

Um Sistema de Avaliação e Gestão das Competências Docentes com Base no Modelo TPACK

Trabalho de Conclusão do Curso de
Tecnologia em Sistemas Para Internet

Gustavo Bittencourt dos Santos
Orientador(a): Rodrigo Prestes Machado

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)¹
Campus Porto Alegre

Av Cel Vicente, 281, Porto Alegre – RS – Brasil

gustavo.bittencourtds@gmail.com, rodrigo.prestes@poa.ifrs.edu.br

RESUMO

Este trabalho apresenta um sistema voltado à aplicação do questionário TPACK.xs, instrumento utilizado para avaliar competências docentes relacionadas à integração entre tecnologia, pedagogia e conteúdo, com base no modelo TPACK, sigla em inglês para *Technological Pedagogical Content Knowledge*. O objetivo da ferramenta desenvolvida foi centralizar, de maneira eficaz e com boa usabilidade, a aplicação do questionário e a análise dos dados coletados. A pesquisa teve abordagem exploratória, com revisão da literatura, que identificou a fragmentação dos métodos adotados atualmente. O sistema permite que os usuários enviem o questionário por e-mail, acompanhem as rodadas de aplicação, acessem relatórios com dados estatísticos gerados automaticamente e visualizem o histórico individual de respostas recebidas. A etapa de validação foi conduzida com a participação de três professores provenientes de diferentes áreas. Os participantes realizaram tarefas práticas no sistema, seguidas da aplicação da Escala de Usabilidade do Sistema (*System Usability Scale* – SUS). A média obtida foi de 86,7 pontos, indicando uma avaliação positiva sobre a experiência de uso. Os resultados demonstram que o sistema atende aos objetivos propostos, integrando com eficácia e boa usabilidade as etapas de aplicação e análise dos dados obtidos por meio do TPACK.xs.

Palavras-Chave: TPACK. TPACK.xs. Avaliação docente. Gestão pedagógica. Análise automatizada.

1 INTRODUÇÃO

A integração das tecnologias às práticas educacionais é um tema amplamente explorado no âmbito acadêmico, especialmente considerando os avanços tecnológicos e seus benefícios no contexto de sala de aula (Ali; Yasmeeen; Munawar, 2023). Essa questão tornou-se ainda mais relevante com a chegada da pandemia de COVID-19, oficializada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em março de 2020 (*World Health Organization*, 2020). Nesse período, as instituições de ensino enfrentaram o desafio de manterem-se ativas por meio do Ensino Remoto Emergencial (ERE), onde a articulação do corpo docente quanto

¹ Site do IFRS: <https://ifrs.edu.br/>

à utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) mostrou-se imprescindível para a continuidade das atividades pedagógicas durante as restrições impostas pela pandemia (Garcia *et al.*, 2023).

Além do cenário emergencial mencionado, há uma necessidade mais ampla de compreender as competências tecnológicas dos docentes. A literatura apresenta diversos modelos teóricos que contribuem para esse entendimento (Kimm *et al.*, 2020). Dentre eles, destaca-se o modelo teórico TPACK, sigla em inglês para *Technological Pedagogical Content Knowledge*, que integra conhecimentos de conteúdo disciplinar, estratégias pedagógicas e habilidades tecnológicas, oferecendo base conceitual para avaliar e aprimorar o uso das tecnologias digitais na prática educacional (Mishra; Koehler, 2006).

Nessa perspectiva, destaca-se o questionário TPACK.xs, instrumento voltado para a aplicação prática do TPACK, desenvolvido e validado por Schmid, Brianza e Petko (2020), cujo objetivo é avaliar as percepções dos docentes sobre suas competências tecnológicas, pedagógicas e de conteúdo. Essa ferramenta tem sido adotada em pesquisas acadêmicas especialmente por permitir uma avaliação breve e precisa dos conceitos descritos na estrutura teórica em questão (Oliveira *et al.*, 2021; Magnanini *et al.*, 2023; Ribeiro; Piedade, 2023).

Embora bastante utilizado, sua aplicação apresenta desafios relevantes. Estudos evidenciam que a distribuição do instrumento frequentemente ocorre de forma descentralizada, por meio de ferramentas como *Google Forms*², *JotForm*³ e *Lime Survey*⁴ (Arcueno *et al.*, 2021; Abubakir; Alshaboul, 2023; Polikarpus *et al.*, 2023; Ribeiro; Piedade, 2023). Essa descentralização implica em procedimentos adicionais, como a exportação manual dos dados para softwares estatísticos especializados, como JASP⁵ ou Mplus *Software*⁶, exigindo conhecimentos técnicos avançados para análise e interpretação dos resultados obtidos (Magnanini *et al.*, 2023; Varilla; Lazare; Gregorious, 2024), o que pode restringir o uso do questionário e comprometer o aproveitamento das informações coletadas.

Diante dessas limitações, identificou-se a oportunidade de apresentar uma solução tecnológica capaz de centralizar e automatizar tanto a aplicação quanto a análise do TPACK.xs. O presente estudo teve como objetivo desenvolver um sistema integrado capaz de realizar automaticamente a distribuição do questionário, a coleta das respostas, o cálculo de métricas estatísticas (média, desvio padrão, moda, mediana, amplitude e coeficiente de

² <https://docs.google.com/forms/>

³ <https://www.jotform.com/>

⁴ <https://www.limesurvey.org/>

⁵ <https://jasp-stats.org/>

⁶ <https://www.statmodel.com/>

variação) e a geração de relatórios gráficos interpretativos, de forma eficaz e com boa usabilidade. A aplicação desenvolvida busca reduzir a necessidade de procedimentos manuais, promovendo maior facilidade de acesso aos resultados e fortalecendo seu uso como ferramenta de apoio às decisões pedagógicas e gerenciais nas instituições de ensino.

Esta pesquisa foi conduzida a partir de uma abordagem exploratória para compreender o contexto de aplicação do TPACK.xs e dos métodos de análise dos resultados. A partir das lacunas identificadas, desenvolveu-se o sistema mencionado. Posteriormente, a solução foi validada por três docentes de áreas distintas, com familiaridade prévia com o TPACK, que avaliaram a eficácia do sistema a partir de tarefas práticas e mensuraram sua usabilidade por meio da Escala SUS, sigla para *System Usability Scale* (Brooke, 1996), além de fornecerem comentários qualitativos que contribuíram para a análise da experiência de uso.

O artigo organiza as demais seções da seguinte forma: a seção 2 apresenta a fundamentação teórica, abordando os principais conceitos e teorias relacionados ao tema; na seção 3, é discutida a metodologia adotada para a realização da pesquisa; em seguida, as seções 4 e 5 tratam dos resultados e das considerações finais, respectivamente, com base na análise dos dados coletados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentados os principais referenciais que sustentam o desenvolvimento do sistema proposto. Inicialmente, será abordado o TPACK e sua estrutura, que fundamenta a avaliação das competências docentes relacionadas ao uso das TDIC no ensino. Em seguida, será apresentado o TPACK.xs, questionário utilizado em pesquisas educacionais para esse fim. Na sequência, serão discutidos estudos que evidenciam o cenário atual de aplicação do instrumento mencionado, destacando os desafios encontrados em práticas recentes. Por fim, serão detalhados os aspectos conceituais e práticos que nortearam a elaboração da aplicação desenvolvida, bem como os conceitos de eficácia e usabilidade, considerados relevantes para a fundamentação teórica deste trabalho.

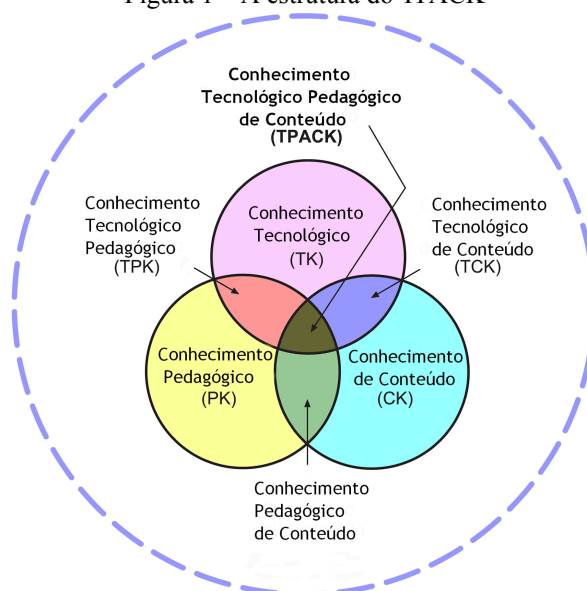
2.1 TPACK

O TPACK, conhecido em português como Conhecimento Tecnológico, Pedagógico do Conteúdo, é um modelo teórico que orienta a compreensão das competências docentes necessárias para a integração efetiva das tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem.

O modelo foi inicialmente proposto por Koehler e Mishra (2006), destacando a importância da articulação entre três dimensões fundamentais do conhecimento do professor: o Conhecimento Pedagógico (*Pedagogical Knowledge – PK*), o Conhecimento do Conteúdo (*Content Knowledge – CK*) e o Conhecimento Tecnológico (*Technological Knowledge – TK*).

A interação entre elas dá origem a três componentes intermediários igualmente relevantes: o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), o Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK) e o Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK) (Koehler; Mishra, 2006). Posteriormente, em uma versão expandida do modelo, Koehler e Mishra (2009) apresentam a sobreposição entre todos esses elementos, a sétima dimensão: o TPACK propriamente dito, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 – A estrutura do TPACK



Fonte: Adaptado de TPACK.org (2025)⁷.

Ao longo dos anos, o modelo TPACK consolidou-se como um referencial importante nas investigações sobre a inserção das tecnologias no ensino (Schmid; Brianza; Petko, 2020). Através do fornecimento de diretrizes voltadas à utilização da tecnologia no processo de ensino-aprendizagem, sua aplicação tem possibilitado identificar lacunas e potencialidades no desenvolvimento profissional de professores, orientar práticas pedagógicas e subsidiar políticas de formação continuada (Mishra; Koehler, 2006).

Diante dessa consolidação, diversos instrumentos surgiram para mensurar as competências docentes seguindo o modelo. Ao longo do tempo, essas ferramentas passaram por aprimoramentos e reduções no número de questões, visando maior praticidade em sua aplicação (Schmid; Brianza; Petko, 2020). Entre eles, destaca-se o questionário desenvolvido

⁷ <https://tpack.org/tpack-image/>

por Schmidt *et al.* (2009), composto por 47 itens, que serviu de base para a criação do TPACK.xs, versão reduzida, com 28 questões, utilizada em contextos educacionais variados.

2.2 TPACK.xs

O questionário TPACK.xs foi desenvolvido com o objetivo de mensurar, de forma objetiva, as competências docentes relacionadas aos domínios presentes no modelo TPACK. A proposta de elaboração surgiu a partir da necessidade de uma versão mais concisa de questionários anteriores e que pudesse ser utilizada em contextos educacionais diversos, especialmente na formação de professores (Schmid; Brianza; Petko, 2020).

Sua estrutura contempla um total de 28 itens, organizados de maneira uniforme entre as áreas do modelo. O formato segue o padrão de autorrelato, utilizando escala *Likert* de 1 a 5, onde os docentes avaliam seu grau de conhecimento e confiança em relação aos aspectos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo. Essa organização procura manter a objetividade e abrangência, possibilitando sua aplicação em cenários com número elevado de participantes sem comprometer a qualidade dos dados obtidos (Schmid; Brianza; Petko, 2020).

Estudos recentes atestam a confiabilidade do TPACK.xs como instrumento de avaliação, evidenciando elevados índices de consistência interna entre os diversos domínios avaliados (Schmid; Brianza; Petko, 2020; Magnanini *et al.*, 2023). Além disso, os testes aplicados para validar sua composição demonstram que a organização das questões acompanha de maneira coerente as dimensões teóricas do TPACK, o que reforça seu potencial de uso em diferentes cenários de pesquisa na área educacional.

2.3 Cenário atual de aplicação

Durante a revisão de literatura realizada para este artigo, buscou-se identificar as estratégias atualmente adotadas na aplicação do questionário TPACK.xs, assim como as técnicas utilizadas para análise dos dados coletados. A pesquisa, conduzida nas bases Google Acadêmico, *Research Gate*, DOAJ, ATOM e Scopus, levantou estudos recentes que utilizaram diferentes plataformas digitais para aplicar o TPACK.xs, integralmente (Varilla; Lazare; Gregorious, 2024) ou de maneira adaptada, considerando as características do público-alvo ou do contexto educacional (Oliveira *et al.*, 2021; Polikarpus *et al.*, 2023).

Entre as ferramentas identificadas, destacam-se o Google Forms, frequentemente mencionado devido à sua popularidade e facilidade de acesso (Arcueno *et al.*, 2021; Ribeiro;

Piedade, 2023), além do *JotForm* (Abubakir; Alshaboul, 2023) e *Lime Survey* (Polikarpus *et al.*, 2023).

Contudo, observou-se que a aplicação do TPACK.xs nessas plataformas apresenta algumas questões relevantes, como a impossibilidade de personalização da escala *Likert* utilizando intervalos decimais, como 0.1, funcionalidade que pode permitir maior detalhamento às respostas recebidas. Além disso, nenhuma dessas ferramentas integra, em um único ambiente, o processo completo de aplicação e análise das informações coletadas, sendo necessário exportar manualmente os dados para *softwares* específicos, como JASP, Mplus ou SPSS⁸ (Magnanini *et al.*, 2023; Varilla; Lazare; Gregorious, 2024). Essa fragmentação pode representar uma barreira adicional ao uso, especialmente em situações que requerem maior controle sobre envio, acompanhamento e análise dos resultados, como em aplicações recorrentes ou com grande número de participantes.

Adicionalmente, é fundamental ressaltar o estudo de Oliveira *et al.* (2021), no qual os autores desenvolveram um aplicativo específico para a aplicação do questionário TPACK.xs durante o contexto da pandemia de COVID-19. Embora tenha oferecido vantagens em relação às demais plataformas mencionadas, o sistema ficou restrito apenas à coleta de dados dos participantes, não contemplando funcionalidades relevantes como interpretação automatizada dos resultados, sugestões práticas baseadas nas respostas obtidas ou exportação de relatórios.

No Quadro 1 são comparadas as funcionalidades dos sistemas encontrados com as do sistema desenvolvido neste estudo.

Quadro 1 – Comparativo entre ferramentas de aplicação do questionário TPACK.xs

Funcionalidade	Google Forms	JotForm	Lime Survey	Aplicativo de Oliveira <i>et al.</i> (2021)	Sistema desenvolvido
Escala Likert com intervalo 0,1	Não	Não	Não	Sim	Sim
Cálculos estatísticos automáticos e explicações sobre as métricas	Não	Não	Não	Não	Sim
Interpretação e sugestões com base nos resultados	Não	Não	Não	Não	Sim
Gerenciamento e histórico das rodadas de aplicação	Não	Não	Não	Não	Sim

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

⁸ <https://www.ibm.com/br-pt/spss>

Diante desse contexto, foi possível evidenciar que as soluções disponíveis concentram-se apenas na coleta ou na análise dos dados, sem oferecer uma gestão integrada do processo. Nesse sentido, este estudo apresenta o desenvolvimento de um sistema que centraliza a aplicação do TPACK.xs, o acompanhamento das respostas e a análise dos resultados de forma eficaz e com boa usabilidade. As funcionalidades da ferramenta incluem cadastro de professores, gerenciamento das rodadas, visualização detalhada das respostas recebidas e controle da evolução dos participantes através do histórico de aplicações, simplificando o acesso às informações para os gestores educacionais.

2.4 Eficácia e Usabilidade

Diante dos recursos implementados, é necessário apresentar os conceitos que auxiliam a análise realizada neste estudo. Entre os aspectos considerados, destacam-se a eficácia e a usabilidade, comumente utilizados para avaliar sistemas interativos em diferentes contextos (Bevan; Carter; Harker, 2015).

A eficácia, segundo a revisão da ISO 9241-11, feita por Bevan, Carter e Harker (2015), refere-se à capacidade de os usuários alcançarem seus objetivos ao utilizar um sistema, de forma correta e completa. No contexto deste trabalho, esse conceito está relacionado à realização bem-sucedida das ações disponibilizadas pelo sistema, o que pode ser interpretado como um indicativo de sua eficácia.

A usabilidade é definida, pelos mesmos autores, como a medida em que um produto pode ser utilizado por usuários específicos, em um determinado contexto, para atingir objetivos definidos de maneira satisfatória. Entre seus aspectos estão a facilidade de uso, a compreensão da interface e a experiência positiva durante a interação com o sistema.

Dentre os instrumentos presentes na literatura para avaliar a usabilidade de sistemas, destaca-se a Escala de Usabilidade do Sistema (*System Usability Scale – SUS*), amplamente utilizada em estudos da área (Sauro; Jeff, 2011), possibilitando análises objetivas sobre a percepção dos usuários em relação à facilidade de uso e à satisfação durante a manipulação da ferramenta.

Desenvolvida por Brooke (1996), a ferramenta é composta por 10 afirmações avaliadas em uma escala de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), resultando em uma pontuação que varia de 0 a 100. Nesse sentido, segundo Lewis e Sauro (2018), notas acima de 80 indicam excelente usabilidade, enquanto valores entre 68 e 80 são considerados bons, indicando boa aceitação por parte dos usuários.

De acordo com Brooke (1996), para calcular a pontuação, as afirmações positivas sobre o sistema como “*eu achei o sistema fácil de usar*”, são ajustadas subtraindo-se 1 ponto da resposta do participante; já nas afirmações negativas, como “*o sistema é desnecessariamente complexo*”, a resposta informada é subtraída de 5. A soma dos valores é então multiplicada por 2,5, resultando na nota final da avaliação.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, são apresentadas as etapas metodológicas adotadas para o desenvolvimento do sistema, uma visão geral sobre os recursos implementados e de que modo a aplicação foi validada.

3.1 Percurso metodológico

Inicialmente, optou-se por uma pesquisa exploratória, onde foi realizado um estudo sobre o modelo teórico TPACK e o instrumento TPACK.xs, buscando compreender melhor suas estruturas e também sua adesão. Na sequência, foi realizada a revisão de literatura, com a finalidade de identificar como o questionário é aplicado, de que forma as respostas são analisadas e quais sistemas são utilizados para realizar esses processos.

Considerando o contexto de aplicação e análise de dados encontrados na etapa inicial, foi possível identificar lacunas no cenário atual. Nesse sentido, realizou-se o levantamento dos requisitos necessários para um sistema que pudesse sanar as questões identificadas.

Com os requisitos definidos, iniciou-se o processo de desenvolvimento do sistema, seguido por uma etapa de validação, a fim de verificar a eficácia e a usabilidade da ferramenta, além de coletar impressões dos usuários sobre os recursos ofertados.

3.2 Apresentação do sistema

A ferramenta desenvolvida centraliza e automatiza todo o ciclo de aplicação do questionário TPACK.xs, do envio do formulário à análise dos resultados, em um único ambiente. Inicialmente, o sistema permite que o usuário gestor realize seu cadastro (Apêndice A - Figura A.1), crie sua lista de professores, podendo também editar os dados dos mesmos ou até removê-los do sistema, caso seja necessário (Apêndice A - Figura A.2).

Após essa etapa, é possível iniciar o envio dos questionários por e-mail, gerando automaticamente uma nova rodada de aplicação. Cada participante recebe um e-mail contendo um link exclusivo que direciona para o preenchimento das questões (Apêndice A - Figura A.3), que é válido por tempo limitado, de modo a garantir que as respostas sejam registradas dentro do período ativo da rodada.

A interface dedicada para o preenchimento das questões do TPACK.xs, permite acompanhar o progresso ao longo do questionário (Apêndice A - Figura A.4) e utilizar a escala *Likert* de 1 a 5, com precisão decimal de 0.1. Após o envio das respostas, o sistema envia automaticamente um e-mail de confirmação ao respondente, registrando o recebimento dos dados e reconhecendo sua participação (Apêndice A - Figura A.5).

O usuário gestor tem acesso a uma tela que lista todas as rodadas de avaliação, contendo dados como a data de abertura e o número de participantes (Apêndice A - Figura A.6). Dentro de cada rodada, é possível acompanhar os professores que já responderam, os que permanecem pendentes e reenviar o questionário, de forma individual, para aqueles que ainda não concluíram o preenchimento (Apêndice A - Figura A.7).

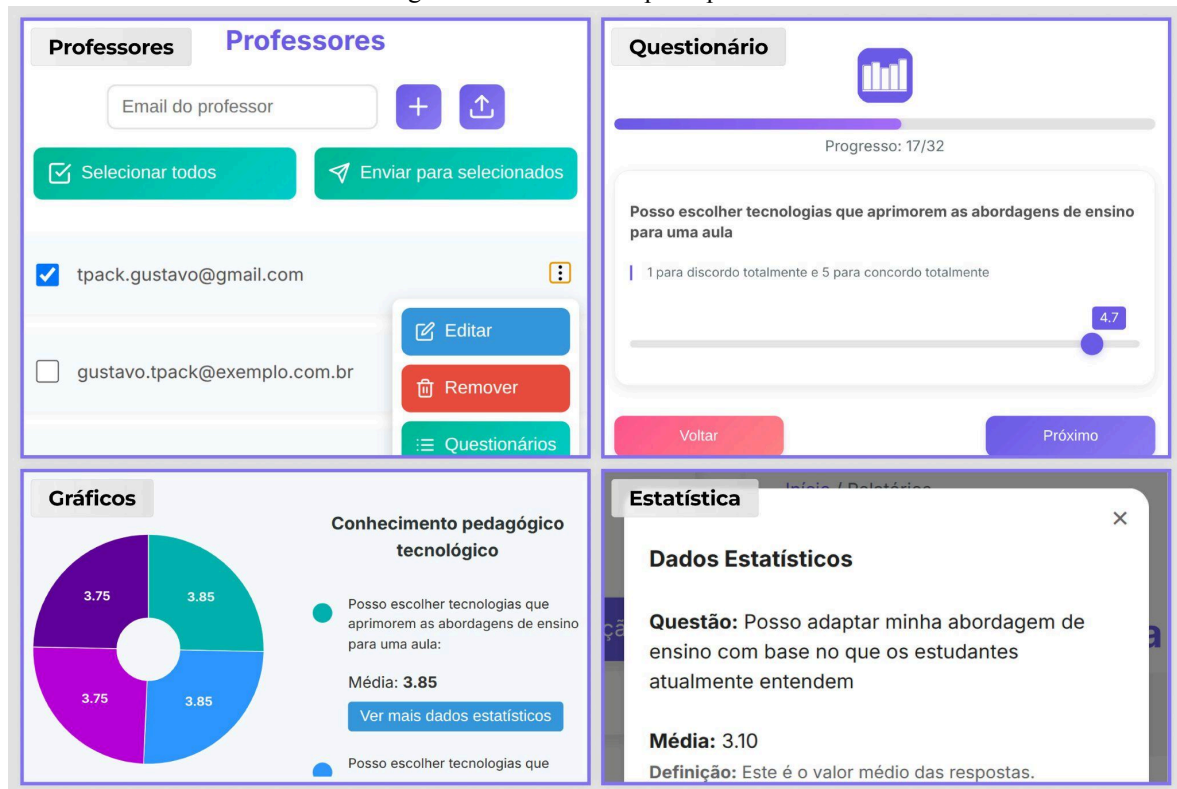
À medida que as respostas são enviadas pelos docentes, o sistema gera automaticamente os relatórios, apresentando métricas como média, desvio padrão, moda, mediana, amplitude e coeficiente de variação para cada questão. Esses dados são exibidos em gráficos interpretativos e divididos pelas dimensões presentes no TPACK.xs. Além disso, o sistema fornece detalhes estatísticos completos para cada questão, incluindo definições, interpretações e sugestões práticas de acordo com os resultados obtidos (Apêndice A - Figura A.8).

Outro recurso relevante, é o histórico individualizado das respostas. O sistema permite acessar uma lista com todos os questionários respondidos por cada professor (Apêndice A - Figura A.9), e visualizar detalhadamente as respostas fornecidas em cada aplicação (Apêndice A - Figura A.10).

Dessa maneira, é possível consolidar uma gestão ampla da aplicação do TPACK.xs, integrando desde o cadastro inicial até a análise detalhada dos resultados obtidos, além de permitir o acompanhamento da evolução dos respondentes ao longo do tempo.

A Figura 2 ilustra detalhes das principais telas do sistema, enquanto as versões completas encontram-se no Apêndice A.

Figura 2 – Detalhes das principais telas



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

A aplicação foi construída utilizando o *framework* Next.js⁹, com TypeScript¹⁰ como linguagem principal. A comunicação entre *frontend* e *backend* foi implementada seguindo o modelo de API *RESTful*, e para o armazenamento dos dados, optou-se pelo banco de dados MongoDB¹¹. No *frontend*, foi utilizada a biblioteca Material-UI¹² (MUI) para a geração dos gráficos que são exibidos na tela de relatórios.

3.3 Validação

Para a avaliação da aplicação desenvolvida, realizou-se uma etapa de validação com três professores de áreas distintas, sendo elas estatística, computação e biotecnologia, todos com familiaridade prévia com o modelo TPACK. O foco dessa fase foi verificar a eficácia da ferramenta por meio da execução de tarefas práticas, sua usabilidade a partir de um questionário voltado para este fim, além da coleta de *feedbacks* sobre as funcionalidades disponibilizadas no sistema.

⁹ <https://nextjs.org/>

¹⁰ <https://www.typescriptlang.org/>

¹¹ <https://www.mongodb.com/>

¹² <https://mui.com/x/react-charts/>

Inicialmente, os participantes receberam, por e-mail, um conjunto de tarefas a serem executadas dentro do sistema (Apêndice B), como cadastrar professores, enviar o questionário TPACK.xs, acompanhar o andamento das rodadas e analisar os resultados gerados automaticamente após o recebimento das respostas. As orientações foram organizadas com o objetivo de direcionar o uso da ferramenta, de maneira a explorar as funcionalidades consideradas de maior relevância e verificar sua execução de forma eficaz.

Após a realização da primeira etapa, o questionário SUS, foi aplicado aos participantes com a intenção de obter dados quantitativos sobre a experiência de uso do sistema (Apêndice C). De modo complementar, é importante mencionar que, em ambos os instrumentos utilizados, foram disponibilizados campos para comentários abertos sobre o sistema. Dessa forma, foi possível obter dados qualitativos que contribuíram para o aprimoramento da aplicação apresentada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados obtidos na etapa de validação do sistema, incluindo as notas atribuídas na Escala SUS, os comentários dos participantes, as melhorias implementadas durante a fase de testes com base nos retornos recebidos e as percepções finais sobre a ferramenta.

O sistema foi inicialmente testado pelo participante da área de estatística. A avaliação destacou pontos positivos como a clareza visual e a usabilidade do questionário disponibilizado para os professores respondentes, bem como do sistema como um todo. No questionário SUS, o participante atribuiu 85 pontos, resultado que indica uma boa avaliação de sua experiência utilizando a ferramenta.

Por outro lado, algumas limitações foram sinalizadas, como a ausência de textos explicativos que orientassem sobre as potencialidades e o uso do sistema, a necessidade de tornar os alertas visuais da aplicação ainda mais evidentes, especialmente ao realizar o envio dos questionários, a impossibilidade de alterar a senha após a criação de login e a ausência de um recurso para cadastro de professores em massa.

Além disso, sugestões futuras também foram registradas, como o envio das respostas fornecidas junto ao e-mail que confirma o preenchimento do questionário, e a categorização dos respondentes por departamentos. Apesar das questões levantadas, o professor reforçou o potencial da ferramenta e sinalizou seu interesse em utilizá-la mesmo em sua versão inicial,

como foi registrado em sua resposta ao campo aberto do questionário SUS, junto das demais observações: *“gostaria de utilizar o sistema mesmo em uma versão demo”*.

Com base nesse retorno qualitativo, uma segunda versão do sistema foi disponibilizada para a continuidade dos testes. As atualizações incluíram a criação de uma tela de apresentação (Apêndice A - Figura A.11), contendo explicações sobre o TPACK, TPACK.xs e as funcionalidades disponíveis; o aprimoramento das mensagens de retorno ao usuário durante a execução de ações; a implementação do cadastro de professores em massa (Apêndice A - Figura A.12), via CSV, além da inclusão da possibilidade de exportação das respostas individuais dos professores e da rodada completa, nos formatos CSV e PDF (Apêndice A - Figura A.13).

Em seguida, o sistema atualizado foi testado pelo professor da área de computação, que também atribuiu 85 pontos à ferramenta na Escala SUS. No campo de comentário aberto, foi registrado: *“gostei bastante do sistema, prático e simples de usar, embora os conceitos envolvidos pudessem ser explicados um pouco mais”*. O retorno reafirma que o sistema mantém uma boa usabilidade e destaca a necessidade de ampliar a contextualização teórica apresentada, indicando que a ferramenta, além de centralizar as etapas de aplicação do TPACK.xs e análise dos dados obtidos, pode aprimorar ainda mais a experiência do usuário ao tornar os fundamentos do modelo TPACK mais compreensíveis.

Por fim, o professor da área de biotecnologia testou o sistema. Sua avaliação resultou em 90 pontos na escala SUS, nota mais alta entre os três participantes. Durante o preenchimento do questionário, feito por meio do navegador Safari¹³, foi observada uma instabilidade na sinalização de conclusão do envio das respostas, ponto que será ajustado e disponibilizado em versões futuras do sistema. Apesar da questão mencionada, em sua resposta aberta, foi destacado: *“Achei o sistema fácil de usar, bem intuitivo”*. Comentário que reforça a facilidade na execução das tarefas e a boa experiência de uso durante a navegação pela ferramenta.

Diante dos resultados coletados, todos os avaliadores apresentaram êxito na conclusão das tarefas propostas, o que demonstra a eficácia do sistema em centralizar a aplicação do questionário TPACK.xs e a análise dos dados obtidos. A média das três notas atribuídas na Escala SUS foi de 86,7, valor que destaca positivamente a usabilidade da ferramenta, evidenciada também pelas percepções registradas nos comentários livres feitos pelos

¹³ <https://www.apple.com/br/safari/>

participantes. O seu potencial de adoção também foi evidenciado, considerando o interesse apresentado em utilizá-lo mesmo em estágio inicial.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo desenvolver um sistema capaz de centralizar, de forma eficaz e com boa usabilidade, o envio do questionário TPACK.xs e a análise dos dados coletados. Com base no problema identificado de descentralização e fragmentação do processo atual de utilização do instrumento, foi proposta uma solução que integra, em um único ambiente, todas as etapas envolvidas. Os três professores, de áreas distintas, que participaram da etapa de testes conseguiram realizar com sucesso as tarefas propostas, como aplicar o instrumento para coletar dados dos docentes, acompanhar as respostas recebidas e analisar os relatórios disponibilizados pelo sistema, com base nas métricas geradas automaticamente. Além disso, atribuíram uma média de 86,7 pontos na Escala SUS, o que evidencia tanto a eficácia quanto a boa usabilidade da ferramenta. Diante desses resultados, conclui-se que o sistema atende de maneira satisfatória às demandas identificadas.

Para etapas futuras, pretende-se aprimorar a interpretação dos dados por meio da integração com ferramentas de inteligência artificial, baseadas no protocolo MCP¹⁴ (*Model Context Protocol*), possibilitando sugestões customizadas e automatizadas de ações pedagógicas com base nos resultados obtidos. Além disso, prevê-se a implementação de subgrupos de professores, como departamentos ou áreas de atuação, a fim de oferecer uma análise ainda mais segmentada para gestores educacionais.

REFERÊNCIAS

ABUBAKIR, Hanadi; ALSHABOUL, Yousef. Unravelling EFL teachers' mastery of TPACK: Technological pedagogical and content knowledge in writing classes. *Heliyon*, v. 9, n. 6, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10333461/>. Acesso em 01 abr. 2025.

ALI, Muhammad Sher Baz; YASMEEN, Razia; MUNAWAR, Zeeshan. The Impact of Technology Integration on Student Engagement and Achievement in Mathematics Education: A Systematic Review. 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370446167_The_Impact_of_Technology_Integration_on_Student_Engagement_and_Achievement_in_Mathematics_Education_A_Systematic_Review_httpsjournalsresearchparksorgindexphpIJIE. Acesso em: 24 mar. 2025.

¹⁴ <https://docs.anthropic.com/pt/docs/agents-and-tools/mcp>

ARCUENO, Grace G. et al. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) and Emergency Remote Teaching (ERT): Understanding teacher decisions and challenges with integrating technology in planning lessons and instruction. In: DLSU Research Congress. 2021. Disponível em: <https://www.dlsu.edu.ph/wp-content/uploads/pdf/conferences/research-congress-proceedings/2021/LLI-16.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2025.

BEVAN, Nigel; CARTER, James; HARKER, Susan. ISO 9241-11 revised: What have we learnt about usability since 1998?. In: Human-Computer Interaction: Design and Evaluation: 17th International Conference, HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, August 2-7, 2015, Proceedings, Part I 17. Springer International Publishing, 2015. p. 143-151. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-20901-2_13. Acesso em: 23 jun. 2025.

BROOKE, John et al. SUS-A quick and dirty usability scale. Usability evaluation in industry, v. 189, n. 194, p. 4-7, 1996. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228593520_SUS_A_quick_and_dirty_usability_scale. Acesso em: 24 mar. 2025.

GARCIA, Rafael Vilas Boas et al. Ensino Remoto Emergencial: práticas educacionais e percepções docentes. Educação & Realidade, v. 48, p. e124612, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edreal/a/G8Gjnrrm4Ry4Mp35BJk7yQb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24 mar. 2025.

KIMM, C. H. et al. (2020). Pre-service Teachers' Confidence in their ISTE Technology-Competency, Journal of Digital Learning in Teacher Education. DOI: 10.1080/21532974.2020.1716896. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339339464_Pre-service_Teachers'_Confidence_in_their_ISTE_Technology-Competency. Acesso em: 25 mar. 2025.

KOEHLER, Matthew; MISHRA, Punya. What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. Contemporary issues in technology and teacher education, v. 9, n. 1, p. 60-70, 2009. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/d/29544/>. Acesso em: 14 abr. 2025.

LEWIS, James R.; SAURO, Jeff. Item benchmarks for the system usability scale. Journal of Usability studies, v. 13, n. 3, 2018. Disponível em: https://uxpajournal.org/wp-content/uploads/sites/7/pdf/JUS_Lewis_May2018.pdf. Acesso em: 02 jun. 2025.

MAGNANINI, Angela; MORELLI, Giulio; UTGÉ, Marta Sánchez. Validation of the TPACK-IT scale for pre-service teacher trainees. Italian Journal of Health Education, Sport and Inclusive Didactics, v. 7, n. 1, 2023. Disponível em: <https://ojs.gsdjournal.it/index.php/gsdj/article/view/794>. Acesso em: 25 mar. 2025.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge, Teachers College Record. DOI: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x. Disponível em: https://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025..

OLIVEIRA, Alex Martins de et al. O TPACK para investigar a integração da tecnologia nas práticas de ensino dos professores brasileiros durante a COVID-19. In: LOUREIRO, Carine Bueira; DE CASTRO BERTAGNOLLI, Sílvia; SCHMITT, Marcelo Augusto Rauh. Abordagens metodológicas aplicadas em pesquisas na informática na educação. Pimenta Cultural, 2021. DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.485.292-312. Disponível em: <https://repositorio.ifrs.edu.br/handle/123456789/462?show=full>. Acesso em: 28 mar. 2025.

POLIKARPUS, Stella et al. The role of trainers in implementing virtual simulation-based training: Effects on attitude and TPACK knowledge. *Vocations and Learning*, v. 16, n. 3, p. 459-486, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12186-023-09322-1>. Acesso em: 24 mar. 2025.

RIBEIRO, P. R. L.; PIEDADE, J. M. N. Formação de Professores para EAD: uma Análise Considerando os Domínios de Conhecimento do Modelo TPACK. *EaD em Foco*, v. 13, n. 1, e1935, 2023. doi: <https://doi.org/10.18264/eadf.v13i1.1935>. Disponível em: <https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/1935>. Acesso em: 23 mar. 2025.

SAURO, Jeff. (2011). Measuring usability with the system usability scale (sus). Disponível em: <https://measuringu.com/sus/>; Acesso em: 20 abr. 2025.

SCHMID, Mirjam; BRIANZA, Eliana; PETKO, Dominik. Developing a short assessment instrument for Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK. xs) and comparing the factor structure of an integrative and a transformative model. *Computers & Education*, v. 157, p. 103967, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342724782_Developing_a_short_assessment_instrument_for_Technological_Pedagogical_Content_Knowledge_TPACKxs_and_comparing_the_factor_structure_of_an_integrative_and_a_transformative_model. Acesso em: 23 mar. 2025.

SCHMIDT, Denise A. et al. Technological pedagogical content knowledge (TPACK) the development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of research on Technology in Education*, v. 42, n. 2, p. 123-149, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/239918048_Technological_Pedagogical_Content_Knowledge_TPACK_The_Development_and_Validation_of_an_Assessment_Instrument_for_Preservice_Teachers. Acesso em: 26 mar. 2025.

VARILLA, Ferdinand G.; LAZARE, Nelson M.; GREGORIOUS, Michelle S. A Concise Inquiry of College Teacher's Technological, Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) During the Post Pandemic. Disponível em: <https://qcu.edu.ph/wp-content/uploads/2025/03/THE-LAMP-30-52.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2020). WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020, World Health Organization. Disponível em:

<https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>. Acesso em: 23 mar. 2025.

APÊNDICE A - TELAS DO SISTEMA

Figura A.1 – Telas de Cadastro e Login

The image shows two side-by-side forms for registration and login. Both forms feature a blue bar chart icon at the top. The registration form on the left has a title 'Registro', an 'Email' input field, a 'Senha' input field, a green 'Registrar' button, and a purple 'Ir para Login' button. The login form on the right has a title 'Login', an 'Email' input field, a 'Senha' input field, a purple 'Entrar' button, and a green 'Cadastre-se' button.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.2 – Telas de Professores

The image shows a dashboard for managing teachers. On the left is a sidebar with a blue bar chart icon, a 'Rodadas de Avaliação' button, a 'Professores' button, and a 'Logout' button at the bottom. The main area is titled 'Professores' and includes a search bar for 'Email do professor', a '+', and two action buttons: 'Selecionar todos' and 'Enviar para selecionados'. Below is a list of teacher email addresses with checkboxes and a three-dot menu icon for each. The first three entries have additional buttons: 'Editar', 'Remover', and 'Questionários'.

Email do professor	Ações
<input type="checkbox"/> professor.teste@gmail.com	Editar, Remover, Questionários
<input type="checkbox"/> teste.professor@vnda.com.br	
<input type="checkbox"/> gustavo.bittencourtds@gmail.com	
<input type="checkbox"/> professor.exemplo@gmail.com	
<input type="checkbox"/> exemplo.professor@lfrs.com	
<input type="checkbox"/> lorem.ipsum@gmail.com	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.3 – E-mail para responder questionário

Questionário de Avaliação TPACK

Olá!

Você foi convidado(a) para responder ao questionário de avaliação TPACK. Clique no botão abaixo para acessar o questionário:

[Acessar Questionário](#)

Este link expira em 48 horas. Se você não solicitou este questionário, por favor, ignore este e-mail.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.4 – Interface de preenchimento do questionário

Navegação

- Conhecimento pedagógico
- Posso adaptar minha abordagem de ensino com base no que os estudantes atualmente entendem
- Posso adaptar meu método de ensino para diferentes estudantes
- Posso usar uma ampla variedade de abordagens de ensino em sala de aula
- Posso avaliar a aprendizagem dos estudantes de várias maneiras
- Conhecimento de conteúdo
- Tenho conhecimento suficiente sobre o meu conteúdo de ensino

Progresso: 1/28

Posso adaptar minha abordagem de ensino com base no que os estudantes atualmente entendem

1 para discordo totalmente e 5 para concordo totalmente

3.7

Voltar à Introdução

Próximo

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.5 – E-mail com confirmação do recebimento das respostas

Confirmação de Recebimento

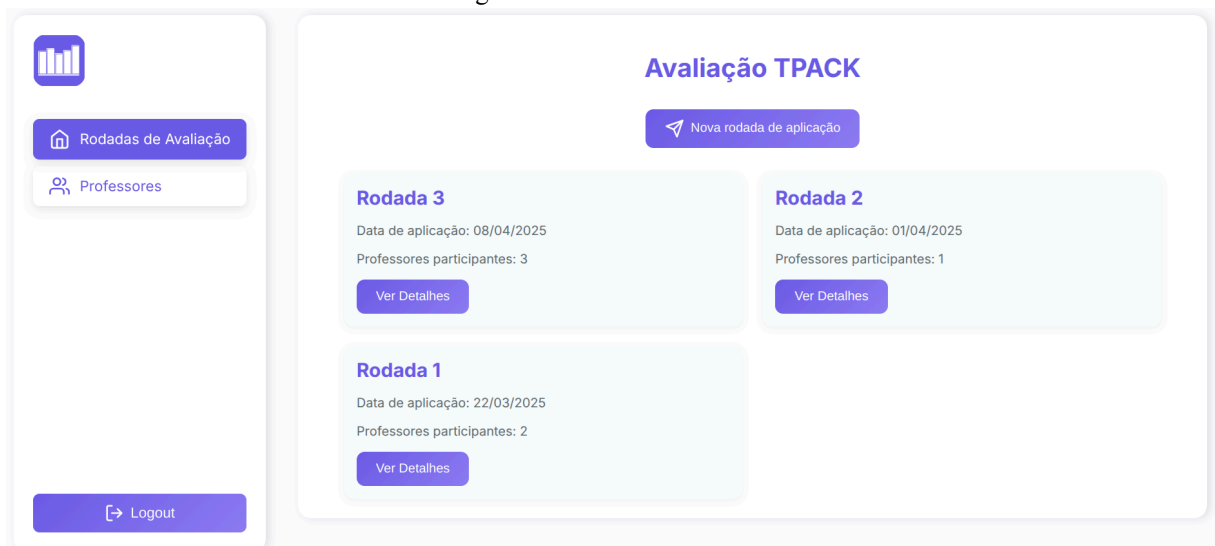
Olá!

Recebemos suas respostas para o questionário de avaliação TPACK.
Agradecemos por sua participação!

Se você tiver alguma dúvida ou precisar de mais informações, sinta-se à vontade para responder a este e-mail.

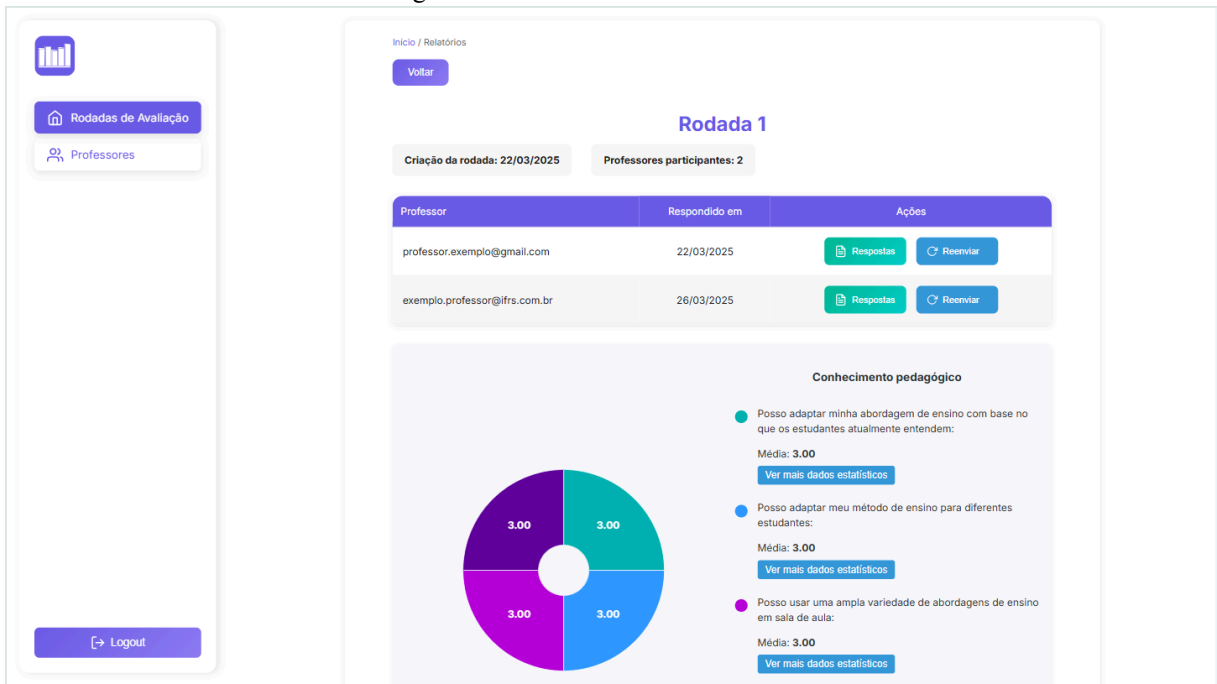
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.6 – Tela de rodadas



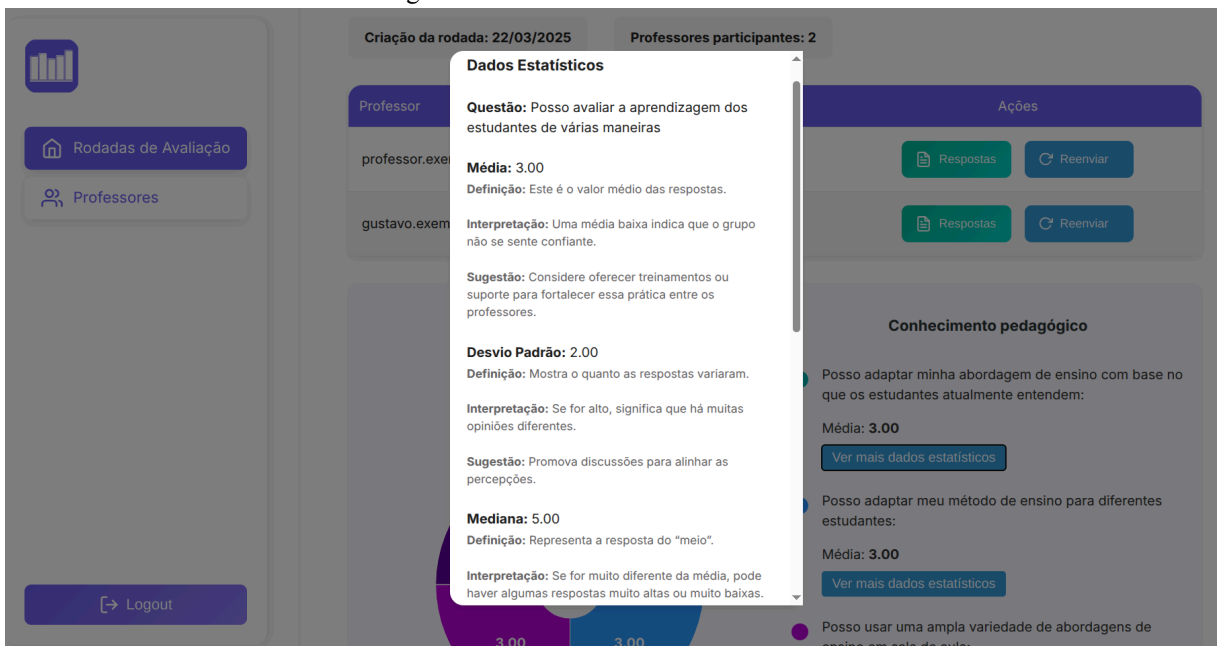
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.7 – Tela interna de uma rodada



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.8 – Tela de resultados da rodada



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.9 – Questionários do Professor

Início / Questionários

Questionários Responder

[Voltar](#)

Professor: professor.exemplo@gmail.com

Título	Data de Resposta	Ações
Avaliação TPACK	22/03/2025	Ver Respostas
Avaliação TPACK	01/04/2025	Ver Respostas

[Logout](#)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.10 – Tela de respostas do Professor

Início / Respostas

Avaliação TPACK

[Voltar](#)

Professor: professor.exemplo@gmail.com

Data de envio: 22/03/2025

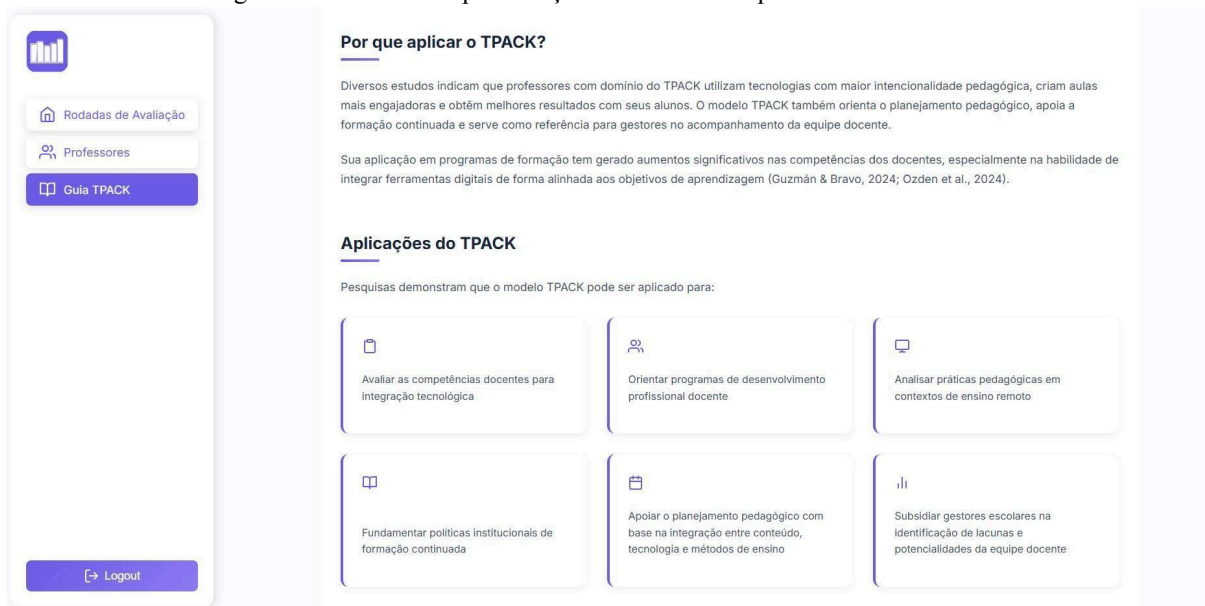
Data de resposta: 22/03/2025

Pergunta	Resposta
Posso adaptar minha abordagem de ensino com base no que os estudantes atualmente entendem	1
Posso adaptar meu método de ensino para diferentes estudantes	1
Posso usar uma ampla variedade de abordagens de ensino em sala de aula	1
Posso avaliar a aprendizagem dos estudantes de várias maneiras	1
Tenho conhecimento suficiente sobre o meu conteúdo de ensino	1
Posso empregar uma maneira específica de pensar no meu conteúdo de ensino	1
Conheço as teorias e conceitos básicos do meu conteúdo de ensino	1
Conheço a história e o desenvolvimento de teorias importantes do meu conteúdo de ensino	1
Acompanho novas tecnologias importantes	1
Frequentemente uso tecnologia	1
Conheço muitas tecnologias diferentes	1
Tenho habilidades técnicas necessárias para usar tecnologia	1
Eu sei como selecionar abordagens de ensino eficazes para orientar o pensamento e a aprendizagem do meu conteúdo de ensino	1
Eu sei como desenvolver tarefas apropriadas para possibilitar aos estudantes um pensamento complexo do meu conteúdo de ensino	1
Eu sei como desenvolver exercícios com os quais os estudantes podem consolidar seus conhecimentos sobre o meu conteúdo de ensino	1
Eu sei como avaliar o desempenho dos estudantes no meu conteúdo de ensino	1

[Logout](#)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.11 – Tela de apresentação dos conceitos apresentados no sistema



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.12 – Cadastro em massa de professores, via CSV



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura A.13 – Relatório de rodadas versão PDF

Relatório TPACK - Rodada 6

Data da rodada: 07/06/2025

Número de professores: 2

Conhecimento pedagógico

Questão	Média	Desvio Padrão	Mediana	Moda	Amplitude	CV
Posso adaptar minha abordagem de ensino com base no que os estudantes atualmente entendem	3.10	0.10	3.10	3.00, 3.20	0.20	3.23%
Posso adaptar meu método de ensino para diferentes estudantes	3.45	0.45	3.45	3.00, 3.90	0.90	13.04%
Posso usar uma ampla variedade de abordagens de ensino em sala de aula	3.45	0.45	3.45	3.00, 3.90	0.90	13.04%
Posso avaliar a aprendizagem dos estudantes de várias maneiras	3.70	0.70	3.70	3.00, 4.40	1.40	18.92%

Conhecimento de conteúdo

Questão	Média	Desvio Padrão	Mediana	Moda	Amplitude	CV
Tenho conhecimento suficiente sobre o meu conteúdo de ensino	3.75	0.75	3.75	3.00, 4.50	1.50	20.00%
Posso empregar uma maneira específica de pensar no meu conteúdo de ensino	3.75	0.75	3.75	3.00, 4.50	1.50	20.00%
Conheço as teorias e conceitos básicos do meu conteúdo de ensino	3.75	0.75	3.75	3.00, 4.50	1.50	20.00%
Conheço a história e o desenvolvimento de teorias importantes do meu conteúdo de ensino	3.80	0.80	3.80	3.00, 4.60	1.60	21.05%

Conhecimento em tecnologia

Questão	Média	Desvio Padrão	Mediana	Moda	Amplitude	CV
Acompanho novas tecnologias importantes	3.80	0.80	3.80	3.00, 4.60	1.60	21.05%
Frequentemente uso tecnologia	3.45	0.45	3.45	3.00, 3.90	0.90	13.04%
Conheço muitas tecnologias diferentes	3.90	0.90	3.90	3.00, 4.80	1.80	23.08%
Tenho habilidades técnicas necessárias para usar tecnologia	3.90	0.90	3.90	3.00, 4.80	1.80	23.08%

Conhecimento pedagógico do conteúdo

Questão	Média	Desvio Padrão	Mediana	Moda	Amplitude	CV
---------	-------	---------------	---------	------	-----------	----

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

APÊNDICE B - TAREFAS

Figura B.1 – Documento apresentando as tarefas

Checklist de Testes — TPACK App

Realize o fluxo completo de utilização do sistema, desde o cadastro de professores até a análise de respostas e gráficos. Logo após, responda o formulário marcando as atividades que conseguiu concluir.

Objetivo:

Realizar o fluxo completo de utilização do sistema, desde o cadastro de professores até a análise de respostas e gráficos, e fornecer feedback sobre a experiência.

Tarefas obrigatórias

- () Crie um login no sistema
- () Cadastre 3 professores utilizando o campo de e-mail (um deles pode ser seu e-mail pessoal)
- () Confirme se os professores aparecem corretamente na listagem.
- () Envie o questionário para os professores cadastrados.
- () Verifique se é possível identificar quando um professor já respondeu o questionário da rodada ou não;
- () Confirme o recebimento do questionário no e-mail (caso tenha utilizado seu e-mail pessoal para teste, senão, aguarde o professor responder).
- () Acesse o link recebido no e-mail e responda o questionário como se fosse o professor. (caso utilize seu e-mail pessoal, ou aguarde um retorno do professor cadastrado)
- () Acesse a tela de rodadas.
- () Verifique as respostas individuais de cada professor.
- () Analise os gráficos gerados, conferindo se as médias, desvio padrão, mediana, moda, amplitude e coeficiente de variação refletem corretamente as respostas enviadas.
- () Analise se as legendas, interpretações e sugestões contribuem para o entendimento do relatório.

Tarefas opcionais (para explorar mais o sistema)

- () Após finalizar a primeira rodada, envie o questionário para alguns professores, mas não todos, e valide se o sistema mostra claramente apenas aqueles que receberam o e-mail.
- () Analise se os dados de cada rodada é exibido corretamente (data de envio, professores participantes)
- () Acesse uma rodada existente e reenvie o questionário para algum professor. Logo após, analise se as respostas antigas foram desconsideradas e se os novos dados foram computados corretamente.

Feedback (responda após a utilização)

O cadastro de professores foi simples e intuitivo?

- () Sim
- () Não — Motivo: _____

O envio de questionários foi fácil de executar?

- () Sim
- () Não — Motivo: _____

As informações apresentadas na tela de rodadas são claras?

- () Sim
- () Não — Sugestões: _____

Os gráficos gerados ajudam a entender as respostas?

- () Sim
- () Não — Melhorias que gostaria de ver: _____

Você tem alguma sugestão geral de melhoria ou algo que dificultou o uso?

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

APÊNDICE C - Questionário SUS

Figura C.1 – Questionário SUS

Avaliação de Usabilidade do TPACK App

Este questionário utiliza a **System Usability Scale (SUS) – Escala de Usabilidade do Sistema** para avaliar sua experiência.

O tempo de preenchimento é de aproximadamente 5 minutos, e suas respostas são anônimas.

Agradecemos a sua contribuição!

Acho que gostaria de usar esse sistema com frequência. *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

Achei o sistema desnecessariamente complexo. *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

Achei o sistema fácil de usar. *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema. *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

Achei que as diversas funções deste sistema estavam bem integradas. *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

Achei que o sistema apresenta muita inconsistência. *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

Imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse sistema muito rapidamente. *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

Achei o sistema muito complicado de usar. *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

Eu me senti muito confiante usando o sistema. *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

Precisei aprender muitas coisas antes de começar a usar esse sistema. *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

Gostaríamos de saber a sua opinião: quão útil você considera o sistema e quais melhorias ou funcionalidades poderiam torná-lo mais eficiente? *

Sinta-se à vontade para compartilhar suas impressões e sugestões!

Sua resposta _____

Fonte: Brooke (1996).