



Requisitos em Ação: Uma Arquitetura Pedagógica para o Ensino de Engenharia de Requisitos de Software

Thalia S. Santana¹, Taciana N. Kudo¹, Renato F. Bulcão-Neto¹

¹Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)
Caixa Postal 131 – 74.690-900 – Goiânia – GO – Brasil

thaliasantana@discente.ufg.br, {taciana, rbulcao}@ufg.br

Abstract. *Education in Requirements Engineering (RE) has shown formative gaps understood in academia and the software industry. In this way, Pedagogical Architectures (PA) can contribute to improving the teaching of RE topics and stimulating necessary skills for requirements analysts. We present the PA “Requirements in Action” to support the teaching of software requirements specification and validation, encouraging the development of hard and soft skills demanded in the industry. Instanced in 4 RE disciplines since 2021/2, the PA includes a 6-stage interaction dynamics, supported by active methodologies, a digital tool, and didactic materials, aiming at its reproduction by other teachers.*

Resumo. *A educação em Engenharia de Requisitos (ER) tem apresentado falhas formativas compreendidas na academia e na indústria de software. Deste modo, Arquiteturas Pedagógicas (AP) podem contribuir na melhoria do ensino de tópicos de ER e estimular habilidades necessárias a analistas de requisitos. Este artigo apresenta a AP “Requisitos em Ação” para apoiar o ensino de especificação e validação de requisitos, com estímulo ao desenvolvimento de hard e soft skills demandadas na indústria. Instanciada em 4 disciplinas de ER desde 2021/2, a AP integra uma dinâmica de interação em 6 etapas, apoiada por metodologias ativas, uma ferramenta digital e materiais didáticos – planos de aula, slides e videotutoriais – visando a sua reprodução por outros docentes.*

1. Introdução

O afastamento da academia e da indústria de software vem produzindo uma lacuna entre o que se ensina e o que de fato é desejado profissionalmente [Tockey 2015]. Uma série de problemáticas relacionadas ao ensino de Engenharia de Requisitos (ER) – metodologias inadequadas e planos de ensino incompletos [Thiry et al. 2012], ausência de articulação ente teoria e prática [Ferreira et al. 2018] e a carência de uma estrutura pedagógica que norteie o ensino de ER [Daun et al. 2021] – corrobora para que requisitos sejam vistos como um tópico muitas vezes desconexo da realidade dos estudantes.

Um dos exemplos de práticas concebidas sob a ótica de um diferente formato de organização educativa é o de Arquitetura Pedagógica (AP) [Carvalho et al. 2005]. Ela se constitui pela confluência entre aparato técnico e visão pedagógica, em que se estrutura e diversifica o processo de ensino-aprendizagem, colocando estudantes como protagonistas que, por meio da orientação docente, podem agir e refletir sobre as experiências vivenciadas, construindo seu conhecimento com o apoio de tecnologias digitais

[Carvalho et al. 2007]. Logo, uma AP é uma abordagem que visa propostas pedagógicas em sintonia com as possibilidades oferecidas pela tecnologia.

Visando corroborar com o aperfeiçoamento do ensino de ER alinhado às demandas da indústria, o presente artigo relata a elaboração de uma AP voltada para o ensino de especificação e validação de requisitos de software, denominada “Requisitos em Ação”. Especificação em ER consiste na produção de um documento o qual descreve os requisitos de um produto de software na perspectiva de clientes, usuários finais, dentre outros interessados. Validação em ER, de forma complementar, visa avaliar a qualidade e a conformidade dos requisitos especificados em relação aos anseios dos interessados no produto. Além de *hard skills* relacionadas a especificação e validação de requisitos, importantes para a atuação profissional, a AP é pautada pelo desenvolvimento de *soft skills* em estudantes de Computação.

O texto está estruturado do seguinte modo: a Seção 2 descreve trabalhos relacionados; a Seção 3 detalha a concepção da AP proposta; a Seção 4 relata experiências com a instanciação da AP; e a Seção 5 apresenta considerações finais e trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

A construção e emprego de APs é temática frequente em conferências de Informática na Educação. Os anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação reportam estudos desde 2005 sobre o tema, sendo o trabalho de [Carvalho et al. 2005] um dos artigos seminiais, no qual descrevem quatro exemplos de APs: Arquitetura de Projetos de Aprendizagem; Arquitetura de Estudo de Caso ou Resolução de Problema; Arquitetura de Aprendizagem Incidente; e Arquitetura de Ação Simulada. Esses exemplos reforçam que uma AP, frequentemente, atende a um caráter mais generalista, podendo ser aplicada em quaisquer contextos de aprendizagem e/ou domínios de conhecimento.

Considerando a área da Computação, pesquisas como as de [Tavares et al. 2012, Marques and Tavares 2015] discorrem acerca da estruturação de APs destinadas ao aprendizado de programação de computadores. Ambas se assemelham por trabalhar com soluções algorítmicas, em que grupos de estudantes socializam seus resultados como arquivos de código-fonte. Já em Engenharia de Software (ES), [Azevedo et al. 2019] propuseram uma AP para a aprendizagem de modelagem de sistemas, por meio da linguagem UML, adotando a revisão por pares.

Deste modo, um dos pontos em comum entre os trabalhos mencionados trata-se do trabalho cooperativo, seja pela revisão por pares, seja durante o desenvolvimento de um produto/artefato – o que apoiado por uma ferramenta tecnológica, auxilia a potencializar o processo de ensino-aprendizagem. E, em específico para ER, não foi encontrada nenhuma AP na literatura, o que demonstra um campo de pesquisa em aberto em educação em ER.

3. Concepção da Arquitetura Pedagógica

A AP “Requisitos em Ação” visa apresentar um formato alternativo sobre como ensinar requisitos de software em disciplinas de cursos de graduação em Computação, detalhando o passo a passo para sua aplicação. Portanto, serve como um guia para se trabalhar a ER com projetos práticos por meio do emprego das técnicas de histórias de usuário (HU) e cenários de teste de aceitação (CTA) [IEEE 2023], frequentemente adotadas na indústria

ao se tratar de métodos ágeis. Esta AP também visa promover aos estudantes *soft skills*, habilidades importantes para a prática profissional de ER [Daneva et al. 2019].

Apesar do escopo da AP se concentrar diretamente em contribuições para análises de requisitos, a AP também oportuniza benefícios para as mais variadas profissões de Computação que envolvem o processo de desenvolvimento de um produto de software, haja vista que requisitos são uma temática transversal. Portanto, esta abordagem é adaptável e flexível o suficiente para atender ao ensino de tópicos de requisitos, os quais estão presentes também em outras disciplinas, como na própria ES, mesmo que não se trate especificamente de um componente curricular de ER.

3.1. Elementos Essenciais na Descrição de uma Arquitetura Pedagógica

A partir da conceituação de [Menezes et al. 2021], são apresentados os elementos essenciais para a descrição desta AP.

(i) Domínio de Conhecimento: refere-se às atividades de especificação e validação de requisitos de software.

(ii) Objetivo Educacional: visa propiciar aos estudantes a capacidade de aplicar técnicas de especificação e validação por meio de projetos de software, desenvolvendo *hard* e *soft skills* importantes para o processo de ER.

(iii) Conhecimento Prévio: a AP requer dos estudantes os conhecimentos fundamentais sobre o processo de desenvolvimento de software. Em especial, os estudantes devem saber que um produto de software segue, em geral, um processo de desenvolvimento iterativo e incremental, que inclui atividades de ER, *design*, construção e testes. Além disso, partindo do pressuposto de que o estudante sempre possui algum conhecimento direto ou indireto como contribuição sobre um determinado assunto, as próprias experiências pessoais e/ou acadêmicas representam oportunidades para debate.

Apesar da AP realizar o recorte em atividades de especificação e validação, sua aplicação foi planejada para ocorrer em uma disciplina de ER, que envolve todas as demais atividades do processo de ER (i.e., elicitação, análise e gestão de requisitos).

(iv) Dinâmica Interacionista-problematizadora: são realizadas dinâmicas de fixação de conhecimento, bem como o desenvolvimento de um projeto de software em grupo, considerando entregas que serão revisadas, inclusive entre os pares. Assim, para a realização do trabalho prático em grupo é necessária a definição de temáticas de projetos de software, seja pelo docente, seja pelos estudantes. A definição do tema ocorre no início do componente curricular, visando beneficiar também as demais atividades, em especial, a especificação e a validação. A proposta do trabalho prático se dá, principalmente, sob a perspectiva da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) que, como metodologia ativa, tem contribuído com a ES pois, ao envolver o contexto de um projeto, propicia uma aprendizagem mais significativa aos estudantes [Santiago et al. 2023].

No âmbito da ferramenta Trello¹, as equipes colaboram entre si em tempo real dentro de um quadro compartilhado, como ilustra a Figura 1. Elas criam cartões com descrições e definem etiquetas de prioridades aos requisitos. Para auxiliá-los com as respectivas HUs e CTAs, foram disponibilizados itens de *checklist* dentro da própria fer-

¹<https://trello.com/>

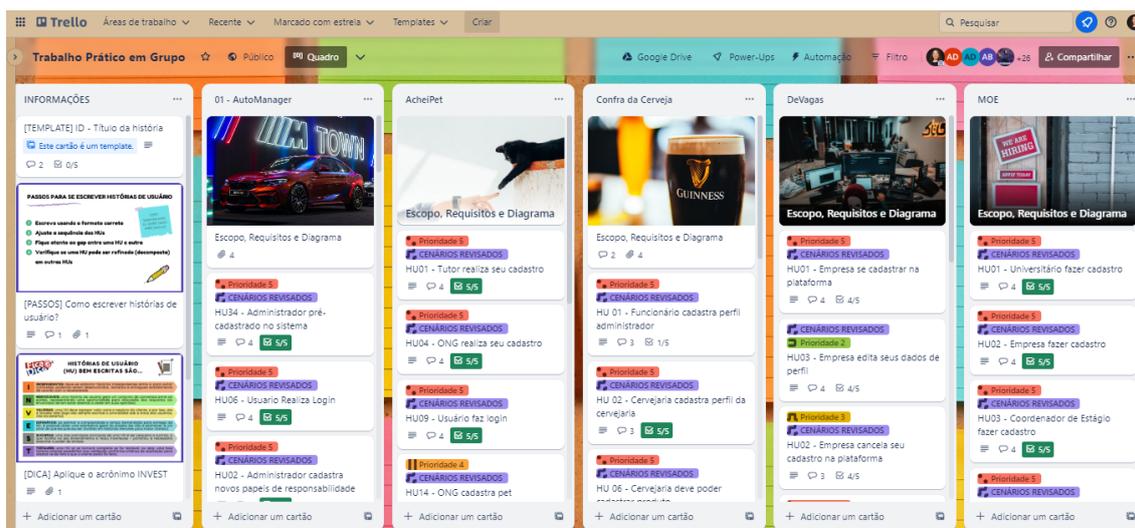


Figura 1. Visão geral de um quadro do Trello, organizado conforme a AP.

ramenta adotada para nortear a conclusão das tarefas a serem efetuadas nos cartões. Um grupo é então responsável por analisar o trabalho do outro, fazendo comentários e respondendo a perguntas norteadoras. Por conseguinte, sessões de apresentação são realizadas, além da resposta dos comentários de concordância sobre o que foi pontuado pelos colegas, visando a melhoria da qualidade do produto final.

Durante as etapas da AP, as dinâmicas problematizadas visam o fortalecimento de *hard* e, principalmente, de *soft skills*. Dentre estas, a comunicação escrita, desenvolvida na redação de requisitos, e a comunicação verbal, o trabalho em equipe e a análise e solução de problemas, as quais são desencadeadas de forma direta pelos grupos ao especificar e validar requisitos de software. E para que tais atividades do processo sejam realizadas com excelência, os estudantes também precisam vivenciar o entendimento de negócio, o foco e a criatividade. Para que possam cumprir as entregas nos prazos acordados, os estudantes adquirem habilidades relacionadas à liderança, planejamento e gestão de tempo, ao passo que no processo de avaliação dos artefatos (seus e dos colegas), exercitam o pensamento crítico, a revisão de trabalhos de outra pessoa e a empatia.

(v) Mediação Pedagógica Distribuída: os estudantes revisam os artefatos dos colegas, mediando o próprio conhecimento e o conhecimento coletivo. Devido à natureza de uma AP, é neste momento que os estudantes podem refletir sobre o material produzido, de forma que o docente acompanhe as atividades como mediador, fazendo com que pensem sobre o trabalho em desenvolvimento. O diálogo é um dos elementos essenciais na execução desta AP, pois se dá entre os pares (do mesmo grupo ou entre membros de grupos distintos) e o(a) docente que, se possível, estará acompanhado de um monitor(a). Este pode auxiliar no processo, ao verificar a evolução dos grupos ao longo da disciplina, apoiando tanto na solução de dúvidas quanto no uso da ferramenta digital empregada.

(vi) Avaliação Processual e Cooperativa das Aprendizagens: por meio da entrega de versões revisadas dos artefatos com *feedback* contínuo. A cada *feedback*, as equipes entregam uma versão atualizada dos artefatos, em especial, os cartões editados no Trello, dentro de uma perspectiva colaborativa entre as equipes.

(vii) **Suporte da Tecnologia Digital:** adotada a ferramenta colaborativa de gestão de projetos Trello, provendo o suporte para a realização das atividades propostas. Uma AP permite que determinada tecnologia digital, mesmo que não desenvolvida para fins educacionais, possa ser utilizada em prol de um aprendizado criativo e inovador, integrando teorias pedagógicas e ferramentas da Internet [Mocelin and Fiuza 2021]. Deste modo, é necessária a realização das aulas em laboratório de informática com conexão à internet. Tal configuração possibilita que os estudantes exercitem a prática em sala, com apoio do(a) docente, monitor(a) e dos colegas, ao passo que permite extrapolar o ambiente escolar, podendo dar andamento às atividades também fora da sala de aula e da universidade, no âmbito do ensino híbrido e/ou à distância.

Ademais, salienta-se que esta AP pode ser utilizada com outras ferramentas, como GitScrum², Jira³ e Asana⁴, que atendem a pré-requisitos, dentre outros, a organização de atividades e tarefas em cartões dispostos em um quadro público, o compartilhamento entre diversos usuários para edição dos cartões e a criação de cartões-modelo para orientar a escrita de HUs e CTAs.

3.2. Dinâmica da Arquitetura Pedagógica

Para compreensão da dinâmica da AP, a mesma pode ser sintetizada em seis (6) etapas, como apresentado a seguir na Figura 2.

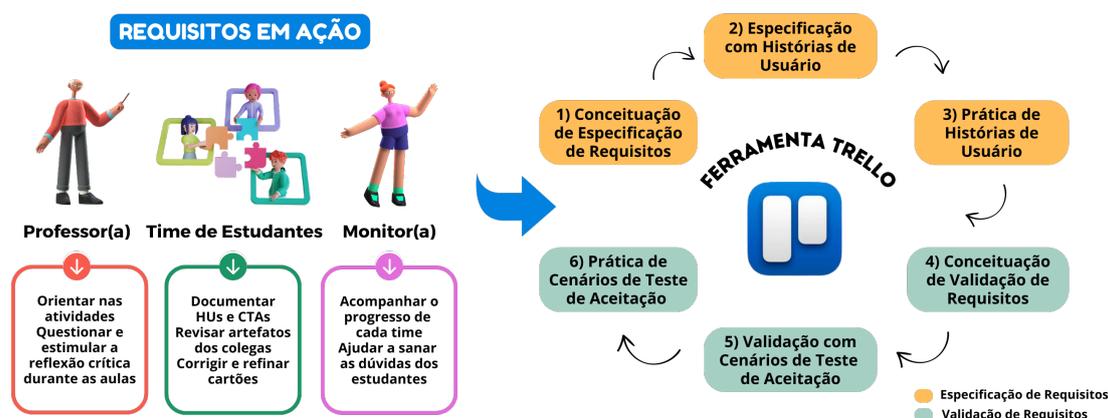


Figura 2. Papéis e etapas da AP "Requisitos em Ação".

Na **Etapa 1)**, *Conceituação de Especificação de Requisitos*, é feita uma explanação teórica dos principais conceitos que envolvem a especificação de requisitos, tais como normas, notações e técnicas empregadas. Esta etapa visa preparar o(a) estudante com os fundamentos que promovam um vínculo da teoria com a prática. Além disso, busca-se ressaltar a aplicação das diferentes formas de especificação com as exigências da prática profissional na indústria, enfatizando a técnica de HU, para aumentar o interesse dos estudantes pelo tema.

Na **Etapa 2)**, *Especificação de Requisitos com Histórias de Usuário*, para que o(a) estudante possa desenvolver seu conhecimento quanto à especificação de requisitos,

²<https://gitscrum.com/>

³<https://www.atlassian.com/software/jira>

⁴<https://asana.com/pt>

objetiva-se a prática de HU em grupo. Portanto, o(a) docente apresenta um domínio de aplicação específico como demonstrativo do uso da referida técnica, p.ex. um sistema de informação em bibliotecas. É proposta uma atividade em equipe com suporte do Trello, onde os estudantes realizam a escrita de cartões de HU em um quadro específico. Tal dinâmica é realizada para que os discentes possam se familiarizar com a técnica e com a ferramenta considerando um sistema de entendimento comum, reforçando os aspectos teóricos já estudados com uma ação prática.

Após receberem o escopo para se orientarem na ferramenta Trello, as equipes devem interagir entre si para redigir requisitos como HU. É essencial que nesta e nas futuras atividades, os grupos sentem-se próximos entre si para promover discussões sobre o trabalho proposto. Em sequência, haverá uma inversão de papéis, onde outro grupo fará a análise do trabalho dos colegas estabelecendo prioridades para as HUs elaboradas. Líderes de cada equipe devem, em seguida, comentar sobre como trabalharam na escrita de cada HU e expressar suas percepções ao lerem as HUs dos colegas. Ao final, o(a) docente apresenta um possível gabarito com HUs bem redigidas que poderiam ser derivadas deste sistema e do escopo disponibilizado.

Na **Etapa 3)**, *Prática de Histórias de Usuário*, com o conhecimento do uso do Trello e de como escrever HUs, as equipes trabalham na redação de requisitos de seu próprio projeto de software (fictício ou não). Isso envolve a escrita, revisão e refinamento dos requisitos e seus artefatos relacionados ao tema de projeto de sua escolha.

O processo de escrita de requisitos será norteado pela criação de cartões segundo um *template*, que engloba uma *checklist* com itens que auxiliam na escrita correta e completa das HUs. É necessário que todos os integrantes do grupo participem na edição dos cartões, para que possa ser avaliado o avanço individual e coletivo – tal premissa é mantida até o final das atividades. Não obstante, o estudante acaba se preparando para possíveis cenários em sua carreira profissional ao se aprofundar no tema selecionado.

Após a redação de todas as HUs conforme o domínio e o escopo definidos, o intuito é exercitar a avaliação e revisão da escrita de requisitos no formato de HUs. O trabalho elaborado anteriormente passa por revisões de outros colegas, verificando se há inconsistências e erros. Além disso, este processo também trabalha as descobertas do indivíduo, ao verificar outros domínios de aplicação e suas características distintas. Cada grupo é responsável por ler cada uma das HUs de outro grupo e, em cada cartão individual dos colegas, os integrantes da equipe devem deixar um comentário respondendo perguntas norteadoras, como ilustra a Figura 3. Ademais, é possível que um grupo, ao revisar o trabalho de outra equipe, possa refletir criticamente sobre seu próprio trabalho e, ao mesmo tempo, colocar-se no lugar do outro, exercitando empatia, trabalho em equipe, entendimento de negócio, pensamento crítico, dentre outras *soft skills*.

Para que a atividade anterior seja efetiva, os grupos leem os apontamentos dos colegas em seu material. Cada time deve analisar se concorda com o que foi comentado; caso contrário, devem anotar as dúvidas e discordâncias percebidas para que, em seguida, ocorra uma sessão de apresentação. Nela, busca-se trocar informações daquele grupo com seus revisores para uma melhor compreensão das sugestões e enriquecer o diálogo entre as partes. É importante que o(a) docente destaque a necessidade de estarem abertos a críticas, refletindo sobre os comentários dos revisores para melhorar as HUs.

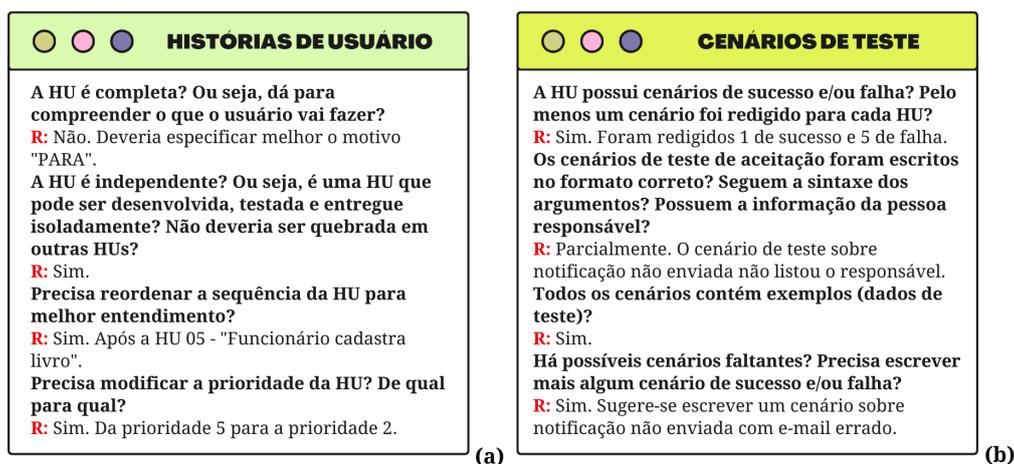


Figura 3. Exemplo de perguntas e respostas dos comentários de revisão dos cartões: (a) histórias de usuário; (b) cenários de teste de aceitação.

Cada grupo pode concordar ou não com as contribuições do grupo revisor, entretanto, todos devem retornar aos cartões, realizando as devidas correções e justificando os motivos para realizá-las (ou não) de modo fundamentado. As sugestões e apontamentos são lidas pela equipe e há uma retomada dos requisitos, realizando uma melhoria da qualidade do produto final apoiado pelos comentários textuais e orais.

A última parte desta etapa prática possibilita a oportunidade de melhoria do trabalho realizado até agora, de acordo com todos os *feedbacks* recebidos ao longo das etapas concluídas. Os estudantes desenvolvem sua comunicação oral, explanando para todos em sala o que fizeram, ao destacar o percurso da equipe, suas maiores dificuldades e aprendizados quanto à especificação, o que melhoraram desde as últimas versões. Assim, docente e monitor(a) questionam os grupos, enfatizando a melhoria contínua da especificação de requisitos e atualização das versões de documentos relacionados.

Na **Etapa 4)**, *Conceituação de Validação de Requisitos*, realiza-se uma explanação de conteúdos que desencadeiam o aprendizado de validação de requisitos. Para isso, visa-se apresentar tal atividade da ER e exemplificar técnicas de validação de requisitos existentes, em especial, a de CTA, demonstrando a sua relação de completude com as HUs correspondentes, retomando a ligação desta etapa com as atividades anteriores do processo de requisitos de software.

Na **Etapa 5)**, *Validação de Requisitos com Cenários de Teste de Aceitação*, por meio da exemplificação de cenários do sistema de bibliotecas (já apresentado anteriormente), realiza-se o vínculo das atividades de especificação e validação. O(a) docente então media o aprendizado, retomando no sistema de bibliotecas e explicando como seriam escritos CTAs para o conjunto de HUs destacado na **Etapa 2**. Em sequência, deve ser informado ao estudante e seu grupo da próxima ação: completar as HUs com os respectivos CTAs para que possam ser testáveis. Assim, a equipe reflete sobre possíveis situações em que uma ação no software pode ter sucesso ou falhar, analisando e discutindo casos de insucesso e outros aspectos com sua equipe.

Na **Etapa 6)**, *Prática de Cenários de Teste de Aceitação*, ao compreender o formato de escrita de CTAs, cada time deverá visitar suas HUs redigidas e corrigidas, em

vistas de estabelecer seus respectivos cenários. Em cada cartão, haverá uma edição da descrição e, no mesmo local que a HU havia sido escrita, inserem-se os seus cenários de teste com os respectivos dados de entrada e resultados esperados. Há uma breve apresentação dos cenários mais relevantes de cada equipe, inclusive para que identifiquem possíveis cenários faltantes para cada HU.

Em seguida, por meio de perguntas norteadoras (vide Figura 3), os estudantes avaliam o trabalho de outra equipe, similarmente à **Etapa 3**. É importante salientar que os grupos analisarão grupos diferentes daqueles que atuaram na atividade de especificação de requisitos, de modo a aumentar o leque de conhecimento de distintos domínios de aplicação. Novamente, comentários são tecidos no cartão, agora em relação aos CTAs, exercitando o pensamento crítico e reflexivo sobre o que o outro grupo quis representar.

Assim, mediante o *feedback* recebido por cada grupo por meio de comentários/sugestões dos colegas, um representante de cada time realizará uma explanação oral para trocar informações com o grupo do qual foi revisor, em prol de sanar dúvidas e deixar sugestões de melhorias aos colegas. Mais uma vez, há uma análise dos comentários e a oportunidade de réplica, considerando uma concordância ou não dos apontamentos. Por conseguinte, os grupos passam a trabalhar de acordo com um balanceamento das sugestões e de seu conhecimento adquirido até aqui (também deixando comentários do que efetuaram de mudanças ou não), em prol da melhoria dos testes e de como a validação apoia a especificação ao examinar uma documentação de requisitos.

3.3. Processo Evolutivo da Arquitetura Pedagógica

A AP foi concebida mediante um processo evolutivo de seus pressupostos e artefatos relacionados, iniciado em meio ao cenário de distanciamento social imposto pela pandemia de COVID-19, quando não era possível prever o retorno às aulas presenciais.

Portanto, para que o problema de pesquisa pudesse ser investigado, seria necessária uma abordagem metodológica que independesse do espaço físico da universidade. A partir da conceituação de [Cohn 2004], em que uma HU deve ser curta a ponto de caber em um cartão de papel, repensou-se esta premissa mantendo a ideia de cartões, outrora físicos, agora virtuais. Além disso, seria necessário que o ambiente que proporcionasse essa criação não fosse individualista, mas sim em grupos.

Nesse panorama, em 2021/2 foi experienciada uma estratégia de ensino na disciplina de ER que contava com a ideia de cartões para a redação de HUs, e consequentemente, os CTAs [Santana et al. 2022]. Em edições anteriores, a docente ministrante da disciplina já havia trabalhado com diferentes propostas, a exemplo de documentos compartilhados no *Google Drive*, mas em tempos pandêmicos, os grupos pouco ou quase nada sabiam sobre o trabalho de seus colegas.

A partir de conversas com a docente e do acompanhamento da disciplina, a ferramenta escolhida foi o Trello, a qual possui esta característica de pequenos cartões dispostos em um quadro compartilhado, permitindo assim que as alterações sejam percebidas em tempo real, facilitando o trabalho em grupo de maneira não presencial. Além disso, oportuniza que um grupo conheça melhor o trabalho produzido por seus pares. Ao adotar o Trello com seus recursos customizáveis, foram adotados os recursos de *checklists*, anexos, etiquetas de prioridades e comentários.

Ainda em 2021/2, após dar início à aplicação da metodologia na unidade de especificação de requisitos da disciplina, foi autorizado o retorno às aulas presenciais na universidade. Assim, ocorreu esta transposição do ensino remoto para o presencial tornando a experiência de ensino-aprendizagem híbrida, mas que pela maneira com que as atividades práticas estavam sendo conduzidas, não houve necessidade de mudança nas orientações de como conduzir as atividades. Os grupos passaram a estar fisicamente próximos, além de ter sido necessário solicitar a liberação de laboratório de informática, para que todos os estudantes possuíssem acesso à Internet e disponibilidade de máquinas.

Sendo esta primeira experiência de caráter exploratório, em que foram percebidos resultados satisfatórios, decidiu-se por manter e aperfeiçoar o formato idealizado da estratégia para os semestres seguintes a partir de 2022/1. Uma das principais melhorias surgiu da necessidade de planos aula a aula, capazes de detalhar a execução de cada prática, viabilizando sua reprodutibilidade. Também foi realizada a criação de todos os *slides* para que qualquer docente pudesse replicar a AP, sendo um para cada plano de aula. Outrossim, foi melhor idealizada uma divisão do quantitativo de aulas para cada unidade. De modo complementar, já no semestre 2022/2, foi produzida uma série de videotutoriais que também colaboram com a reprodutibilidade da AP em disciplinas de ER.

4. Instâncias da Arquitetura Pedagógica

Versões instanciadas desta AP foram aplicadas em disciplinas com tema central em Requisitos de Software, sendo as etapas descritas anteriormente contempladas em planos de aula. Para tanto, desenvolveram-se planos de aula individuais para as unidades de especificação e validação, com aulas de 1h e 40 minutos cada, de forma a auxiliar docentes na aplicação da AP. Os planos descrevem os objetivos da aula, conteúdo programático, recursos necessários, procedimentos metodológicos, *soft skills* a serem trabalhadas, bem como a sequência didática, com uma divisão de tempo para cada momento da aula. Não obstante, cada plano traz uma seção sobre avaliação e reflexão, e também indicativos de referências com livros e sites sugeridos.

Sua instanciação cobriu quatro edições de disciplinas de ER (ofertadas no 7º período), nos semestres 2021/2, 2022/1 e 2022/2, dentro dos cursos de Bacharelado em Ciência da Computação (BCC) e Bacharelado em Engenharia de Software (BES). As respectivas disciplinas foram ministradas no Instituto de Informática (INF) da Universidade Federal de Goiás (UFG). Ao todo, mais de 100 (cem) estudantes de nível superior experimentaram a AP “Requisitos em Ação”.

A Tabela 1 apresenta uma sugestão de como executar as aulas dentro da organização de tempo de uma disciplina de 64h (que também permeia demais atividades do processo de ER). Reitera-se que os planos não seguem uma rigidez obrigatória, haja vista que a AP possibilita flexibilidade em sua aplicação com cada docente e disciplina.

Todos os planos de aula apontados anteriormente encontram-se disponíveis publicamente em um site do projeto⁵, em conjunto com as apresentações de *slides* elaboradas. Os materiais estão licenciados sob uma licença *Creative Commons* CC BY-NC 4.0⁶, que permite o compartilhamento e adaptação desde que haja atribuição de crédito aos autores.

⁵<https://sites.google.com/view/requisitos-em-acao/>

⁶https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR

Tabela 1. Etapas da AP com a respectiva vinculação dos planos de aula.

Etapa	Descrição	Planos
Etapa 1	Conceituação de Especificação de Requisitos	Aula 1
Etapa 2	Especificação de Requisitos por meio de Histórias de Usuários	Aulas 2 a 4
Etapa 3	Prática de Histórias de Usuário	Aulas 5 a 8
Etapa 4	Conceituação de Validação de Requisitos	Aula 1
Etapa 5	Validação de Requisitos por meio de Cenários de Teste de Aceitação	Aulas 2 e 3
Etapa 6	Prática de Cenários de Teste de Aceitação	Aulas 4 e 5

Ademais, após a finalização das unidades de especificação e validação foram colhidas percepções dos estudantes que experimentaram a AP [Santana et al. 2023], sendo alguns destes relatos citados a seguir. Tais afirmações reforçam a capacidade desta AP como elemento potencializador do ensino-aprendizagem de ER, em sinergia com as demandas da indústria.

- *“Uma das matérias que mais gostei de fazer até então e que me mostrou mais uma luz de para onde devo seguir e direcionar a minha graduação. Não tenho do que reclamar.”* [Estudante de BCC, 2021/2]
- *“Foram excelentes aulas. Gostei bastante da dinâmica adotada pelos professores pois acreditava que as aulas seriam bastante teóricas e pouco práticas porém a combinação de ambos na medida certa foi essencial para o aproveitamento da matéria.”* [Estudante de BCC, 2022/1]
- *“Na minha opinião, o maior diferencial positivo dessa aula foram os feedbacks constantes que enriquecem muito o aprendizado.”* [Estudante de BES, 2022/1]
- *“A metodologia me fez ficar dentro da sala, minha pessoa se cansa facilmente de aulas apenas expositivas, mas as de engenharia me dá gosto de ir para as aulas. Creio que a maior parte disso se deve a metodologia de muita prática e pouca teoria. Fico agradecido se outros professores de outras matérias pudessem seguir métodos semelhantes ao dessa disciplina em específico, pois evitaria tanto ‘desgaste’ que sofremos nas aulas.”* [Estudante de BCC, 2022/2]

5. Considerações Finais

A AP “Requisitos em Ação” consiste em um planejamento de ações pedagógicas inerentes ao ensino de especificação e validação de requisitos de software com mediação de tecnologias digitais. A AP foi idealizada e concebida tal como estabelecido na literatura no que concerne aos seus elementos essenciais, e incluiu o uso do Trello para prover o suporte tecnológico necessário, auxiliando na melhoria da educação em ER.

Uma das grandes contribuições desta pesquisa trata-se da disponibilização pública de materiais didáticos que permitem a reprodutibilidade da AP, como *slides*, planos aula a aula, *templates* no Trello e videotutoriais, os quais detalham as dinâmicas de ensino-aprendizagem associadas a conhecimentos, habilidades e *soft skills* desejados.

Como trabalhos futuros, pensa-se em adequar a AP para atender a todo o processo de ER, contemplando atividades como elicitação, análise e gestão. Para tanto, é necessário investigar a possibilidade de incorporação de outras ferramentas que permitam integração com o Trello, a fim de comportar a interligação com as demais atividades de ER e seus artefatos relacionados, p.ex., diagramas de caso de uso UML.

6. Agradecimentos

O trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem aos estudantes e docentes de ER por aceitarem colaborar com a pesquisa.

Referências

- Azevedo, R., Castro, A., and Gadelha, B. (2019). Aprendizagem de modelagem de sistemas com UML: Concepção de uma arquitetura pedagógica. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, 8(1):881–890.
- Carvalho, M. J. S., Nevado, R. A., and Menezes, C. S. (2005). Arquiteturas pedagógicas para educação à distância: concepções e suporte telemático. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE)*, volume 1, pages 351–360.
- Carvalho, M. J. S., Nevado, R. A., and Menezes, C. S. (2007). Arquiteturas pedagógicas para educação a distância. In *Aprendizagem em rede na educação a distância: estudos e recursos para formação de professores*, chapter 2, pages 35–52. Ricardo Lenz, Porto Alegre.
- Cohn, M. (2004). *User Stories Applied: For Agile Software Development*. Addison-Wesley Professional.
- Daneva, M., Herrmann, A., Condori-Fernandez, N., and Wang, C. (2019). Understanding the most in-demand soft skills in requirements engineering practice: Insights from two focus groups. In *Proceedings of the Evaluation and Assessment on Software Engineering, EASE '19*, page 284–290, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Daun, M., Grubb, A. M., and Tenbergen, B. (2021). A survey of instructional approaches in the requirements engineering education literature. In *2021 IEEE 29th International Requirements Engineering Conference (RE)*, pages 257–268.
- Ferreira, T., Viana, D., Fernandes, J., and Santos, R. (2018). Identifying emerging topics and difficulties in software engineering education in Brazil. In *Proceedings of the XXXII Brazilian Symposium on Software Engineering, SBES '18*, page 230–239, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- IEEE (2023). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK): V4 Beta*. 4th edition.
- Marques, G. R. and Tavares, O. L. (2015). Arquitetura pedagógica para aprendizagem de programação. *Nuevas Ideas en Informática Educativa – TISE*.
- Menezes, C. S., Castro Júnior, A. N., and Aragón, R. (2021). Arquiteturas pedagógicas para aprendizagem em rede. Disponível em: <https://ieducacao.ceie-br.org/arquiteturas-pedagogicas/>. Acesso em: 26 de junho de 2023.
- Mocelin, R. R. and Fiuza, P. J. (2021). Tecnologias digitais e arquiteturas pedagógicas na educação. In *Tecnologia da Informação e Comunicação: Pesquisas em Inovações Tecnológicas*, chapter 24, pages 316–326. Editora Científica Digital.

- Santana, T., Kudo, T., and Bulcão-Neto, R. (2022). Um relato de experiência sobre o uso de histórias de usuário e critérios de aceitação no ensino de requisitos de software. In *Anais do XXVIII Workshop de Informática na Escola*, pages 200–210, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Santana, T., Kudo, T., and Bulcão-Neto, R. (2023). Undergraduates' perspective on a pedagogical architecture to requirements engineering education. *Proceedings of the 37th Brazilian Symposium on Software Engineering*.
- Santiago, C. P., Menezes, J. W. M., and Aquino, F. J. A. (2023). Proposta e avaliação de uma metodologia de aprendizagem baseada em projetos em disciplinas de engenharia de software através de uma sequência didática. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 31:31–59.
- Tavares, O. L., Menezes, C. S., and Nevado, R. A. (2012). Pedagogical architectures to support the process of teaching and learning of computer programming. In *2012 Frontiers in Education Conference Proceedings*, pages 1–6.
- Thiry, M., Zoucas, A., and Gonçalves, R. (2012). Promovendo a aprendizagem de engenharia de requisitos de software através de um jogo educativo. *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE)*, 1(1).
- Tockey, S. (2015). Insanity, hiring, and the software industry. *Computer*, 48(11):96–101.