiar o fluxo de trabalho docente. O sistema foi estruturado em três ambientes principais que refletem a jornada do usuário: (i) o Painel de Adaptação, (ii) a Biblioteca Pessoal e (iii) a Comunidade. Esta seção descreve cada um desses ambientes, mostrando como as decisões arquiteturais apresentadas anteriormente se traduzem em recursos de uso ao professor.

Ambiente de Adaptação e Ferramentas Auxiliares

O Ambiente de Adaptação foi desenvolvido para oferecer um fluxo unificado para a submissão e revisão de questões. A interface, apresentada na Figura 2, reúne em uma única tela os principais controles do processo. O professor inicia a adaptação selecionando o tipo de neurodivergência e a disciplina nos menus superiores e, em seguida, insere o enunciado da questão no editor de texto rico central, conforme destacado na Figura 2-A.

A interface também inclui um painel de Ferramentas de Apoio, localizado na lateral direita (Figura 2-B). Esse painel reúne recursos auxiliares que podem ser acionados conforme a necessidade do docente. Entre eles, destaca-se a funcionalidade de “Descrição de imagem com IA”, que permite o envio de imagens, esquemas, gráficos ou outros elementos visuais para a geração automática de descrições textuais, ampliando a acessibilidade do conteúdo.

Por fim, a área inferior da interface (Figura 2-C) apresenta uma visualização comparativa entre a versão original e a versão adaptada, permitindo ao docente analisar o resultado antes de aprová-lo.

Gestão de Conteúdo e Histórico

Todo o material processado pela plataforma é automaticamente salvo e organizado na “Biblioteca”, conforme ilustrado na Figura 3. Essa interface funciona como um repositório pessoal, no qual cada adaptação é tratada como uma sessão contínua de trabalho, e não como um evento isolado.

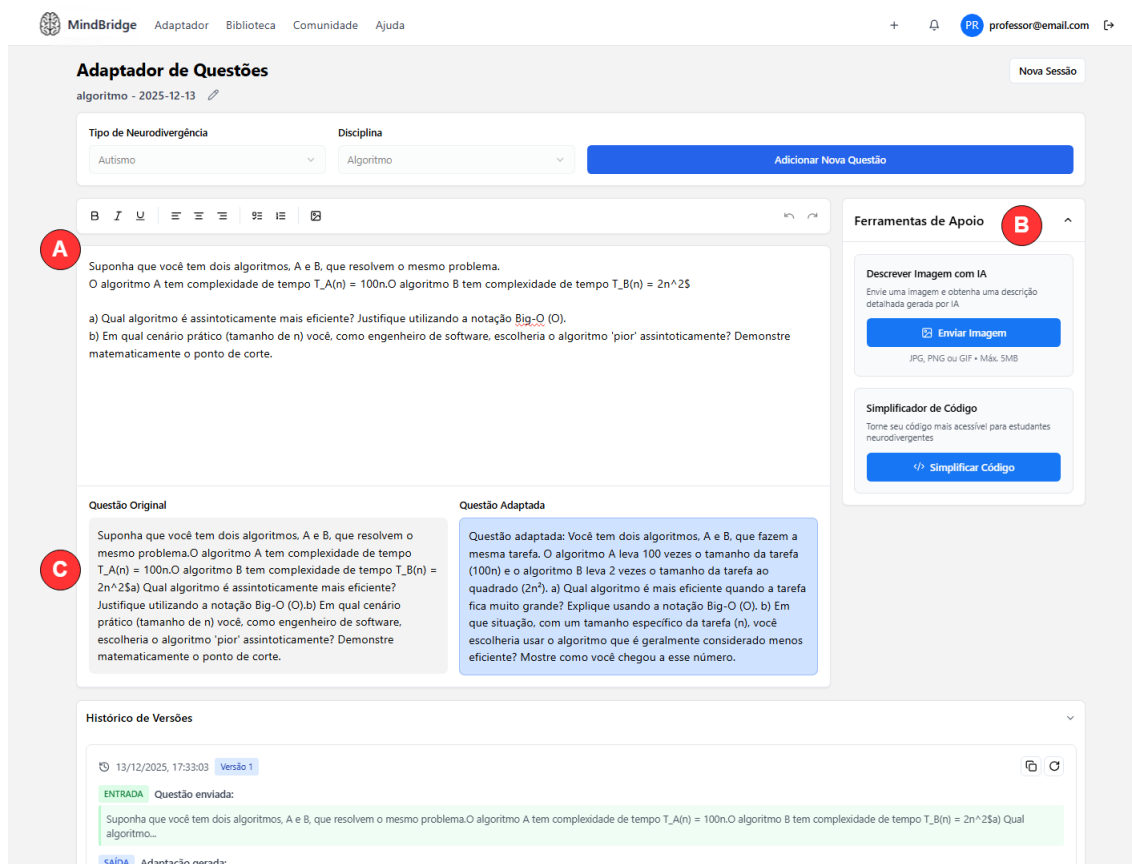


Figura 2. Interface utilizada para a adaptação de questões

Para facilitar a gestão do acervo docente, o sistema organiza os registros em cards com metadados essenciais. O professor pode visualizar a disciplina, a data da última modificação e um contador de versões, que indica quantas iterações foram realizadas em determinada questão. Essa organização permite localizar rapidamente materiais anteriores e retomar o processo de adaptação a partir do ponto em que foi interrompido.

Acesso a Recursos Compartilhados

A plataforma também integra um ambiente voltado à colaboração docente, denominado “Comunidade”, conforme apresentado na Figura 4. Esse módulo permite que professores tornem públicas adaptações bem-sucedidas, formando um repositório compartilhado de questões acessíveis e favorecendo a troca de experiências entre pares.

Para facilitar a navegação no acervo coletivo, a interface dispõe de uma barra de busca e de filtros que organizam o conteúdo por disciplina ou perfil de adaptação. O objetivo dessa funcionalidade é permitir que docentes consultem exemplos práticos de adaptações já realizadas.

5. Metodologia de Validação

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem mista, voltada à avaliação preliminar da plataforma proposta com professores [Wazlawick 2009]. O ob-

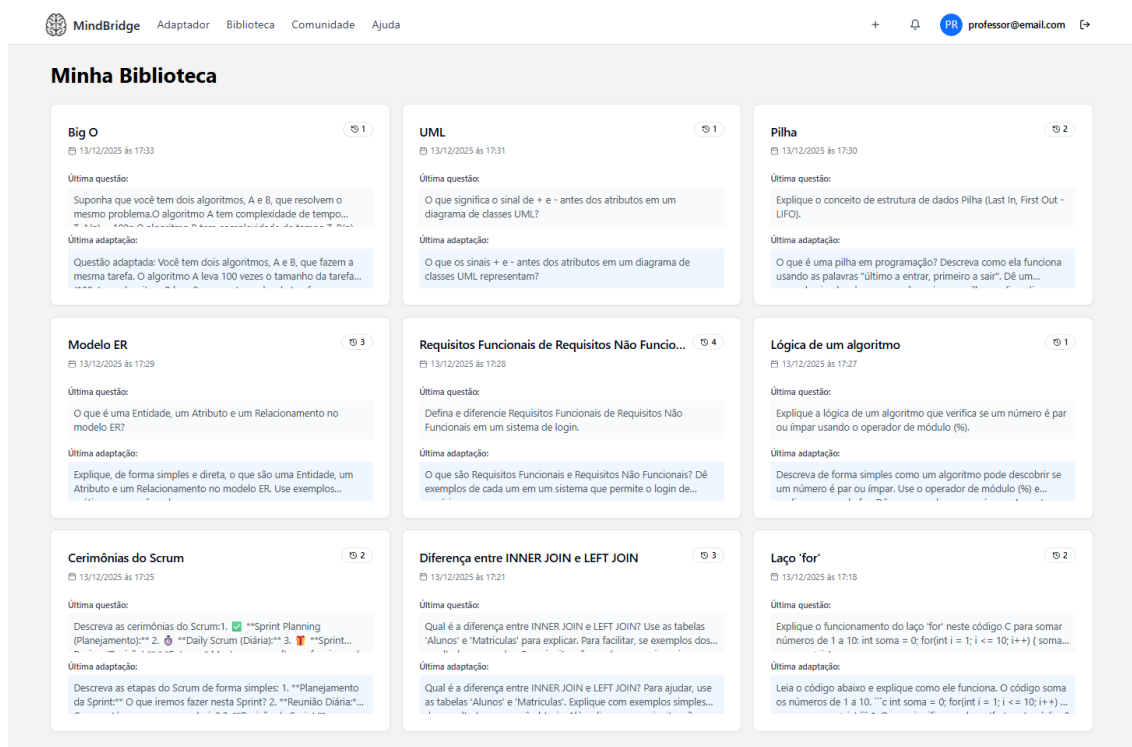


Figura 3. Interface da Biblioteca Pessoal

jetivo foi analisar a usabilidade percebida do sistema, bem como a avaliação dos participantes sobre a qualidade pedagógica das adaptações produzidas e sobre as possibilidades de uso da ferramenta.

A usabilidade percebida foi avaliada por meio do *Post-Study System Usability Questionnaire* (PSSUQ), instrumento pós-uso com 19 itens [Lewis 2002], amplamente utilizado em avaliações de sistemas. Foi utilizada uma versão em português baseada na adaptação para o português europeu [Rosa et al. 2015], com ajustes lexicais para o português do Brasil.

Participaram oito professores com atuação em diferentes áreas e níveis de ensino. A coleta foi realizada remotamente por meio de formulário eletrônico.

O procedimento foi organizado em três etapas. Primeiro, os participantes preencheram um questionário de caracterização, com dados sobre área de atuação, nível de ensino, tempo de docência e experiência prévia com tecnologia educacional, inteligência artificial e adaptação de atividades. Em seguida, realizaram duas tarefas na plataforma: na Tarefa 1, adaptaram uma questão-base fornecida para o perfil de dislexia; na Tarefa 2, adaptaram uma questão de sua própria prática docente para o perfil de neurodivergência considerado pertinente ao contexto da questão. Por fim, avaliaram as adaptações produzidas, responderam ao PSSUQ e preencheram questões abertas sobre facilidades, dificuldades, melhorias e possibilidades de uso da plataforma.

As adaptações foram avaliadas em cinco critérios, em escala de 1 a 5: clareza da redação, adequação ao perfil do aluno, preservação do objetivo pedagógico, correção do conteúdo e possibilidade real de uso em aula ou avaliação. As respostas abertas foram

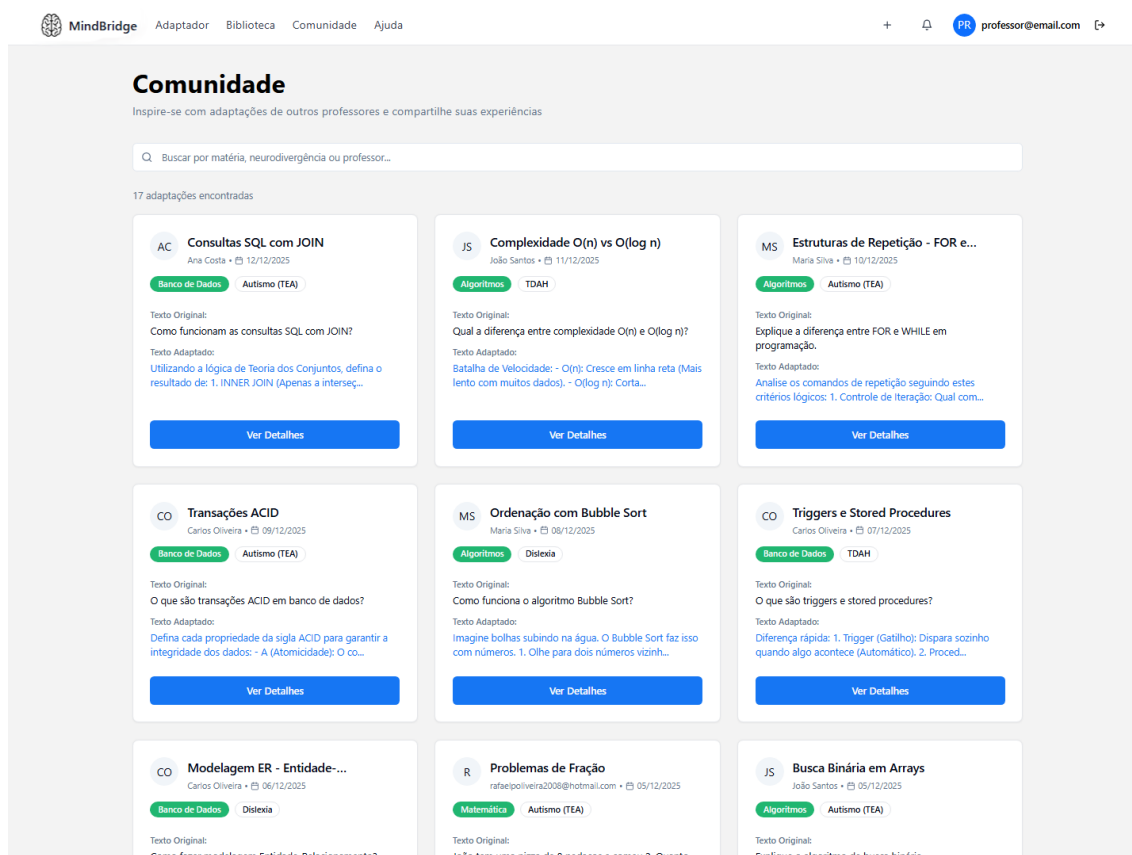


Figura 4. Interface da Comunidade

analisadas qualitativamente por agrupamento temático.

A análise quantitativa foi realizada por meio de estatística descritiva. Para o PSSUQ, foram calculados o escore geral e as subescalas *System Usefulness* (Utilidade do Sistema, itens 1 – 8), *Information Quality* (Qualidade da Informação, itens 9 – 15) e *Interface Quality* (Qualidade da Interface, itens 16 – 18), conforme proposto por Lewis [Lewis 2002]. O item 19 foi considerado apenas no escore geral. Como menores valores indicam melhor usabilidade percebida, a interpretação dos resultados seguiu essa lógica [Lewis 2002].

6. Resultados e Discussão

A avaliação realizada com os professores permitiu analisar diferentes aspectos da solução proposta, incluindo características da amostra, usabilidade percebida, qualidade das adaptações geradas e percepções sobre seu potencial de uso em contextos educacionais.

6.1. Perfil da amostra

A amostra foi composta por oito professores, com predominância de participantes da área de Tecnologia e Computação (63%). Houve maior presença de docentes do Ensino Médio (75%) e do Ensino Superior (63%), com possibilidade de múltipla marcação. Em relação à experiência, metade relatou mais de 15 anos de docência, e a maioria indicou experiência moderada a alta com tecnologia educacional, inteligência artificial e adaptação pedagógica.

6.2. Usabilidade percebida com o PSSUQ

A Tabela 2 apresenta os resultados do PSSUQ, utilizados para analisar a usabilidade percebida da plataforma a partir do escore geral e de suas subescalas.

O escore geral do PSSUQ foi 2,01 (DP = 0,52), em uma escala de 1 a 7, na qual valores menores indicam melhor usabilidade percebida [Lewis 2002]. Entre as subescalas, *Interface Quality* (Qualidade da Interface) apresentou a melhor média (M = 1,92; DP = 0,61), seguida de *System Usefulness* (Utilidade do Sistema) (M = 2,02; DP = 0,67) e *Information Quality* (Qualidade da Informação) (M = 2,05; DP = 0,38). Esses resultados indicam uma percepção geral positiva da usabilidade da plataforma [Lewis 2002, Vlachogianni and Tselios 2023].

Tabela 2. Pontuação dos itens de usabilidade do PSSUQ da plataforma

Subescala	No.	Item	Média	DP	0–100
SysUse	1	No geral, satisfeito com a facilidade de uso	2,00	0,53	83,33
	2	Foi simples usar este sistema	2,00	0,76	83,33
	3	Consegui completar com eficácia as tarefas	2,00	1,07	83,33
	4	Consegui completar rapidamente as tarefas	1,88	0,83	85,42
	5	Consegui completar com eficiência as tarefas	2,00	1,07	83,33
	6	Senti-me confortável usando o sistema	2,13	0,99	81,25
	7	Foi fácil aprender a usar o sistema	2,25	1,28	79,17
	8	Tornei-me produtivo rapidamente	1,88	0,83	85,42
InfoQual	9	As mensagens de erro indicaram como resolver os problemas	2,88	1,55	68,75
	10	Consegui me recuperar dos erros com facilidade	1,88	0,64	85,42
	11	As informações fornecidas foram claras	2,13	0,83	81,25
	12	Foi fácil encontrar as informações que precisava	1,75	0,71	87,50
	13	As informações foram fáceis de entender	1,88	0,64	85,42
	14	As informações foram eficazes para completar as tarefas	1,75	0,46	87,50
	15	A organização das informações nas telas era clara	2,13	0,83	81,25
IntQual	16	A interface do sistema foi agradável	1,63	0,74	89,58
	17	Gostei de usar a interface do sistema	1,50	0,53	91,67
	18	O sistema tem todas as funções e capacidades esperadas	2,63	1,19	72,92
Geral	19	No geral, estou satisfeito com este sistema	2,00	1,31	83,33
TOTAL			2,01	0,52	83,11

6.3. Avaliação das adaptações produzidas

A Tabela 3 apresenta a comparação entre as avaliações atribuídas às adaptações produzidas nas duas tarefas propostas.

As adaptações foram bem avaliadas em ambas as tarefas, com médias gerais de 4,13 na Tarefa 1 e 3,98 na Tarefa 2. Os resultados foram estáveis na maior parte dos

critérios, e a principal diferença ocorreu em correção do conteúdo, com desempenho superior na Tarefa 1. Isso sugere maior consistência da plataforma em um cenário mais controlado do que em situações mais abertas e contextualizadas.

Tabela 3. Comparação da qualidade percebida entre as Tarefas 1 e 2

Critério	T1 (M ± DP)	T2 (M ± DP)	Dif.
Clareza da questão	4,13 ± 0,83	4,13 ± 0,64	0,00
Adequação ao perfil do aluno	3,75 ± 1,16	3,75 ± 0,46	0,00
Preservação do objetivo pedagógico	4,25 ± 0,71	4,25 ± 0,46	0,00
Correção do conteúdo	4,50 ± 0,53	3,75 ± 0,89	0,75
Possibilidade real de uso	4,00 ± 0,93	4,00 ± 0,76	0,00
Média geral	4,13 ± 0,72	3,98 ± 0,58	0,15

6.4. Resultados qualitativos

A Tabela 4 sintetiza os principais temas nas respostas abertas dos participantes.

Tabela 4. Síntese dos comentários qualitativos dos participantes

Tema	Evidências observadas
Facilidade de uso inicial	Participantes destacaram o layout simples, a linguagem clara, a facilidade de acesso e a disposição geral dos campos.
Dúvidas sobre fluxo e nomenclatura	Houve dúvidas sobre o significado de “Criar sessão e adaptar” e “Enviar para o editor”, além de questionamentos sobre o processo de compartilhamento e publicação das questões.
Sugestões de melhoria da interface	Foram sugeridos tutorial inicial, textos explicativos, reposicionamento de botões, maior clareza sobre as ações do sistema e melhor visibilidade de recursos como a inserção de imagens.
Limitações da adaptação gerada	Alguns participantes relataram que a plataforma teve melhor desempenho em questões longas do que em questões curtas, e que ainda poderia simplificar mais a linguagem conforme o perfil de neurodivergência selecionado.
Potencial de uso pedagógico	A plataforma foi apontada como útil para adaptar provas, exercícios, atividades extras e questões avaliativas destinadas a estudantes neurodivergentes.

As respostas abertas reforçaram a boa percepção inicial de usabilidade, especialmente quanto à simplicidade do layout, à clareza da linguagem e à organização da interface. Ao mesmo tempo, apontaram dúvidas sobre nomenclaturas e sobre o fluxo de uso, além de sugestões de melhoria, como a inclusão de um tutorial inicial, maior explicação das ações do sistema e aperfeiçoamento das adaptações em questões curtas. Os relatos também indicaram potencial de uso pedagógico da plataforma na adaptação de provas, exercícios e questões avaliativas para estudantes neurodivergentes.

6.5. Discussão

Os resultados indicam boa aceitação inicial da plataforma, tanto em usabilidade percebida quanto na avaliação pedagógica das adaptações. Em termos de usabilidade, os achados

sugerem que a interface já apresenta qualidades importantes, mas ainda demanda maior clareza operacional em funcionalidades específicas, como nomenclatura, fluxo de uso e feedback ao usuário.

Na dimensão pedagógica, as médias elevadas nas duas tarefas indicam que as adaptações foram percebidas como adequadas, embora o desempenho ligeiramente superior da Tarefa 1 sugira maior robustez em contextos mais controlados. Os comentários qualitativos reforçam esse ponto ao indicar dificuldades sobretudo em questões curtas e em casos que exigem simplificação mais fina da linguagem conforme o perfil neurodivergente. Isso é relevante porque a adaptação deve reduzir barreiras sem comprometer o objetivo pedagógico da atividade [Thompson et al. 2004, Thurlow et al. 2002].

7. Conclusão

Este artigo apresentou uma plataforma educacional voltada ao apoio docente na adaptação de questões avaliativas para estudantes neurodivergentes em diferentes contextos disciplinares. A proposta se apoia em princípios de educação inclusiva, acessibilidade em avaliação e uso de Inteligência Artificial como suporte à revisão pedagógica de enunciados. Ao priorizar a redução de barreiras de linguagem, estrutura e apresentação, a plataforma busca contribuir para avaliações mais acessíveis sem comprometer o objetivo formativo e o construto avaliado [Kettler et al. 2009, Oliveri 2019, Thompson et al. 2004].

As funcionalidades implementadas e os resultados da avaliação com professores indicam o potencial da solução como ferramenta de apoio à reformulação de questões, à organização de versões adaptadas e ao compartilhamento de práticas entre docentes. Além disso, a arquitetura proposta favorece a integração entre fundamentos pedagógicos e recursos computacionais, contribuindo para práticas avaliativas mais equitativas.

Os resultados devem, no entanto, ser interpretados com cautela, considerando o caráter preliminar da avaliação e o número reduzido de participantes. Também permanece central o papel do professor na validação das adaptações geradas, o que reforça a tecnologia como apoio à prática pedagógica, e não como substituição às decisões docentes.

Como desdobramento deste trabalho, pretende-se ampliar as análises empíricas em contextos reais de uso, refinar os mecanismos de adaptação e explorar a integração da plataforma com outros ambientes educacionais.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Este artigo contou com o apoio pontual de ferramentas de Inteligência Artificial generativa para auxiliar na organização do texto e na revisão linguística. Todas as decisões de conteúdo, estrutura, análise e interpretação dos resultados foram tomadas pelos autores, que se responsabilizam integralmente pelo texto apresentado.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, Fapemig, UFU e ao IFSULDEMINAS pelo apoio concedido a este trabalho.

Referências

Almond, P., Winter, P., Cameto, R., Russell, M., Sato, E., Clarke-Midura, J., Torres, C., Haertel, G., Dolan, R., Beddow, P. A., and Lazarus, S. (2010). Technology-enabled and

- universally designed assessment: Considering access in measuring the achievement of students with disabilities — a foundation for research. volume 10, pages 1–52.
- Beddow, P. A., Elliott, S. N., and Kettler, R. J. (2013). Test accessibility: Item reviews and lessons learned from four state assessments. *Education Research International*, 2013:1–12.
- Borsotti, V., Begel, A., and Bjørn, P. (2024). Neurodiversity and the accessible university: Exploring organizational barriers, access labor and opportunities for change. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, 8(CSCW1).
- Cui, Y., Goldman, A., Zhou, J., Liu, X., Shieh, C.-L., Yao, J., Cheng, M., Kay, M., and Yang, F. (2026). Codesigning ripplet: an LLM-assisted assessment authoring system grounded in a conceptual model of teachers’ workflows. In *Proceedings of the 2026 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*.
- Dionysio, F. A., Reddiga, I., Bertolini, K. V., Sobiechziak, S., and Lopes, G. A. H. (2025). SIMPL-IA: Utilizando inteligência artificial para aprimorar a avaliação escolar de alunos com dificuldade de leitura. *Revista de Direitos Humanos do Lacedh-Unifebe*.
- Dolan, R., Burling, K. S., Harms, M., Strain-Seymour, E., and Rose, D. (2013). A universal design for learning-based framework for designing accessible technology-enhanced assessments. Technical report, Pearson.
- Johnstone, C., Thompson, S. J., Bottsford-Miller, N. A., and Thurlow, M. (2008). Universal design and multimethod approaches to item review. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 27:25–36.
- Ketterlin-Geller, L. R. (2005). Knowing what all students know: Procedures for developing universal design for assessment. Technical report, Journal of Technology, Learning, and Assessment.
- Kettler, R. J., Elliott, S. N., and Beddow, P. A. (2009). Modifying achievement test items: A theory-guided and data-based approach for better measurement of what students with disabilities know. *Peabody Journal of Education*, 84:529–551.
- Lewis, J. R. (2002). Psychometric evaluation of the PSSUQ using data from five years of usability studies. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 14:463–488.
- Martins, J. F., Mourão, A. B., Nascimento, G. R., Fernandes, L. C. S., and Vieira, N. A. S. (2022). Pcedu: Uma plataforma colaborativa educacional para gerenciar atividades utilizando estratégias do pensamento computacional e a educação inclusiva. In *Anais do I Workshop de Pensamento Computacional e Inclusão*, pages 127–138. SBC.
- Oliveri, M. E. (2019). Considerations for designing accessible educational scenario-based assessments for multiple populations: A focus on linguistic complexity. *Frontiers in Education*.
- Roelofs, E. (2019). A framework for improving the accessibility of assessment tasks. In *Theoretical and Practical Advances in Computer-Based Educational Measurement*.
- Rosa, A., Martins, A. I., Costa, V., Queirós, A., Silva, A., and Rocha, N. P. (2015). European Portuguese validation of the Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ). In *2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pages 1–5.

- Silva, J. and Ferreira, H. (2024). Adaptação de questões avaliativas para estudantes neurodivergentes: Uma arquitetura computacional fundamentada em inteligência artificial generativa. In *Anais do I Workshop de Informática na Educação Inclusiva*, pages 36–43, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Tai, J., Ajjawi, R., Bearman, M., Boud, D., Dawson, P., and Jorre de St Jorre, T. (2022). Assessment for inclusion: rethinking contemporary strategies in assessment design. *Higher Education Research & Development*, 42:483–497.
- Thompson, S. J., Thurlow, M., and Malouf, D. (2004). Creating better tests for everyone through universally designed assessments. Technical report, National Center on Educational Outcomes.
- Thurlow, M., Johnstone, C., and Thompson, S. J. (2002). Universal design applied to large scale assessments. Technical report, National Center on Educational Outcomes (NCEO Synthesis Report).
- Vlachogianni, P. and Tselios, N. (2023). Perceived usability evaluation of educational technology using the Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ): A systematic review. *Sustainability*.
- Wazlawick, R. S. (2009). *Metodologia de pesquisa para ciência da computação*, volume 2. Elsevier Rio de Janeiro.