

Avaliação de uma ferramenta de ensino de programação visando engajamento e utilidade

Amai Nikaido da Cruz¹, Eldânae Nogueira Teixeira¹, Lucca Carvalho², Henrique Soares Rodrigues², Laura O. Moraes², Carla A. D. M. Delgado¹

¹ Instituto de Computação – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

² Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

amainc@ic.ufrj.br, eldany@ic.ufrj.br, lucca.carvalho@edu.unirio,
henrique.rodrigues@edu.unirio.br, laura@uniriotec.br, carla@ic.ufrj.br

Abstract. *Intelligent computational tools have the potential to transform programming education, but their acceptance remains challenging. In this study, we address issues related to the adoption of educational technologies through a case study—the use of the Machine Teaching platform (MT) for programming education at the Institute of Computing of the Federal University of Rio de Janeiro. The research aimed to identify the factors influencing both the adoption and resistance to the use of MT by students and teachers, as well as the implementation of measures to increase engagement with the platform. This paper presents an experience report on how the factors that influence the adoption of MT were accessed and the trajectory for developing a strategy to increase user adoption and engagement.*

Resumo. *Ferramentas computacionais inteligentes têm o potencial de transformar o ensino de programação, mas sua aceitação permanece desafiadora. Neste trabalho, abordamos questões relativas à adoção da plataforma educacional Machine Teaching (MT) para ensino de programação no Instituto de Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A pesquisa visou identificar os fatores que influenciam tanto a adoção quanto a resistência ao uso do MT por parte de alunos e professores, bem como a implementação de medidas para aumentar o engajamento da plataforma. Este artigo traz o relato de experiência de como os fatores que influenciam a adoção do MT foram acessados e a trajetória para elaboração de uma estratégia para aumentar a adesão e o engajamento dos usuários.*

1. Introdução

O uso de tecnologias educacionais tem avançado. Entender os fatores que impulsionam o uso dessas tecnologias é muito importante. Ferramentas computacionais inteligentes têm o potencial de transformar o ensino de programação, mas sua aceitação permanece desafiadora [Persico et al. 2014, Moraes et al. 2022].

O *Machine Teaching* (MT) é um ambiente de aprendizagem *online* de programação usado em cursos introdutórios da UFRJ pelo Instituto de Computação (IC) desde 2018 [Moraes et al. 2022]. A ferramenta coleta dados durante as respostas dos alunos em questões sobre programação. Esses dados, como tempo de resposta e erros

cometidos, são analisados e usados para gerar *feedback* e apoiar tomadas de decisões relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem, tanto dos professores quanto dos alunos. Algumas funcionalidades do MT são apoiadas por inteligência artificial (IA). Durante a pandemia, a ferramenta teve ampla adoção, com uma média de 26 turmas por semestre, mas esse número caiu para apenas 10 no retorno ao ensino presencial. Apesar de oferecer funcionalidades como análise de erros dos alunos e *feedback* automático, que podem otimizar o processo de ensino e aprendizagem, a adesão à plataforma tem enfrentado grandes desafios.

Neste trabalho, abordamos questões relativas à adoção de tecnologias educacionais através de um relato de experiência. O trabalho buscou identificar os fatores que influenciam tanto a adoção quanto a resistência ao MT, bem como a implementação de medidas para aumentar o engajamento da plataforma. O estudo foca em identificar as percepções de docentes e discentes sobre o uso de análise de dados educacionais e IA para apoiar o ensino e aprendizagem, utilizando como base o modelo TAM [Davis 1989], uma estrutura teórica que analisa como os usuários adotam tecnologias, e, posteriormente, o UTAUT [Venkatesh et al. 2003], que unifica múltiplos modelos, oferecendo uma abordagem mais abrangente.

A partir dos estudos realizados, foi possível identificar oportunidades de melhoria da tecnologia e outros pontos de ação para o aumento da adoção tecnológica. De forma geral, foi delineada uma estratégia para mitigar os problemas encontrados relativos ao uso da tecnologia. A principal contribuição deste artigo é o relato da experiência, incluindo a fundamentação para a elaboração da estratégia escolhida, o caminho trilhado para o aumento da adoção tecnológica e a discussão dos resultados obtidos. Acreditamos que essa experiência pode servir de base para compreender e mitigar problemas relativos à adoção de tecnologias educacionais em outros cenários.

2. Fundamentação Teórica e trabalhos correlatos

2.1. Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM)

O TAM (*Technology Acceptance Model*) [Davis 1989] é um modelo comumente utilizado para investigar a aceitação e uso da tecnologia pelos usuários [Kurtz et al. 2015]. Segundo esse modelo, quando usuários são apresentados a uma tecnologia nova, a decisão deles é influenciada por alguns fatores como a utilidade percebida, a facilidade de uso percebida e variáveis externas. A utilidade percebida foi definida como o grau de um sentimento individual do usuário em acreditar que seu desempenho aumentaria usando um sistema de informação, ou seja, se alguém percebe, ou não, que a tecnologia é útil para ela [Davis 1989]. Esse fator pode ser influenciado pela facilidade ou complexidade de usar a tecnologia. A facilidade de uso percebida foi definida como o grau que uma pessoa acredita que, usando a tecnologia, irá diminuir seu esforço para um determinado fim [Davis 1989]. Se a tecnologia não for fácil de usar e a interface for complicada, as pessoas não vão ter interesse em usá-la. Ainda seguindo o modelo, as variáveis externas, como influência social, são fatores importantes para determinar a atitude em relação ao uso.

2.2. Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT)

O UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) [Venkatesh et al. 2003] foi desenvolvido com o objetivo de unificar um conjunto de modelos propostos anterior-

mente para avaliar a adoção e aceitação de tecnologia. A combinação desses estudos criou um modelo mais abrangente, capaz de explicar a aceitação de tecnologia nos mais variados cenários, como observado em validação com 70% da validação de uso comportamental e aproximadamente 50% da variação no uso real da tecnologia [Venkatesh et al. 2003].

No UTAUT foram adicionados os seguintes construtos: (1) expectativa de desempenho, (2) expectativa de esforço, (3) influência social e (4) condições facilitadoras. Os três primeiros construtos são determinantes da intenção e do comportamento de uso, e o quarto é um determinante direto do comportamento do usuário. Segundo Venkatesh et al. (2003), a expectativa de desempenho refere-se ao grau em que um indivíduo acredita que uma tecnologia irá ajudar a melhorar o seu desempenho em uma determinada tarefa. Essa variável é equivalente à utilidade percebida do TAM. A expectativa de esforço refere-se ao grau em que um indivíduo acredita que uma tecnologia seja fácil ou complexa de usar. Essa variável é equivalente à facilidade de uso percebida no TAM. A influência social refere-se ao grau em que um indivíduo acredita que outras pessoas importantes para ele (como familiares, colegas, superiores, professores ou alunos) entendem que ele deve usar a tecnologia. No TAM não há variável equivalente. Condições facilitadoras, segundo Venkatesh et al. (2003), refere-se ao grau em que um indivíduo acredita que existe infraestrutura, como computadores ou internet, e suporte para o uso da tecnologia. Não existe um constructo com equivalência direta no TAM, mas pode ser relacionado a variáveis externas.

Além das variáveis principais, o modelo também possui quatro variáveis moderadoras como fatores que influenciam a relação entre os construtos principais e a intenção e comportamento de uso: gênero, idade, experiência e voluntariedade de uso.

2.3. Investigação de fatores de adoção ou resistência ao uso de tecnologias educacionais

O trabalho [Persico et al. 2014] descreve uma experiência na qual o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) foi adaptado para avaliar a implementação de um sistema de ensino à distância em uma universidade *online* italiana. Por se tratar de uma situação de ensino estritamente *online*, foram consideradas todas as fases de uso do sistema (planejamento do curso, execução e avaliação), bem como todos os usuários (alunos, professores e gestores). As conclusões particulares do trabalho estão muito imbricadas no modelo *online* de ensino, e as conclusões de cunho mais geral corroboram com os achados de outros trabalhos anteriores: a grande importância de um processo dialógico de implantação e evolução da tecnologia educacional envolvendo os autores envolvidos [Laurillard et al. 2009]; mudanças devem ser introduzidas gradualmente no ambiente de ensino [Smith 2012]; consideração das especificidades de cada cenário e a valorização de caminhos de aprendizagem autônomos, flexíveis e personalizados.

Em [Wang et al. 2021], foi empregada a modelagem de equações estruturais para investigar a intenção de continuidade dos professores em ensinar com IA. Foram testadas 10 hipóteses relacionadas a fatores como ansiedade (AN), autoeficácia (SE), atitude em relação à IA (ATU), percepção de facilidade de uso (PEU) e percepção de utilidade (PU), analisando como esses fatores interagem para influenciar os docentes. Os resultados mostram que a intenção dos professores de aprender a usar aplicações baseadas em IA no ensino pode ser prevista por ATU, SE, PEU, PU e AN. Vale ressaltar que SE (ou seja,

a proficiência do professor em IA) tem forte impacto em outros fatores, e que a relação entre SE e AN foi negativamente correlacionada.

A falta de treinamento e suporte, e a incapacidade do aluno de entender as ferramentas do canal de comunicação podem contribuir para a não aceitação dos sistemas de informação pelos usuários [Scarpin et al. 2018]. Documentação, manuais e guias do usuário, tutoriais, comunidade ativa, canais de comunicação claros e treinamento são elementos importantes para um suporte eficaz e uso mais ativo das plataformas.

2.4. Ferramentas para ensino de programação e sua avaliação

A partir das revisões de literatura realizadas por [Luxton-Reilly et al. 2018], [Ihantola et al. 2015], além de uma busca no *Google Scholar*, foram identificados os seguintes sistemas descritos na Tabela 2.4: CloudCoder [Hovemeyer e Spacco 2013], CodeWorkout [Panamalai Murali 2016], PCRS [Zingaro et al. 2013], UUshuttle [Sorva e Sirkiä 2010], Web-CAT [Edwards e Perez-Quinones 2008], PEEF [Araujo et al. 2021], CodeBench [Galvão et al. 2016], Beecrowd [Tonin et al. 2012], Replt.it, JS-Parsons [Karavirta et al. 2012], Problets [Kumar 2005], TestMyCode [Pärtel et al. 2013], LabPy [Sirotheau et al. 2018], Blackbox [Brown et al. 2014] e o nosso sistema Machine Teaching [Moraes e Pedreira 2020]. A tabela avalia se o sistema ainda está ativo para uso, se o sistema pode ser usado em *smartphones*, se possui código aberto ou fechado, quais são as suas funcionalidades em painéis (submeter código, atribuir nota automaticamente, *dashboard* estatístico e previsão de evasão por IA).

A importância de se avaliar essas características é verificar se o nosso sistema Machine Teaching possui diferenciais atrativos para professores, alunos e gestores acadêmicos. O sistema estar ainda ativo ou ter o código acessível, como no Github por exemplo, é fundamental para o sistema ser usado, replicado ou adaptado para as necessidades de outras instituições. O sistema ser responsivo para *smartphone* é importante pois, segundo [Fook et al. 2021], 70,8% dos estudantes universitários usam o dispositivo pelo menos por 25% do tempo para estudar, além de ser o principal meio para se acessar a internet [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2023]. Como mostrado pela tabela, o diferencial do Machine Teaching é a previsão de evasão, um instrumento importante, que segundo [Rodrigues et al. 2024], possibilita as instituições de ensino superior pensarem estratégias de evitar que os alunos abandonem seus estudos.

3. Metodologia: experiência com a plataforma Machine Teaching

Entre 2019 e 2022, foram utilizados questionários para coletar dados de satisfação de alunos e de professores em relação à usabilidade e ao suporte à tomada de decisão provido pelo sistema [Moraes et al. 2021]. Foi observado que a experiência geral dos alunos usando o sistema foi positiva, indicando facilidade de uso. Os professores, por sua vez, consideraram o sistema útil para monitorar o desempenho e as dificuldades dos alunos. No entanto, apesar dos benefícios percebidos, a análise desses dados permitiu identificar tendências, lacunas e pontos de melhoria que indicaram que o potencial completo da plataforma ainda não foi alcançado.

Esses pontos serviram como base para a criação de um novo questionário para avaliar a aceitação e o engajamento dos alunos, com base no modelo TAM. O TAM foi escolhido por sua capacidade de mensurar a percepção dos usuários em relação à utilidade

Ambiente	Ativo / Últ. atualização	Smartphone	Código Aberto	Painéis	Avaliação
CloudCoder	Não / 2019	N/A	Sim	N	Não avaliado
CodeWorkout	Sim / 2024	Sim	Sim	N S	Questionário
PCRS	Sim / 2024	Sim	Sim	N S	Não avaliado
UUhistle	Não / N/A	Não	Não	Sem painel	Quest. e grupo controle
Pythy	Não / 2020	Sim	Sim	Sem painel	Questionário
Web-CAT	Sim / 2024	Sim	Sim	N S	Grupo controle
PEEF	Sim / N/A	Não	Não	N S ES	Não avaliado
CodeBench	Sim / N/A	Sim	Não	N S ES	Quest. e grupo controle
Beecrowd	Sim / N/A	Sim	Não	N S ES	Questionário
Repl.it	Sim / N/A	Sim	Não	N S	N/A
JS-Parsons	Não / 2017	Sim	Sim	S	Não Avaliado
Problets	Sim / 2022	Não	Não	N S	Quest e grupo controle
TestMyCode	Sim / 2025	Não	Sim	S	Não avaliado
LabPy	Não / 2018	Não	Não	N S	Não avaliado
Blackbox	Sim / 2018	Não	Não	S ES	Revisão da Literatura
Machine Teaching	Sim / 2024	Sim	Sim	N S ES PE	Questionário

Tabela 1. Comparação de Ambientes de Codificação Online. N = notas, S = submissão, ES = estatística e PE = previsão de evasão

e facilidade de uso de sistemas e tecnologias. O questionário foi aplicado a alunos de 3 turmas de introdução à programação, na fase inicial do curso (terceira semana de aula). As perguntas cobriram aspectos da usabilidade e utilidade da plataforma, com foco em seu suporte durante a prática de programação, testes automáticos e mecanismos de *feedback* (detalhamento na seção 4.1). A coleta de dados realizada apontou algumas questões de usabilidade importantes: algumas funcionalidades do sistema não eram utilizadas, por dificuldades de acessá-las ou de compreender a sua utilidade, e algumas funcionalidades desejadas não faziam parte do sistema, que levavam o estudante a buscar outras ferramentas para apoiar seus estudos.

Essa análise levou à proposta de uma ação de treinamento presencial, que foi desenvolvida e aplicada em caráter experimental, para duas turmas, durante uma aula regular realizada em laboratório de informática. Ao final da seção de treinamento, foi oferecida a oportunidade de dar sugestões e tirar dúvidas. A partir dessa experiência, o treinamento foi melhorado para incluir as dúvidas mais frequentes, e a complexidade das informações apresentadas foi ajustada de forma que o treinamento pudesse ser plenamente adequado para alunos que estão no início do curso [Xará et al. 2025]. Após a revisão e adaptação, o treinamento passa a ser um instrumento a ser disponibilizado semestralmente, ou seja, a cada edição do curso. De forma oportuna, o treinamento propiciou a coleta de sugestões e observações dos alunos sobre suas dificuldades no uso da ferramenta e desejos de novas funcionalidades e melhorias que seriam desejadas para facilitar a aprendizagem. As demandas coletadas foram analisadas e priorizadas, e foi montado um plano de ação para sua realização. Os resultados obtidos nesta frente de trabalho estão descritos na seção 4.3.

Fechado o ciclo com os alunos, passamos a investigar a percepção do professor. O professor é o ator que decide se a plataforma será adotada como forma de entrega das atividades práticas em seu curso e a apresenta aos alunos. Para disseminar a plataforma entre os professores, foi elaborada uma sessão *online* de apresentação da ferramenta e de suas principais funcionalidades, com particular atenção às de análise de dados para a

tomada de decisão e potencial da plataforma para tornar os processos educacionais mais eficientes e eficazes.

Com a mudança do foco do estudo do discente para o docente, algumas limitações tornaram-se claras, destacando-se o uso do TAM, que não considera fatores como influências sociais ou condições organizacionais, que podem afetar a adoção. Após uma revisão da literatura, identificamos a relevância do UTAUT, modelo amplamente destacado por sua aplicabilidade em estudos de adoção de tecnologia. Diferente do TAM, o UTAUT incorpora variáveis como influência social e as condições facilitadoras, tornando-o mais adequado para contextos complexos, como o meio educacional. A construção do questionário para os professores seguiu as diretrizes metodológicas do UTAUT e adaptação de perguntas sobre adoção tecnológica ou resistência ao uso para o cenário específico de uma tecnologia educacional inteligente. É uma das contribuições deste trabalho e será discutido na seção 4.

4. Resultados

4.1. Questionário para estudantes

Dois questionários foram elaborados com o objetivo de identificar os motivos de adesão e de resistência ao uso do MT: um direcionado aos alunos e outro aos professores. O questionário destinado aos alunos, além de usar como base os princípios do TAM, também se baseou nas perguntas anteriormente usadas para coletar as impressões dos alunos sobre a usabilidade da plataforma. Foram aplicadas cinco questões com uso da escala *Likert* para avaliar o nível de concordância dos participantes, além de quatro questões com respostas fechadas e uma questão aberta, para comentário livre da experiência com o ambiente, apontamentos de dificuldades e sugestões de melhorias. As perguntas do questionário direcionado aos alunos podem ser lidas abaixo:

Perguntas relacionadas a percepção de utilidade (já faziam parte do questionário anterior):

- Resolver os exercícios pelo sistema tem ajudado no meu aprendizado.
- Eu recomendaria o sistema para um aluno aprendendo Comp 1.
- Durante os exercícios são exibidos alguns casos de teste. Esses casos de teste são úteis para a resolução do seu exercício.
- Você conhece a área interativa? Ela fica na parte inferior da tela de exercícios e lá você pode definir funções e fazer alguns testes antes de entregar sua resposta.
- Expresse a sua experiência com o ambiente. Pense nas várias áreas do sistema e como tem usado para o seu processo de aprendizagem.

Perguntas relacionadas a percepção de facilidade de uso (seguindo o TAM):

- Eu estudei ou pretendo estudar pelo sistema para fazer a prova.
- A indicação dos tipos de erros, quando alguns casos de teste não passam, me ajudam a entender onde localizar o erro no código e o que preciso modificar para acertar a resposta.
- Você prefere resolver suas questões no Machine Teaching ou em algum outro ambiente de desenvolvimento (como IDLE, por exemplo)?
- Com que frequência você utilizou o *dashboard* de acompanhamento?
- Os tutoriais sobre como usar a ferramenta ajudaram a entender melhor como usar o Machine Teaching?

O questionário foi aplicado, em formato *online*, em três turmas com professores diferentes de curso introdutório de programação, obtendo um total de 28 respostas válidas. A análise das respostas do questionário foi a base de criação do treinamento de uso da ferramenta, que aborda tópicos como: uma explicação sobre o objetivo e as funcionalidades principais da plataforma, dicas para otimizar o uso das funcionalidades disponíveis e orientações para superar dificuldades comumente enfrentadas por usuários iniciantes. O treinamento foi aplicado em 5 turmas até o momento, revelando outro desafio: observamos que muitos alunos não utilizam todos os recursos da plataforma, principalmente por não saberem como acessá-los. No final do treinamento os alunos possuem um espaço livre para sugestões e críticas. Este espaço se revelou bastante rico: os alunos revelaram muitas melhorias desejadas que aumentariam o uso da plataforma, e como também revelaram funcionalidades que os alunos sentiam falta para avançar com seus estudos e buscavam em outras ferramentas.

4.2. Questionário para os professores

Com a aplicação do treinamento, obtivemos dois resultados principais: a média de erros por questão diminuiu de 5 para 4, indicando uma melhoria na usabilidade da plataforma. Porém, a quantidade de turmas por período continuou a mesma, sugerindo que o treinamento não impactou significativamente o engajamento de adoção da plataforma. Esse resultado evidenciou a necessidade de direcionar ações também para os professores, já que adotar ou não a plataforma é uma decisão que cabe primeiramente ao docente.

Uma sessão *online* de apresentação geral da ferramenta e de suas principais funcionalidades foi realizada com particular atenção para funcionalidades de análise de dados para a tomada de decisão, como, por exemplo, formas de saber quanto tempo cada aluno gastou em cada exercício e em quais teve mais dificuldade em acertar. Também foram apresentados canais de comunicação para dar mais suporte individual. O contato individual é importante para requerimento de serviços específicos como a sugestão de inclusão de novas questões para aumentar o número de listas de exercícios e a diversidade de conteúdo da plataforma, o que requer validação e garantia de qualidade pela equipe de desenvolvimento e pesquisa da plataforma Machine Teaching. As iniciativas anteriores são complementares a outros suportes ao usuário já fornecidos pela plataforma, como sessões de atendimento e contato remoto com a equipe por mensagens na plataforma. Tutoriais em vídeo e outros vídeos especificando detalhes das funcionalidades do sistema também estão disponíveis em um canal educacional ¹.

Para uma investigação mais detalhada de como aumentar a adoção da plataforma pelos docentes, trabalhamos a elaboração de um questionário específico. Foram incluídas perguntas moderadoras sobre idade, gênero, experiência e voluntariedade, seguindo o modelo UTAUT, para investigar como esses fatores impactam a percepção e a adoção da tecnologia. Além dessas perguntas, foram introduzidas outras questões utilizando a escala *Likert* (avaliação do nível de concordância) e uma questão aberta para comentários gerais da experiência do docente com a plataforma.

Perguntas relacionadas a expectativa de desempenho:

- Usar o MT torna minha aula mais produtiva e facilita o planejamento das atividades pedagógicas.

¹Disponível em <https://www.youtube.com/@MachineTeaching>

- O MT facilita a seleção e correção dos exercícios de computação.
- Usar o MT facilita acompanhar o desempenho individual e coletivo dos alunos.
- Usar o MT melhora o alinhamento das atividades com o conteúdo programático da disciplina.
- O uso do MT ajuda os alunos a realizarem suas tarefas.
- Os alunos entregam soluções mais assertivas (Mais corretas, com menos erros) com o uso do MT.
- Usando as ferramentas do MT os alunos conseguem corrigir seus erros e melhorar.

Perguntas relacionadas a expectativa de esforço:

- É fácil usar o MT e suas funcionalidades para ensinar.
- É fácil aprender a usar o MT.
- O ambiente do MT é amigável para os professores.
- É fácil usar o MT nas aulas.
- Acredito que meus alunos vão ter facilidade em usar o MT.
- Acredito que os alunos vão ter facilidade em aprender a usar o MT.
- O ambiente do MT é amigável para os alunos.
- É fácil para os alunos resolverem os exercícios usando o MT.
- Os alunos aprendem mais usando o MT.

Perguntas relacionadas a condições facilitadoras:

- Eu tenho os recursos necessários para usar o MT.
- A faculdade tem os recursos necessários para usar o MT.
- Os alunos têm os recursos necessários para usar o MT.
- Eu consigo suporte adequado para usar o MT.
- Outras tecnologias que uso são compatíveis com o MT.
- Fui auxiliado sobre como usar o MT.
- O MT está disponível sempre que quero usar.
- O MT está de acordo com ementa da disciplina de introdução à programação.
- O MT está aderente ao material didático disponível para a disciplina de introdução à programação (Computação 1), disponível em "<https://python.ic.ufrj.br/>"

Perguntas relacionadas à influência social:

- A direção adjunta de ensino e chefia de departamento esperam que eu use o MT.
- Outros docentes esperam que eu use o MT.
- A direção adjunta de ensino e chefia de departamento incentivam o uso do MT.
- Os alunos esperam que eu use o MT

O próprio trabalho de elaboração do questionário trouxe a percepção de uma necessidade de maior divulgação da plataforma e de alguns de seus benefícios entre os professores, como seu alinhamento à metodologia de ensino universitário desenvolvida especificamente para a disciplina introdutória de programação do Instituto de Computação da UFRJ [Delgado et al. 2016] e a facilidade de visualizar as etapas de construção de código dos alunos, entre outros.

4.3. Ciclo de melhoria e atualizações do sistema

Desde seu lançamento, o sistema é atualizado frequentemente em um ciclo de melhoria contínua considerando o *feedback* recebido através dos estudos de avaliação descritos na seção 3. Novos requisitos e melhorias são implementados através de um ciclo de desenvolvimento ágil. Os pontos identificados são priorizados e selecionados de acordo com a viabilidade da equipe, e as atualizações são realizadas ao final de cada período letivo. O primeiro treinamento com os alunos descrito na seção 3 gerou a oportunidade de coleta de *feedback* presencialmente. A partir deste *feedback* foi feita uma priorização e, no prazo de 10 meses, as melhorias prioritárias foram implementadas. Uma melhoria significativa foi a integração do sistema com a plataforma Python Tutor². Essa funcionalidade permite que os alunos enviem o código desenvolvido diretamente para o Python Tutor, eliminando a necessidade de copiar e colar o código manualmente. Esse aprimoramento visa facilitar a análise do funcionamento dos códigos pelos estudantes, promovendo uma experiência de aprendizado mais eficiente.

Foi desenvolvida uma página personalizada para exibir os perfis dos usuários, permitindo que cada aluno consulte suas próprias informações de forma organizada. A página disponibiliza um e-mail de contato para que o aluno possa solicitar ajustes em suas informações, como a atualização de dados pessoais ou a troca de senha. Com isso, todos dentro da plataforma passam a ter acesso a informações mais corretas e atualizadas sobre os demais usuários, melhorando a comunicação e a interação. Foi implementado um mecanismo para exibição de conteúdo didático relacionado às atividades práticas disponíveis na plataforma MT. Essa funcionalidade foi integrada à página de resolução de exercícios, permitindo que os alunos acessem diretamente materiais de apoio, como vídeos e artigos de programação da UFRJ, promovendo um aprendizado mais contextualizado.

A página "Problemas Passados" também passou por uma reformulação completa, visando melhorar sua usabilidade e estética. Foram adicionados filtros dinâmicos ao painel de navegação, permitindo que os usuários organizem e pesquisem exercícios resolvidos de maneira mais eficiente. Essa reformulação contribuiu para uma melhor experiência do usuário dentro da plataforma. Por fim, foi elaborado um documento detalhado sobre análise e melhorias para uso em dispositivos móveis. Esse documento identificou problemas de design e usabilidade em diferentes tamanhos de tela, propondo soluções para tornar a interface mais responsiva. Foram sugeridas adaptações no *layout* e melhorias no *design*, visando tornar a navegação mais fluida e intuitiva para usuários que acessam a plataforma via dispositivos móveis.

5. Conclusão

Os estudos realizados trouxeram informações valiosas para o estabelecimento de estratégias para aumentar a adesão ao MT: implementação de funcionalidades consideradas importantes para os alunos; criação de um ciclo regular de ações de treinamento para professores e alunos; ações de divulgação da ferramenta entre professores. Um grande esforço foi investido no desenvolvimento das novas funcionalidades, com o objetivo de aumentar o espectro de recursos disponíveis aos alunos para apoio ao aprendizado. Essa medida busca reduzir o risco de abandono da plataforma devido à falta de ferramentas

²Online Compiler, AI Tutor, and Visual Debugger for Python, Java, C, C++, and JavaScript <https://pythontutor.com/>

específicas para as demandas de aprendizagem dos alunos, um problema identificado durante as discussões durante os treinamentos. Além disso, identificar a importância de ações regulares de treinamento e divulgação da ferramenta também foi um ponto de destaque. O investimento necessário para conduzir este tipo de iniciativa é moderado, mas o retorno esperado em termos de engajamento e adoção da plataforma é bastante promissor.

Ficou clara a necessidade de uma investigação ainda mais profunda sobre fatores que podem incentivar, criar resistência ou lidar com preferências de adoção e permanência de uso de plataformas, principalmente ao lidar com aspectos educacionais. Novos focos de investigação abrangem: (1) a aceitação e utilização pelos docentes da análise de dados educacionais e de Inteligência Artificial (IA) na sua rotina de gestão de discentes e processo de ensino e aprendizagem e (2) promoção da adoção da plataforma como o principal ambiente de apoio à aprendizagem introdutória de programação. Ainda que não tenham aparecido como resultado dos nossos estudos atuais, expectativas sobre o potencial de IA Generativa é uma tendência global e nosso foco consiste no entendimento sobre ampliar as potencialidades do uso atual da IA dentro do contexto do nosso ambiente de aprendizagem de programação. Desta forma, novos estudos empíricos estão sendo planejados de forma sistemática, através da aplicação de novos questionários, como o descrito na seção 4.2, *surveys*, entrevistas ou outros instrumentos necessários. Tais estudos devem acompanhar as evoluções teóricas e tecnológicas propostas à plataforma como mecanismos de aprimoramento de modelos educacionais que atendam a demandas e novas expectativas de ensino e aprendizagem que suportem novas abordagens autorreguladas, mais interativas e engajadoras.

De forma complementar, no meio de um universo diverso de opções de ferramentas de programação, a divulgação e mais mecanismos de suporte são ações necessárias de ampliação da adoção, enfatizando a importância pedagógica, de aprendizado e de gerenciamento de uma plataforma educacional. Nesse contexto, estão sendo planejados: o desenvolvimento de guias de usuário, que considerem os dois perfis (aluno e professor); treinamentos mais frequentes; aprimoramento do treinamento atual com novas dinâmicas e exercícios presenciais; disponibilização de uma modalidade do treinamento atual em formato de vídeo tutorial, para consulta da informação de forma assíncrona e pontual; e a disponibilização de mais tutoriais em vídeo com foco em funcionalidades específicas ou novidades providas na plataforma ou assuntos relacionados à temática de pensamento computacional, por exemplo. O desenvolvimento desses instrumentos pretende melhorar a disseminação de informações sobre o uso da plataforma e o suporte ao usuário como formas eficazes de amplificar sua adoção. Essas estratégias compõem um ciclo de ação continuada que envolve a identificação constante de novas demandas dos usuários e a aplicação frequente de instrumentos de estímulo ao uso e adoção da plataforma. Vale ressaltar que as expectativas dos usuários evoluem conforme a tecnologia evolui, o que também deve ser levado em conta ao se planejar a manutenção e evolução da plataforma.

6. Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Instituto Reditus (edital de inovação 2023 e 2024), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – código de financiamento 001, CNPq (316510/2023-8) e UNIRIO (PPIInst 2023 e PPQ 2023).

Referências

- Araujo, L. G., Bittencourt, R., e Chavez, C. (2021). Python enhanced error feedback: Uma ide online de apoio ao processo de ensino-aprendizagem em programação. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 326–333, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Bez, J. L., Ferreira, C. E., e Tonin, N. (2013). URI Online Judge Academic: A Tool for Professors. In *Proceedings of the 2013 International Conference on Advanced ICT and Education*, pages 744–747.
- Brown, N. C. C., Altadmri, A., Sentance, S., e Kölling, M. (2018). Blackbox, five years on: An evaluation of a large-scale programming data collection project. In *Proceedings of the 2018 ACM Conference on International Computing Education Research*, ICER '18, page 196–204, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Brown, N. C. C., Kölling, M., McCall, D., e Utting, I. (2014). Blackbox: a large scale repository of novice programmers' activity. In *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE '14, page 223–228, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3):319–340.
- Delgado, C., da Silva, J., Mascarenhas, F., e Duboc, A. (2016). The teaching of functions as the first step to learn imperative programming. In *Anais do XXIV Workshop sobre Educação em Computação*, pages 2393–2402, Porto Alegre, RS, Brasil. Sociedade Brasileira de Computação - SBC.
- Edwards, S. H. e Perez-Quinones, M. A. (2008). Web-CAT: automatically grading programming assignments. In *Proceedings of the 13th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, page 328, Madrid, Spain.
- Edwards, S. H., Tilden, D. S., e Allevato, A. (2014). Pythy: improving the introductory python programming experience. In *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE '14, pages 641–646, Atlanta, GA, USA.
- Fook, C. Y., Narasuman, S., Abdul Aziz, N., e Tau Han, C. (2021). Smartphone usage among university students. *Asian Journal of University Education (AJUE)*, 7(1):282–291.
- Galvão, L., Fernandes, D., e Gadelha, B. (2016). Juiz online como ferramenta de apoio a uma metodologia de ensino híbrido em programação. *Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016)*, pages 140–149.
- Hovemeyer, D. e Spacco, J. (2013). Cloudcoder: A web-based programming exercise system. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 28(3):30.
- Ihantola, P., Vihavainen, A., Ahadi, A., Butler, M., Börstler, J., Edwards, S. H., Isohanni, E., Korhonen, A., Petersen, A., Rivers, K., Rubio, M. A., Sheard, J., Skupas, B., Spacco, J., Szabo, C., e Toll, D. (2015). Educational data mining and learning analytics in programming: Literature review and case studies. In *Proceedings of the 2015 ITiCSE on Working Group Reports*, ITiCSE-WGR '15, page 41–63, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023). 161,6 milhões de pessoas com 10 anos ou mais de idade utilizaram a Internet no país, em 2022.
- Karavirta, V., Helminen, J., e Ihantola, P. (2012). A mobile learning application for parsons problems with automatic feedback. In *Proceedings of the 12th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, Koli Calling '12, page 11–18, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Kumar, A. N. (2005). Generation of problems, answers, grade, and feedback—case study of a fully automated tutor. *J. Educ. Resour. Comput.*, 5(3):3–es.
- Kurtz, R., de Macedo-Soares, T. D., Ferreira, J. B., de Freitas, A. S., e da Silva, J. F. (2015). Fatores de impacto na atitude e na intenção de uso do m-learning: um teste empírico. *REAd. Rev. eletrôn. adm.*, 21(1).
- Laurillard, D., Oliver, M., Wasson, B., e Hoppe, U. (2009). *Implementing Technology-Enhanced Learning*, pages 289–306. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Luxton-Reilly, A., Simon, Albluwi, I., Becker, B. A., Giannakos, M., Kumar, A. N., Ott, L., Paterson, J., Scott, M. J., Sheard, J., e Szabo, C. (2018). Introductory programming: A systematic literature review. In *Proceedings Companion of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, ITiCSE 2018 Companion, page 55–106, Larnaca, Cyprus.
- Moraes, L. O., Delgado, C. A. D. M., Freire, J. P., e Pedreira, C. E. (2022). Machine teaching: uma ferramenta didática e de análise de dados para suporte a cursos introdutórios de programação. In *Anais do II Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 213–223, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Moraes, L. O. e Pedreira, C. E. (2020). Designing an intelligent tutoring system across multiple classes. In *4th Educational Data Mining in Computer Science Education Workshop*.
- Moraes, L. O., Pedreira, C. E., Delgado, C., e Freire, J. P. (2021). Supporting decisions using educational data analysis. In *Anais Estendidos do XXVII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web*, pages 99–102, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Panamalai Murali, K. (2016). *CodeWorkout: Design and implementation of an online drill-and-practice system for introductory programming*. Thesis, Virginia Tech.
- Pärtel, M., Luukkainen, M., Vihavainen, A., e Vikberg, T. (2013). Test my code. *Int. J. Technol. Enhanc. Learn.*, 5(3/4):271–283.
- Persico, D., Manca, S., e Pozzi, F. (2014). Adapting the technology acceptance model to evaluate the innovative potential of e-learning systems. *Computers in Human Behavior*, 30:614–622.
- Rodrigues, H. S., da Silveira Santiago, E., Wanderley, G. M. d. C. X., Moraes, L. O., de Mello, C. E., Alvares, R. V., e dos Santos, R. P. (2024). Artificial intelligence algorithms to predict college students' dropout: A systematic mapping study. *ICAART* (3), pages 344–351.
- Scarpin, J. E., Mondini, V. E. D., e Scarpin, M. R. S. (2018). Technology acceptance factors and student retention in online courses. *E-Journal of Business Education and Scholarship of Teaching*, 12(3):44–68.

- Sirotheau, S., Favero, E., Santos, J., e Balieiro, R. (2018). Labpy: Laboratório virtual de ensino em python. page 749.
- Smith, K. (2012). Lessons learnt from literature on the diffusion of innovative learning and teaching practices in higher education. *Innovations in Education and Teaching International - INNOV EDUC TEACH INT*, 49:173–182.
- Sorva, J. e Sirkiä, T. (2010). UUhistle: a software tool for visual program simulation. In *Proceedings of the 10th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, pages 49–54, Koli, Finland.
- Tonin, N., Zanin, F., e Bez, J. L. (2012). Enhancing traditional Algorithms classes using URI Online Judge. In *2012 International Conference on e-Learning and e-Technologies in Education (ICEEE)*, pages 110–113.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., e Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3):425–478.
- Wang, Y., Liu, C., e Tu, Y.-F. (2021). Factors affecting the adoption of ai-based applications in higher education: An analysis of teachers perspectives using structural equation modeling. *Educational Technology Society*, 24(3):116–129.
- Xará, G., A. D. M. Delgado, C., M. de Farias, C., Folloni Guarilha, H., O. Moraes, L., Freire, J. P., e Nogueira Teixeira, E. (2025). Technical and tactical factors of an educational platform aiming to deal with a large number of students and inequalities when teaching programming for stem students. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 33:80–105.
- Zingaro, D., Cherenkova, Y., Karpova, O., e Petersen, A. (2013). Facilitating code-writing in PI classes. In *Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 585–590, Denver, CO, USA.