

EXEMPLIFY-SEE: Planejamento de Aulas com Aprendizagem Baseada em Exemplos no Ensino de Engenharia de Software

Tiago P. Bonetti*

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Brasil
tiago.bonetti@ifpr.edu.br

Williamson Silva

Universidade Federal do Cariri
Juazeiro do Norte, Brasil
williamson.silva@ufca.edu.br

Marcelo Y. Itami

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Brasil
ra111484@uem.br

Thelma E. Colanzi

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Brasil
thelma@din.uem.br

Resumo

A Aprendizagem Baseada em Exemplos (ABE) pode apoiar o ensino de Engenharia de Software (ES) ao favorecer a compreensão conceitual, a análise de artefatos e a conexão entre teoria e prática. No entanto, sua adoção ainda enfrenta barreiras recorrentes: o esforço e tempo necessários para projetar e adaptar exemplos, a dificuldade de produzir materiais com complexidade adequada, e a falta de suporte estruturado para orientar seu uso em sala de aula. Para ajudar a superar essa última barreira, este artigo apresenta o EXEMPLIFY-SEE, um portal web que apoia docentes no planejamento de aulas baseadas em ABE na ES. O portal orienta a construção de planos de aula por meio de um fluxo interativo de perguntas e respostas, no qual decisões instrucionais são mapeadas para passos pedagógicos sugeridos. Ele também oferece repositórios colaborativos de exemplos e planos de aula, mecanismos de avaliação comunitária, recursos de reuso e um painel administrativo para manutenção dos fluxos pedagógicos. Para obter percepções iniciais sobre o portal, conduzimos uma avaliação quanti-qualitativa com dois docentes. Os resultados quantitativos indicaram percepções favoráveis quanto à utilidade percebida, à facilidade de uso e à intenção de uso. Os dados qualitativos revelaram que o fluxo guiado, as orientações pedagógicas detalhadas e os repositórios apoiaram a organização do planejamento de aulas e incentivaram o reuso de materiais. Esses achados sugerem que o EXEMPLIFY-SEE pode reduzir o esforço envolvido no planejamento de aulas com ABE e favorecer o reuso de materiais educacionais em contextos de ES. **Vídeo:** <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.32348490>.

Palavras-chave

Aprendizagem Baseada em Exemplos, Estratégias de Aprendizagem Ativa, Ensino de Engenharia de Software, Ferramentas Educacionais

1 Introdução

A Engenharia de Software (ES) envolve a aplicação sistemática de teorias, métodos e ferramentas ao longo do ciclo de vida do software [21]. Por estar fortemente vinculada às práticas da indústria, a Educação em ES precisa preparar estudantes para transferir conceitos teóricos a contextos reais de desenvolvimento, nos quais devem compreender problemas, construir artefatos, tomar decisões técnicas e justificar soluções adotadas [19, 20]. Esse desafio

tem motivado a adoção de metodologias ativas, que deslocam o foco da transmissão passiva de conteúdo para a participação mais efetiva dos estudantes e podem favorecer o engajamento, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a tomada de decisão [1, 9–11, 14, 17, 18]. Entre essas metodologias, a Aprendizagem Baseada em Exemplos (ABE) tem recebido atenção por apoiar a aprendizagem por meio da observação, análise e discussão de exemplos que demonstram como uma tarefa pode ser realizada [30].

A ABE parte do princípio de que exemplos bem estruturados explicitam o produto final de uma tarefa e o raciocínio que conduz à sua solução. Isso favorece a construção de esquemas mentais, a transferência de conhecimento e a redução da sobrecarga cognitiva inicial, especialmente quando os estudantes ainda não possuem repertório suficiente para resolver problemas complexos de forma autônoma [22, 29, 33]. Alguns trabalhos mostram que Exemplos Trabalhados podem apoiar a compreensão gradual de uma solução, enquanto Exemplos Trabalhados Errôneos podem estimular análise crítica, identificação de falhas e reflexão sobre decisões inadequadas [5, 12, 33]. No contexto da Computação e da ES, estudos indicam benefícios da ABE para a compreensão conceitual, interpretação e aplicação de conceitos, motivação discente e desenvolvimento de habilidades associadas à prática profissional [24, 27, 31].

Apesar desses benefícios, a adoção da ABE na Educação em ES ainda apresenta desafios. Estudos sobre ABE mostram que seus efeitos dependem de decisões instrucionais relacionadas ao desenho e à apresentação dos exemplos, incluindo a adequação da complexidade da tarefa, o nível de conhecimento prévio dos estudantes e o tipo de exemplo utilizado [12, 22, 29, 33]. No ensino de ES, essa exigência é particularmente importante porque exemplos de modelagem, requisitos, projeto ou código podem demandar contextualização suficiente para que os estudantes compreendam não apenas o artefato produzido, mas também o raciocínio e as decisões que sustentam sua construção [24, 27, 31]. Além disso, estudos apontam barreiras como o esforço necessário para projetar e adaptar exemplos, a dificuldade de produzir materiais com complexidade adequada, o tempo necessário para criar exemplos errôneos e a falta de suporte estruturado para orientar sua aplicação em sala [7, 15, 24, 26, 34]. Assim, o uso pedagógico de exemplos requer apoio para que docentes possam selecionar, organizar, adaptar e integrar exemplos a objetivos de aprendizagem, atividades e estratégias de acompanhamento.

*Tiago P. Bonetti também é afiliado ao Instituto Federal do Paraná

Para apoiar docentes nesse processo, apresentamos o Portal EXEMPLIFY-SEE, uma ferramenta web voltada à criação, reutilização, compartilhamento e avaliação de planos de aula baseados em exemplos na Educação em Engenharia de Software. O portal operacionaliza princípios da ABE por meio de fluxos guiados, repositórios colaborativos de exemplos e planos de aula, mecanismos de avaliação comunitária, recursos de exportação e funcionalidades administrativas para gestão das estruturas pedagógicas. Assim, a ferramenta busca reduzir o esforço de preparação docente, favorecer a organização de atividades baseadas em exemplos e ampliar o reuso de materiais educacionais em diferentes contextos de ensino. Do ponto de vista funcional, o Portal EXEMPLIFY-SEE apoia três atividades principais. Primeiro, orienta a criação de planos de aula por meio de um fluxo de perguntas e respostas, no qual decisões instrucionais são mapeadas para passos pedagógicos sugeridos. Segundo, apoia a reutilização de materiais ao permitir que docentes acessem planos e exemplos previamente cadastrados, adaptem esses materiais a novos contextos e utilizem planos existentes como modelos. Terceiro, favorece colaboração e curadoria comunitária por meio de repositórios, avaliações e comentários, ampliando o potencial de compartilhamento e evolução dos materiais disponíveis.

Para obter evidências iniciais sobre o portal, conduzimos uma avaliação preliminar com docentes de Engenharia de Software. Os participantes utilizaram o portal para elaborar um plano de aula baseado em exemplos, responderam a um questionário baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) e participaram de entrevistas semiestruturadas. Os resultados iniciais indicaram percepções favoráveis quanto à utilidade, facilidade de uso e intenção de adoção do portal, além de evidenciar aspectos positivos como clareza do fluxo passo a passo, detalhamento textual, apoio à organização do plano de aula e utilidade dos repositórios. Também foram identificadas oportunidades de melhoria relacionadas à flexibilidade do fluxo, aos mecanismos de exportação, à inclusão de materiais de apoio e à classificação de exemplos.

As principais contribuições deste artigo são: (i) a apresentação do Portal EXEMPLIFY-SEE, uma ferramenta web para criação, reutilização, compartilhamento e avaliação de planos de aula baseados em exemplos na Educação em ES; (ii) a descrição das principais funcionalidades e da arquitetura da ferramenta, enfatizando planejamento guiado, repositórios colaborativos, mecanismos de reuso, avaliação comunitária e gestão administrativa; (iii) a apresentação de um cenário de uso que demonstra como docentes podem empregar o portal para planejar aulas com exemplos corretos e errôneos; e (iv) a discussão de evidências empíricas preliminares sobre as percepções de docentes quanto à utilidade, facilidade de uso, potencial de adoção e oportunidades de melhoria do portal.

2 Aprendizagem Baseada em Exemplos na Educação em Engenharia de Software

A ABE é uma estratégia pedagógica na qual os estudantes aprendem pela observação, análise e discussão de exemplos que demonstram como uma tarefa pode ser realizada ou como determinada habilidade pode ser assimilada [30]. No contexto deste trabalho, enfatizamos dois tipos de exemplos associados à perspectiva cognitiva da ABE: Exemplos Trabalhados e Exemplos Trabalhados Errôneos. Os Exemplos Trabalhados apresentam soluções corretas e estruturadas para uma tarefa, oferecendo ao estudante uma representação do

processo de resolução antes que ele resolva problemas de forma autônoma. Já os Exemplos Trabalhados Errôneos incluem erros intencionais para que os estudantes possam identificá-los, analisá-los e corrigi-los [5, 12, 33]. Essas estratégias estão associadas à Teoria da Carga Cognitiva, segundo a qual o desenho instrucional deve considerar os limites da memória de trabalho e apoiar a construção de esquemas mentais [29]. Assim, exemplos bem estruturados podem apoiar a aprendizagem de procedimentos, a transferência de conhecimento e a compreensão de critérios associados à qualidade de uma solução [5, 12, 22, 33]. Essa delimitação é coerente com o escopo do portal, que apoia docentes no planejamento de aulas com exemplos corretos, errôneos ou com ambos.

Na Educação em Engenharia de Software, o uso de exemplos tem sido investigado como uma forma de apoiar a aprendizagem de conteúdos que exigem interpretação, construção e avaliação de artefatos de software. Silva et al. [27], por exemplo, analisaram a aprendizagem a partir de problemas e exemplos errôneos no ensino de modelagem de software, indicando que exemplos com erros podem ser utilizados para estimular estudantes a identificar e discutir problemas em modelos. Silva et al. [24] também investigaram estratégias ativas no ensino de modelagem de software, incluindo exemplos, e reportaram percepções de estudantes e instrutores sobre seu uso nesse contexto. No ensino com exemplos reais, Tonhão et al. [31] discutiram Exemplos Trabalhados extraídos de projetos de software livre, destacando seu potencial para aproximar os estudantes de artefatos e situações mais próximas da prática profissional. De modo complementar, Daun et al. [7] relataram uma experiência em Engenharia de Requisitos com projetos e exemplos da indústria, reforçando a importância de conectar atividades educacionais a situações realistas. Esses estudos ajudam a situar a ABE como uma estratégia pertinente para a Educação em ES, pois exemplos podem oferecer ao estudante referências concretas para compreender conceitos, analisar decisões e discutir a qualidade de artefatos.

Apesar dos benefícios associados à ABE, sua adoção em disciplinas de ES pode impor desafios ao trabalho docente. A literatura sobre ABE indica que a efetividade dessa estratégia depende de decisões instrucionais relacionadas ao desenho e à apresentação dos exemplos, incluindo a complexidade da tarefa, o conhecimento prévio dos estudantes, o tipo de exemplo utilizado e o suporte oferecido durante a atividade [12, 22, 29]. No contexto de ES, essas decisões podem se tornar mais complexas porque os exemplos frequentemente envolvem artefatos como modelos, requisitos, código ou projetos, que precisam ser selecionados, contextualizados e adaptados aos objetivos da aula. O mapeamento sistemático conduzido por Bonetti et al. [4] consolidou desafios recorrentes para a adoção da ABE, incluindo o esforço adicional exigido dos docentes [7], o tempo necessário para criar exemplos errôneos [26], a dificuldade de produzir materiais com complexidade apropriada [34], a contextualização insuficiente dos exemplos [23] e a ausência de suporte estruturado para os educadores [15]. Assim, a dificuldade não está apenas em disponibilizar exemplos, mas em apoiar docentes na seleção, adaptação, contextualização e organização desses exemplos em atividades pedagogicamente coerentes.

Considerando essas dificuldades, o Portal EXEMPLIFY-SEE (Seção 3) foi concebido para apoiar a adoção estruturada da ABE em disciplinas de ES, apoiando o planejamento e a execução de aulas

por meio de fluxos orientados, repositórios e mecanismos de reutilização. O portal organiza a construção de planos de aula em um tutorial interativo baseado em perguntas e respostas, no qual as decisões instrucionais do docente são associadas a passos pedagógicos sugeridos. Além do fluxo principal de montagem do plano, incorpora funcionalidades voltadas ao uso cotidiano e ao reuso comunitário, incluindo criação, salvamento, edição, exclusão e exportação de planos de aula, repositório de planos com filtros e busca, reutilização de planos como modelo, repositório colaborativo de exemplos e avaliação pela comunidade. Dessa forma, o portal busca apoiar no acesso, adaptação e reutilização de exemplos e planos de aula em diferentes contextos de ensino.

3 Portal EXEMPLIFY-SEE

O portal EXEMPLIFY-SEE¹ é uma ferramenta web concebida para apoiar docentes na operacionalização da ABE em disciplinas de ES. Conforme sintetizado na Figura 1, o portal organiza-se em torno de um fluxo principal de planejamento, que instancia a abordagem EXEMPLIFY-SEE [2], previamente derivada de um mapeamento sistemático sobre ABE em ES [4]. Nesse fluxo, o docente utiliza um construtor interativo de planos de aula para tomar decisões instrucionais relacionadas à aula teórica, às atividades com exemplos e às estratégias de feedback. A partir dessas decisões, a ferramenta apoia a geração de um plano de aula que pode ser salvo, exportado e reutilizado em novos contextos de ensino. Além do fluxo principal, o portal dispõe de módulos complementares, descritos a seguir, que ampliam o suporte ao planejamento docente. O repositório colaborativo de exemplos permite a seleção e submissão de exemplos corretos e errôneos; o repositório colaborativo de planos apoia a busca, o compartilhamento e a reutilização de planejamentos; o módulo de avaliação comunitária permite que usuários atribuam notas e comentários aos materiais; e o painel administrativo apoia a curadoria dos conteúdos e a manutenção dos fluxos pedagógicos. O portal articula planejamento guiado, reuso de artefatos educacionais, avaliação comunitária e gestão da estrutura pedagógica em um único ambiente de apoio à adoção da ABE em ES.

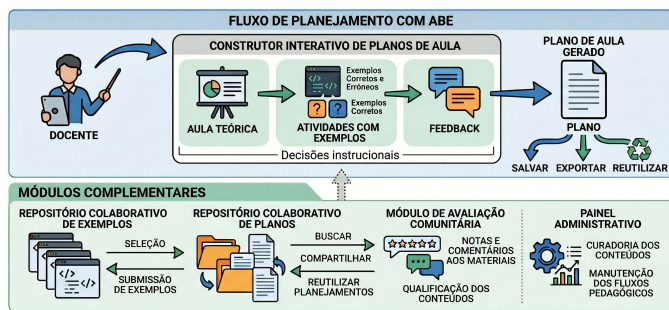


Figura 1: Visão geral do portal EXEMPLIFY-SEE

3.1 Funcionalidades

Construção de Planos de Aula. O construtor de planos de aula é o módulo central do portal EXEMPLIFY-SEE. Ele organiza o planejamento por meio de um tutorial interativo baseado em perguntas e respostas, como pode ser observado na Figura 2, que mostra a tela

Figura 2: Tela do construtor interativo de planos de aula.

do construtor interativo de planos de aula com o eixo de atividades, as perguntas respondidas pelo docente e os passos pedagógicos sugeridos. No fluxo do construtor, o docente toma decisões relacionadas à aula, como o tipo de atividade, o perfil dos estudantes, o tipo de exemplo a ser utilizado e a estratégia de *feedback*. A partir dessas escolhas, o sistema apresenta passos pedagógicos sugeridos, que orientam a estruturação da aula com ABE. A construção do plano é organizada em eixos correspondentes às etapas da abordagem, como aula teórica, atividades e *feedback*. Em cada eixo, o docente responde a perguntas que direcionam o fluxo do tutorial. As respostas selecionadas determinam as próximas perguntas e os passos sugeridos, permitindo que o planejamento seja adaptado às decisões tomadas pelo usuário. Como ilustrado na Figura 2, no eixo de atividades, por exemplo, o docente pode definir o tipo de exemplo a ser usado, o nível da turma, a forma de início da atividade, a existência de material de apoio e a estratégia inicial de correção. Com base nessas escolhas, o portal apresenta uma sequência de passos sugeridos, como apresentação de um domínio, produção inicial dos artefatos e seleção de antipadrões ou erros comuns.

Após percorrer o fluxo de planejamento, o docente pode salvar o plano de aula com informações descritivas, como título, descrição, disciplina, tópico, complexidade, tipo de exemplo, carga horária, modalidade e visibilidade. Esses metadados apoiam a organização pessoal e a recuperação posterior do plano no repositório. O plano salvo pode ser mantido como privado ou compartilhado com a comunidade, ampliando as possibilidades de reutilização. Além do salvamento, o portal permite editar, excluir e exportar planos de aula. A exportação possibilita que o docente obtenha uma versão do plano para uso externo ao portal, favorecendo a incorporação do material em documentos institucionais, ambientes virtuais de aprendizagem ou planejamento pessoal. Essa funcionalidade contribui para que o portal não seja apenas um ambiente de consulta, mas também uma ferramenta de produção de artefatos pedagógicos.

Repositório de Planos de Aula. O repositório de planos de aula foi projetado para apoiar a organização, busca, compartilhamento e reutilização de planos produzidos no portal. Conforme ilustrado na Figura 3, a ferramenta distingue os planos do próprio usuário

¹O Portal pode ser acessado em: <https://app.exemplify-see.com/>



Figura 3: Repositório de planos de aula do portal.

dos planos compartilhados pela comunidade, permitindo que o docente gerencie seus materiais e explore planejamentos elaborados por outros usuários. Cada plano é apresentado com informações sintéticas, como título, descrição, autor, data de criação e avaliação média. O portal também oferece mecanismos de busca e filtragem, permitindo localizar planos por critérios como título, disciplina, tópico, complexidade, tipo de exemplo e data. Esses recursos são importantes para tornar o repositório útil em cenários de uso contínuo, nos quais o número de planos disponíveis tende a crescer. Ao acessar os detalhes de um plano, o docente pode visualizar suas informações gerais, metadados, avaliações e estrutura pedagógica. Uma funcionalidade relevante é a possibilidade de utilizar um plano existente como modelo. Nesse caso, o conteúdo do plano é carregado no construtor, permitindo que o docente adapte as decisões e passos previamente definidos a outro contexto de ensino. Assim, a reutilização não ocorre apenas pela cópia do plano, mas pela possibilidade de reconfigurá-lo conforme necessidades específicas.

Repositório de Exemplos. O repositório de exemplos apoia docentes na busca e no compartilhamento de materiais para aulas com ABE. Os exemplos podem ser classificados de acordo com seu tipo, como corretos, errôneos ou ambos, e associados a disciplinas, tópicos e modelos específicos. A ferramenta também permite anexar arquivos ou recursos digitais relacionados ao exemplo, ampliando sua utilidade para o planejamento de aulas. A Figura 4 ilustra a tela principal do repositório, na qual o docente pode buscar exemplos por título, filtrar os materiais por tema, tipo de exemplo e modelo UML, além de ordenar os resultados por data de criação.

Esse repositório tem caráter colaborativo. Usuários podem submeter novos exemplos, que passam por curadoria administrativa antes de serem disponibilizados publicamente. Essa decisão busca equilibrar abertura à contribuição da comunidade com controle de qualidade dos materiais compartilhados. Além disso, os usuários podem avaliar exemplos por meio de notas e comentários, fornecendo indícios sobre sua utilidade, clareza e adequação pedagógica. A existência de um repositório integrado ao construtor de



Figura 4: Repositório colaborativo de exemplos do portal.

planos é importante porque aproxima o planejamento da seleção de materiais. Ao criar uma aula, o docente pode consultar exemplos disponíveis, avaliar sua adequação ao objetivo da aula e utilizá-los como base para atividades com estudantes. Dessa forma, o portal busca reduzir a separação entre planejamento pedagógico e busca por exemplos, uma das dificuldades recorrentes na adoção da ABE.

Avaliação Comunitária e Reuso. O portal EXEMPLIFY-SEE incorpora mecanismos de avaliação comunitária para planos de aula e exemplos. Usuários podem atribuir notas e comentários aos materiais compartilhados, permitindo que outros docentes tenham informações adicionais ao selecionar um plano ou exemplo para reutilização. Esses mecanismos também podem apoiar a evolução do repositório, uma vez que materiais melhor avaliados tendem a servir como referência para novos usuários. O reuso é tratado como uma funcionalidade central da ferramenta. No caso dos planos de aula, a opção de utilizar um plano como modelo permite que o docente aproveite uma estrutura existente sem perder a possibilidade de adaptação. No caso dos exemplos, a classificação, os metadados, os anexos e as avaliações auxiliam a seleção de materiais mais adequados aos objetivos da aula. Assim, a ferramenta busca apoiar um ciclo de produção, compartilhamento, avaliação e adaptação de recursos educacionais baseados em exemplos. Essa combinação de reuso e avaliação comunitária diferencia o portal de repositórios estáticos. O objetivo não é apenas acumular materiais, mas permitir que eles sejam reinterpretados, adaptados e qualificados pela própria comunidade docente. Com isso, o portal pode favorecer a sustentabilidade do acervo de planos e exemplos, desde que haja continuidade no uso e na curadoria dos materiais.

Gestão Administrativa da Abordagem. O portal EXEMPLIFY-SEE também possui um painel administrativo para apoiar a manutenção dos conteúdos e da estrutura pedagógica do construtor de planos de aula. Por meio desse módulo, administradores podem gerenciar usuários, disciplinas, tópicos, modelos, exemplos submetidos pela comunidade e os elementos que compõem os fluxos guiados, como eixos, perguntas, respostas e passos pedagógicos sugeridos. Esse recurso permite atualizar a lógica do tutorial sem depender exclusivamente de alterações no código-fonte. Além disso, o painel apoia a curadoria dos exemplos submetidos pelos usuários, permitindo que os materiais sejam analisados antes de sua disponibilização no repositório público. Dessa forma, a gestão administrativa contribui para a evolução do portal, a consistência dos fluxos pedagógicos e a qualidade dos materiais compartilhados.

3.2 Estrutura Técnica e Licença

O portal EXEMPLIFY-SEE foi desenvolvido como uma aplicação web modular, organizada em quatro partes principais: interface de usuário, API de aplicação, banco de dados e armazenamento de arquivos. A **interface** de usuário implementa os fluxos de interação do docente, incluindo o construtor de planos de aula, os repositórios de planos e exemplos, a avaliação comunitária e o painel administrativo. Essa camada foi desenvolvida com *TypeScript*, *React* e *Next.js*. A **API** de aplicação concentra as regras de negócio do portal, como autenticação, gerenciamento de usuários, criação e recuperação de planos de aula, submissão e curadoria de exemplos, gerenciamento de avaliações e manutenção dos elementos que compõem os fluxos pedagógicos. Essa camada foi implementada com *TypeScript*, *Node.js* e *NestJS*. A **persistência** dos dados é realizada no banco *PostgreSQL*, sendo gerenciada pelo *Prisma ORM*. O **armazenamento de arquivos** associados aos exemplos é realizado no *Cloudflare R2*. A autenticação utiliza *login* com conta *Google* e *tokens JWT*, com controle de acesso baseado em papéis de usuário. A **implantação** do portal foi distribuída em serviços independentes: *frontend* na *Vercel*, banco de dados no *Supabase*, *backend* em infraestrutura *AWS* e armazenamento de arquivos no *Cloudflare R2*.

O portal EXEMPLIFY-SEE é um *software* de código aberto sob licença *AGPLv3*. O código-fonte, documentação, instruções para construção, instalação e uso podem ser obtidos no *GitHub*².

4 Avaliação Inicial do Portal

Para obter evidências iniciais sobre o uso do portal EXEMPLIFY-SEE, conduzimos uma avaliação preliminar com dois docentes de ES. A avaliação teve como objetivo observar o uso da ferramenta em uma tarefa de planejamento de aula baseada em ABE e coletar percepções iniciais sobre sua utilidade, facilidade de uso, intenção de adoção e oportunidades de melhoria. Considerando o escopo exploratório desta avaliação, os resultados não têm a finalidade de generalização estatística, mas de fornecer indícios iniciais sobre a adequação da ferramenta ao trabalho docente e orientar sua evolução.

Procedimento de Uso. A avaliação foi conduzida de forma remota. Inicialmente, os participantes aceitaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e preencheram um formulário de caracterização. Em seguida, assistiram a um vídeo de orientação sobre o funcionamento do portal. Após essa etapa, cada docente utilizou o portal EXEMPLIFY-SEE para elaborar um plano de aula, que foi posteriormente aplicado em sala de aula pelo respectivo docente.

Durante a atividade, os participantes utilizaram o construtor interativo de planos de aula, respondendo às perguntas organizadas nos eixos da abordagem. A partir das respostas selecionadas, o portal apresentou passos pedagógicos sugeridos, que serviram como base para a estruturação do plano. Além disso, os docentes puderam consultar o repositório de exemplos para identificar materiais que poderiam apoiar as atividades planejadas, considerando elementos como tema, tipo de exemplo e modelo abordado. Na avaliação, o repositório continha 55 exemplos previamente cadastrados pela equipe de pesquisa. Essa consulta permitiu relacionar as decisões

tomadas no construtor com recursos disponíveis no portal, aproximando o planejamento pedagógico da seleção de materiais para uso em aula.

Ao final do processo, os docentes puderam salvar o plano de aula e avaliar a experiência de uso da ferramenta. Esse procedimento permitiu observar o portal em uma situação próxima ao uso pretendido: apoiar docentes na transformação de decisões instrucionais em um plano de aula organizado com base em ABE, articulando o fluxo de planejamento com a seleção e reutilização de exemplos.

Instrumentos de Coleta e Análise. Após a construção do plano de aula, os participantes responderam a um questionário baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) [8]. O instrumento contemplou três dimensões: Utilidade Percebida (UP), Facilidade de Uso Percebida (FUP) e Intenção de Uso (IU). As questões do questionário TAM, bem como a síntese completa dos resultados obtidos em cada item, estão disponíveis em [3]. Além do questionário, foram realizadas entrevistas semiestruturadas para coletar percepções qualitativas sobre o portal. As entrevistas abordaram aspectos positivos, desafios, dificuldades de uso e sugestões de melhoria. As respostas foram analisadas por meio de procedimentos de codificação qualitativa [28], com o objetivo de identificar categorias relacionadas às percepções dos participantes sobre a ferramenta. As perguntas utilizadas nas entrevistas, o processo de geração dos códigos, exemplos de trechos codificados e os códigos gerados a partir das entrevistas estão disponíveis em [3].

Percepções Iniciais sobre o Uso do Portal. Os resultados do questionário TAM fornecem indícios iniciais sobre como os dois docentes perceberam o uso do portal EXEMPLIFY-SEE. Nesta seção apresentamos uma síntese por dimensão, mas os itens completos e seus respectivos resultados estão disponíveis em [3]. Na dimensão de **Utilidade Percebida**, que avaliou em que medida a ferramenta apoia o planejamento de aulas com ABE, os docentes concordaram total ou parcialmente com a maior parte dos itens. Os itens relacionados à melhoria do desempenho e da produtividade no planejamento de aulas com ABE obtiveram concordância plena dos participantes. Por outro lado, o item relacionado à compreensão global da experiência de ensino apresentou uma percepção menos consolidada, com uma resposta em concordância total e uma resposta neutra. Esse resultado sugere que os docentes perceberam utilidade no portal para apoiar tarefas de planejamento, embora a percepção sobre seu impacto reflexivo na experiência docente ainda demande investigação adicional. Na dimensão de **Facilidade de Uso Percebida**, que avaliou clareza, facilidade de compreensão, esforço mental e facilidade de adoção da ABE por meio do portal, as respostas dos dois docentes indicaram percepção favorável em todos os itens. Os itens relacionados à clareza, facilidade de uso e facilidade de adoção receberam concordância total dos participantes, enquanto o item sobre esforço mental foi dividido entre concordância total e parcial. Esses dados sugerem que, neste uso inicial, o portal foi percebido como claro, compreensível e operacionalmente acessível. Na dimensão de **Intenção de Uso**, que avaliou a disposição dos docentes para utilizar o portal no planejamento de aulas futuras com ABE em ES, as respostas indicaram percepção favorável dos dois docentes nos três itens. Esse resultado sugere uma disposição inicial dos participantes para considerar o uso da ferramenta em novos planejamentos, incluindo em um horizonte de curto prazo.

²<https://github.com/marceloyoz/exemplify-see>

As entrevistas complementaram os dados do TAM ao detalhar como os docentes perceberam o uso do portal no planejamento de aulas com ABE. Os relatos indicaram que o portal ajudou a tornar mais explícitas as decisões pedagógicas envolvidas no planejamento, especialmente pela clareza do fluxo passo a passo, pelo detalhamento textual das orientações e pela organização das etapas da aula. Os participantes associaram o uso do portal à redução do esforço docente, à aceleração da produção de planos e ao potencial dos repositórios para apoiar a seleção e o reuso de materiais. Esses achados sugerem que a combinação entre construtor interativo, passos pedagógicos sugeridos e repositórios colaborativos pode apoiar o docente na estruturação de aulas baseadas em ABE. As entrevistas também indicaram aspectos que ainda demandam aprimoramento, como maior flexibilidade do fluxo, orientações adicionais sobre quando utilizar exemplos corretos ou errôneos, classificação dos exemplos por dificuldade e disponibilização de formatos editáveis para o plano de aula. Esses resultados indicam que, embora o portal ofereça suporte inicial ao planejamento com ABE, sua evolução deve ampliar o apoio à adaptação dos fluxos, à seleção de exemplos e à organização dos artefatos necessários à execução da aula.

Além das percepções sobre o uso inicial do portal, no apoio pedagógico, sugeriram indicar momentos mais adequados para usar exemplos corretos e errôneos ao longo da disciplina e incluir revisão por pares como alternativa à correção individual. Quanto ao repositório de exemplos, sugeriram a classificação dos materiais por nível de dificuldade e a inclusão de definições breves na interface para apoiar o entendimento de exemplos com erro. Também propuseram melhorias para a composição e reuso dos planos de aula, incluindo a sugestão de materiais por tópico, a adição de um campo específico para materiais de apoio, a simplificação da exportação e a disponibilização de formatos editáveis. Essas sugestões indicam caminhos para ampliar o suporte pedagógico e operacional do portal EXEMPLIFY-SEE no apoio à seleção de exemplos, à adaptação das atividades e à reutilização dos planos gerados.

5 Ferramentas relacionadas

Diferentes ferramentas e iniciativas têm apoiado o ensino de ES por meio de exemplos, ambientes interativos, repositórios educacionais e estratégias de aprendizagem ativa. O *Portal for Worked Examples* cataloga exemplos trabalhados extraídos de projetos de software livre, oferecendo materiais autênticos que podem ser utilizados em atividades de ensino [32]. Embora esse repositório amplie o acesso a exemplos reais, sua ênfase está na disponibilização dos materiais, não no apoio estruturado à construção de planos de aula ou na organização de atividades completas baseadas em ABE.

Outras iniciativas apoiam a aprendizagem de conteúdos ou ferramentas específicas. A *Web App Framework Learning Technique* combina exemplos, microaprendizagem e organização por preocupações para apoiar o aprendizado de frameworks de aplicações web [6]. O *DEPTHS System*, por sua vez, utiliza tecnologias da Web Semântica para integrar ferramentas de aprendizagem educacionais sensíveis ao contexto, com aplicação no ensino de padrões de projeto [13]. Essas abordagens oferecem apoio relevante a domínios específicos, mas não têm como foco principal o planejamento docente de aulas baseadas em ABE em diferentes tópicos de ES.

Também há ferramentas voltadas ao ensino de modelagem de software. O ambiente *Artemis*, integrado ao editor *Apollon*, apoia

atividades de modelagem UML por meio de exercícios interativos, tutoriais guiados e mecanismos de *feedback* [16]. OpenSMALS propõe um repositório aberto para apoiar o ensino de modelagem de software com estratégias de aprendizagem ativa, oferecendo recursos e cenários educacionais voltados a esse domínio [25]. Essas iniciativas são relevantes, mas possuem escopo mais concentrado em atividades ou recursos específicos, sem integrar, de forma ampla, fluxos de planejamento, repositórios de exemplos e/ou de planos de aula, mecanismos de reuso e avaliação comunitária.

O portal EXEMPLIFY-SEE diferencia-se dessas iniciativas por articular apoio pedagógico e funcionalidades de ferramenta em um mesmo ambiente. A ferramenta organiza a construção de planos de aula por fluxos guiados, associa decisões instrucionais a passos pedagógicos sugeridos, disponibiliza repositórios colaborativos de exemplos e planos de aula, permite reutilizar planos como modelos, apoia a avaliação comunitária e oferece recursos administrativos para evolução da estrutura pedagógica. Assim, enquanto trabalhos relacionados tendem a apoiar o acesso a exemplos, a execução de atividades específicas ou o ensino de tópicos particulares, o portal EXEMPLIFY-SEE busca apoiar o processo de planejamento e reuso de aulas baseadas em ABE em ES de modo mais integrado.

6 Conclusão

Este artigo apresentou o portal web EXEMPLIFY-SEE, concebido para apoiar docentes na adoção da ABE em disciplinas de ES. O portal organiza o planejamento de aulas por meio de um construtor interativo, no qual decisões instrucionais são associadas a passos pedagógicos sugeridos. Além disso, a ferramenta integra repositórios colaborativos de planos de aula e exemplos, mecanismos de avaliação comunitária, recursos de reuso e funcionalidades administrativas para manutenção dos fluxos pedagógicos. A avaliação inicial com docentes forneceu indícios exploratórios sobre o uso do portal. Os resultados do questionário TAM indicaram concordância nas dimensões de utilidade percebida, facilidade de uso percebida e intenção de uso. As entrevistas evidenciaram que o fluxo passo a passo, o detalhamento das orientações e os repositórios podem apoiar a organização do planejamento docente. Os participantes sugeriram melhorias relacionadas à flexibilidade do fluxo, ao apoio à seleção de exemplos, à inclusão de materiais de apoio e à disponibilização de formatos editáveis para os planos gerados.

Como trabalhos futuros, pretende-se incorporar as melhorias indicadas pelos participantes, especialmente a classificação dos exemplos por dificuldade, a inclusão de orientações contextuais sobre exemplos corretos e errôneos, a ampliação dos formatos de exportação e o fortalecimento dos mecanismos de reuso dos planos de aula. Também se pretende conduzir novas avaliações com um número maior de docentes e em diferentes contextos de ensino de ES, de modo a aprofundar a análise sobre o uso do portal EXEMPLIFY-SEE no planejamento de aulas baseadas em ABE.

Disponibilidade de Artefatos

Os artefatos de pesquisa que apoiam os resultados deste estudo estão disponíveis em um repositório suplementar [3].

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES (Cód. Financiamento 001) e do CNPq (processos 404027/2023-7 e 306774/2025-9). Gemini foi utilizado para gerar a Figura 1.

Referências

- [1] Isaque Alves and Carla Rocha. 2021. Qualifying software engineers undergraduates in DevOps - challenges of introducing technical and non-technical concepts in a project-oriented course. In *Proceedings of the 43rd International Conference on Software Engineering: Joint Track on Software Engineering Education and Training* (Virtual Event, Spain) (ICSE-JSEET '21). IEEE Press, 144–153. doi:10.1109/ICSE-SEET52601.2021.00024
- [2] Tiago P. Bonetti, Matheus M. Dias, Williamson Silva, and Thelma E. Colanzi. 2026. EXEMPLIFY-SEE: A Structured Approach and Portal for Example-Based Learning in Software Engineering Education. In *Proceedings of the 2026 IEEE/ACM 48th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training* (Rio de Janeiro, Brazil) (ICSE-SEET '26). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 12. doi:10.1145/3786580.3786975
- [3] T. P. Bonetti, M. Y. Itami, W. Silva, and T. E. Colanzi. 2026. Material Suplementar. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.32352555>.
- [4] T. P. Bonetti, W. Silva, and T. E. Colanzi. 2025. Example-Based learning in Software Engineering Education: a systematic mapping study. *Computer Science Education* (2025), 1–37. doi:10.1080/08993408.2025.2543095
- [5] Xingliang Chen, Antonija Mitrovic, and Moffat Mathews. 2020. Learning From Worked Examples, Erroneous Examples, and Problem Solving: Toward Adaptive Selection of Learning Activities. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 13, 1 (2020), 135–149. doi:10.1109/TLT.2019.2896080
- [6] Daniel Correa, Fernando Arango Isaza, Raúl Mazo, and Gloria Lucia Giraldo. 2018. CME – A Web Application Framework Learning Technique Based on Concerns, Micro-Learning and Examples. *Web Engineering. ICWE 2018. Lecture Notes in Computer Science* 10845 LNCS (6 2018), 17–32. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-91662-0_2
- [7] Marian Daun, Andrea Salmon, Thorsten Weyer, Klaus Pohl, and Bastian Tenbergen. 2016. Project-Based Learning with Examples from Industry in University Courses: An Experience Report from an Undergraduate Requirements Engineering Course. In *2016 IEEE 29th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEET)*. IEEE, Dallas, TX, USA, 184–193. doi:10.1109/CSEET.2016.15
- [8] Fred D. Davis, Richard P. Bagozzi, and Paul R. Warshaw. 1989. User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science* 35 (1989), 982–1003.
- [9] Victor M. Fonseca and Jesica Gómez. 2017. Applying Active Methodologies for Teaching Software Engineering in Computer Engineering. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje* 12, 3 (2017), 147–155. doi:10.1109/RITA.2017.2738178
- [10] Vahid Garousi, Gorkem Giray, Eray Tuzun, Catayatal, and Michael Felderer. 2020. Closing the Gap Between Software Engineering Education and Industrial Needs. *IEEE Software* 37, 2 (2020), 68–77. doi:10.1109/MS.2018.2880823
- [11] Bhuvana Gopal and Stephen Cooper. 2021. Peer Instruction in Software Engineering - Findings from Fine-grained Clicker Data. In *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (Virtual Event, USA) (SIGCSE '21). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 115–121. doi:10.1145/3408877.3432405
- [12] Xiaoxia Huang. 2017. Example-based learning: Effects of different types of examples on student performance, cognitive load and self-efficacy in a statistical learning task. *Interactive Learning Environments* 25 (4 2017), 283–294. Issue 3. doi:10.1080/10494820.2015.1121154
- [13] Zoran Jeremić, Jelena Jovanović, and Dragan Gašević. 2009. Semantic Web Technologies for the Integration of Learning Tools and Context-Aware Educational Services. In *The Semantic Web - ISWC 2009*. Vol. 5823. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 860–875. doi:10.1007/978-3-642-04930-9_54 Series Title: Lecture Notes in Computer Science.
- [14] Chen Jianguo, Lu Huijuan, An Lixin, and Zhou Yongxia. 2009. Exploring teaching methods in software engineering education. *Proceedings of 2009 4th International Conference on Computer Science and Education, ICCSE 2009* (2009), 1733–1738. doi:10.1109/ICCSE.2009.5228269
- [15] Paula Kotzé, Karen Renaud, and Judy van Biljon. 2008. Don't do this – Pitfalls in using anti-patterns in teaching human-computer interaction principles. *Computers & Education* 50, 3 (April 2008), 979–1008. doi:10.1016/j.compedu.2006.10.003
- [16] Stephan Krusche, Nadine von Frankenberg, Lara Marie Reimer, and Bernd Brügge. 2020. An interactive learning method to engage students in modeling. In *Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training*. ACM, Seoul South Korea, 12–22. doi:10.1145/3377814.3381701
- [17] José Lima, Fernanda Alencar, and Williams Santos. 2021. A Preliminary Guide for Assertive Selection of Active Methodologies in Software Engineering Education. *Brazilian Symposium on Software Engineering* 10 (9 2021), 170–179. Issue 21. doi:10.1145/3474624.3476976
- [18] José Lima, Mozart Alves Júnior, Andres Moya, Ricardo Almeida, Patricia Anjos, Maria Lencastre, Roberta Fagundes, and Fernanda Alencar. 2019. As Metodologias Ativas e o Ensino em Engenharia de Software: uma revisão sistemática da literatura. *Anais do Workshop de Informática na Escola* 25, 1 (2019), 1014–1023. doi:10.5753/cbie.wie.2019.1014
- [19] Maira R. Marques, Alcides Quispe, and Sergio F. Ochoa. 2014. A systematic mapping study on practical approaches to teaching software engineering. *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings* (10 2014), 1–8. doi:10.1109/FIE.2014.7044277
- [20] Solal Pirelli. 2024. Scalable Teaching of Software Engineering Theory and Practice: An Experience Report. In *Proceedings of the 46th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training* (Lisbon, Portugal) (ICSE-SEET '24). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 286–296. doi:10.1145/3639474.3640053
- [21] R.S. Pressman and D. Bruce R. Maxim. 2014. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Education.
- [22] Alexander Renkl, Tatjana Hilbert, and Silke Schworm. 2009. Example-based learning in heuristic domains: A cognitive load theory account. *Educational Psychology Review* 21, 1 (2009), 67–78.
- [23] Fernanda Gomes Silva, Moara Sousa Brito, Jenifer Vieira Toledo Tavares, and Christina von Flach G. Chavez. 2019. FLOSS in Software Engineering Education: Supporting the Instructor in the Quest for Providing Real Experience for Students. In *Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering*. ACM, Salvador Brazil, 234–243. doi:10.1145/3350768.3353815
- [24] Fernanda Gomes Silva, Moara Sousa Brito, Jenifer Vieira Toledo Tavares, and Christina von Flach G. Chavez. 2019. FLOSS in Software Engineering Education: Supporting the Instructor in the Quest for Providing Real Experience for Students. *Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering* (2019), 234–243. doi:10.1145/3350768
- [25] Williamson Silva, Bruno Gadelha, Igor Steinmacher, and Tayana Conte. 2020. Towards an Open Repository for Teaching Software Modeling applying Active Learning Strategies. In *2020 IEEE/ACM 42nd International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET)*. 162–172.
- [26] Williamson Silva, Igor Steinmacher, and Tayana Conte. 2019. Students' and Instructors' Perceptions of Five Different Active Learning Strategies Used to Teach Software Modeling. *IEEE Access* 7 (2019), 184063–184077. doi:10.1109/ACCESS.2019.2929507
- [27] Williamson Alison Freitas Silva, Igor Fabio Steinmacher, and Tayana Uchoa Conte. 2017. Is It Better to Learn from Problems or Erroneous Examples? *Proceedings - 30th IEEE Conference on Software Engineering Education and Training, CSEE and T 2017*, 222–231. doi:10.1109/CSEET.2017.42
- [28] A. Strauss and J.M. Corbin. 1998. *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. SAGE Publications.
- [29] John Sweller, Jeroen J.G. Van Merriënboer, and Fred G.W.C. Paas. 1998. Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational psychology review* 10, 3 (Sept. 1998), 251–296. doi:10.1023/A:1022193728205
- [30] Nikol Rummel Tamara Van Gog. 2018. Example-Based Learning. In *International Handbook of the Learning Sciences*. Routledge. doi:10.4324/9781315617572-20
- [31] Simone Tonhão, Thelma Colanzi, and Igor Steinmacher. 2021. Using Real Worked Examples to Aid Software Engineering Teaching. In *Brazilian Symposium on Software Engineering* (New York, NY, USA). ACM, 133–142. doi:10.1145/3474624.3476970
- [32] Simone Tonhão, Thelma Elita Colanzi, and Igor Steinmacher. 2020. A portal for cataloging worked examples extracted from open source software. *Proceedings of the 34th Brazilian Symposium on Software Engineering* (2020). doi:10.1145/3422392
- [33] Tamara Van Gog and Nikol Rummel. 2010. Example-based learning: Integrating cognitive and social-cognitive research perspectives. *Educational Psychology Review* 22 (2010), 155–174. Issue 2. doi:10.1007/s10648-010-9134-7
- [34] Dina Zayan, Michał Antkiewicz, and Krzysztof Czarnecki. 2014. Effects of using examples on structural model comprehension: a controlled experiment. In *Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering*. ACM, Hyderabad India, 955–966. doi:10.1145/2568225.2568270