



Universidade Federal de Pernambuco

Centro Acadêmico de Recife

Navarro Alberson Guimarães Silva

**Acompanhando a Evolução da Aprendizagem na
Abordagem PBL: Uma Proposta Baseada em Dashboards
Inteligentes**

Universidade Federal de Pernambuco

Centro Acadêmico de Recife

Sistemas de Informação

Navarro Alberson Guimarães Silva

**Acompanhando a Evolução da Aprendizagem na
Abordagem PBL: Uma Proposta Baseada em Dashboards
Inteligentes**

TCC Apresentado ao Curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Recife, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Sistemas da Informação.

Orientador(a): Prof. Simone Cristiane dos Santos

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Navarro Alberson Guimarães.

Acompanhando a Evolução da Aprendizagem na Abordagem PBL: Uma Proposta Baseada em Dashboards Inteligentes / Navarro Alberson Guimarães Silva. - Recife, 2025.

19 : il., tab.

Orientador(a): Simone Cristiane dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Informática, Sistemas de Informação - Bacharelado, 2025.

Inclui referências, apêndices.

1. Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem. 2. Aprendizagem Baseada em Problemas. 3. PBL. 4. Avaliação de estudantes. 5. Design Science Research. 6. Avaliação Autêntica. I. Santos, Simone Cristiane dos. (Orientação). II. Título.

000 CDD (22.ed.)

Navarro Alberson Guimarães Silva

Acompanhando a Evolução da Aprendizagem na Abordagem PBL: Uma Proposta Baseada em Dashboards Inteligentes

TCC Apresentado ao Curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Recife, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Sistemas da Informação.

Aprovado em: 08/04/2025

Banca Examinadora

Profa. Dra. Simone Cristiane dos Santos (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Patricia Cabral de Azevedo Restelli Tedesco (Avaliadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Acompanhando a Evolução da Aprendizagem na Abordagem PBL: Uma Proposta Baseada em Dashboards Inteligentes

Navarro A. Guimarães Silva
Sistemas de Informação
Universidade Federal de Pernambuco
Recife, Brazil
nags@cin.ufpe.br

Simone C. dos Santos
Centro de Informática
Universidade Federal de Pernambuco
Recife, Brazil
scs@cin.ufpe.br

Resumo— Este artigo apresenta uma proposta de desenvolvimento de dashboards inteligentes para acompanhar a evolução da aprendizagem dos estudantes em cursos que adotam a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). Apesar de o uso de Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem (LMS) ser amplamente difundido, essas plataformas tradicionais raramente oferecem ferramentas adequadas para monitorar o progresso dos estudantes em metodologias ativas. Nesse contexto, o PBL requer avaliações contínuas, multidimensionais e baseadas em feedbacks qualitativos e quantitativos, o que torna difícil o acompanhamento sem uma ferramenta auxiliar. Para solucionar este desafio, uma ferramenta visual (dashboard) foi prototipada com base no modelo de avaliação autêntica PBL-SEE, que busca refletir tarefas do mundo real, com cinco dimensões fundamentais: Conteúdo, Desempenho, Resultado, Processo e Satisfação do Cliente. A solução encontrada foi obtida por meio do método de pesquisa *Design Science Research* (DSR), que envolve ciclos iterativos de compreensão do problema, concepção, prototipação e avaliação. Especialistas em PBL participaram do processo de avaliação, destacando a eficácia dos dashboards em simplificar a visualização do progresso dos estudantes, facilitar a análise dos feedbacks recebidos e apoiar decisões pedagógicas estratificadas. Os primeiros resultados demonstram uma recepção positiva, indicando o potencial desta ferramenta para aprimorar significativamente a gestão e o acompanhamento do aprendizado em ambientes PBL.

Keywords—Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem, Aprendizagem Baseada em Problemas, PBL, Avaliação de estudantes, Design Science Research, DSR, Avaliação Autêntica

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

A aprendizagem é o objetivo central das metodologias de ensino, e seu acompanhamento eficaz é indispensável tanto para professores quanto para alunos. Para metodologias tradicionais, já existem ferramentas consolidadas como Moodle [1], Blackboard [2] e Google Classroom [3], que

oferecem painéis de acompanhamento baseados, principalmente, em avaliações quantitativas, como provas e atividades. Entretanto, diferentes metodologias exigem abordagens distintas para avaliar o progresso dos estudantes. Dessa forma, metodologias ativas como Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*), Aprendizagem Baseada em Problemas (*PBL*), Aprendizagem Baseada em Projetos (*ABP*), entre outras que geralmente utilizam estratégias avaliativas mais complexas e baseadas em múltiplos feedbacks qualitativos [4], ainda enfrentam desafios significativos na coleta, análise e interpretação desses dados, especialmente na Aprendizagem Baseada em Problemas (*PBL*) [5].

Considerado um modelo de ensino construtivista centrado no estudante, o PBL tem sido amplamente adotado no ensino da computação [6], [7], [8], destacando-se por estar alinhado às práticas exigidas no mercado de trabalho. Contudo, apesar de seus benefícios pedagógicos, um dos maiores desafios enfrentados pelos docentes é justamente a ausência de ferramentas adequadas para avaliar e comparar o desempenho dos alunos ao longo dos ciclos de aprendizado [6].

Com o objetivo de avaliar os alunos de forma autêntica no PBL, Santos desenvolveu o modelo de avaliação autêntica PBL-SEE [9], que permite uma avaliação contínua e detalhada do progresso dos estudantes. Esse modelo é estruturado em cinco dimensões fundamentais: Conteúdo, Desempenho, Resultado, Processo e Avaliação do Cliente. Cada dimensão é avaliada qualitativamente em uma escala de “insuficiente” a “excelente”, correspondendo a valores de 1 a 5, juntamente às análises textuais, facilitando o acompanhamento detalhado do progresso dos estudantes e permitindo feedback constante ao longo do curso [9].

1.2.Problemática

Dada a complexidade dessas avaliações no PBL-SEE, e ao fato de que as plataformas tradicionais não oferecem o suporte necessário para a inserção, visualização e análise adequadas desses dados, o presente trabalho propõe a criação de dashboards educacionais específicos para metodologias baseadas em PBL. Esses painéis interativos apresentam uma síntese do aprendizado dos estudantes nas diferentes dimensões do modelo PBL-SEE, transformando dados brutos em informações visuais, com o objetivo de facilitar a interpretação dos dados. Isso é muito importante pois os painéis são capazes de apoiar o professor na administração de suas aulas de forma significativa [10], [13].

1.3.Organização do Trabalho

Para o desenvolvimento desses dashboards, foi utilizado o método de pesquisa *Design Science Research* (DSR) [12], estruturado em quatro etapas que se complementam mutuamente: compreensão do problema, concepção, prototipagem e avaliação.

Para conseguir alcançar um resultado satisfatório, este estudo foi guiado a partir da experiência empírica de profissionais que usam o PBL em seu cotidiano. Esses profissionais são divididos em dois grupos: professores e tutores. Com eles, foram realizadas entrevistas que permitissem o aprofundamento nos desafios apresentados durante o acompanhamento do aprendizado do aluno, tais como a dificuldade de consolidar e visualizar simultaneamente avaliações qualitativas e quantitativas, a necessidade de automação na análise de relatórios de autoavaliação, além da falta de opções para visualizar os mesmos dados em diferentes tipos de gráficos.

Para relatar esta pesquisa, este documento está organizado em seis seções. Depois desta introdução, a Seção 2 discute as referências teóricas fundamentais para a compreensão do tema. A Seção 3 descreve o método de pesquisa DSR e como ele foi adotado. A Seção 4 apresenta a proposta detalhada, de acordo com as etapas do ciclo DSR. A Seção 5 discute os resultados e, finalmente, a Seção 6 descreve as conclusões e os potenciais trabalhos futuros a partir desta pesquisa.

2.REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é uma metodologia de ensino fundamentada no construtivismo, em outras palavras, na qual os alunos constroem o próprio conhecimento, aprimorando suas habilidades e competências através da solução de problemas reais [6]. Ao

contrário das metodologias tradicionais de ensino, onde o professor é o principal responsável pela transmissão de conteúdos, o PBL coloca os alunos como os principais construtores do conhecimento, estimulando-os a realizar pesquisas, formular hipóteses, experimentar soluções e trabalhar em equipe na construção do conhecimento [7], [8].

A origem do PBL se deu na universidade McMaster, no Canadá, durante a década de 1960, na área da medicina. Ele rapidamente foi adotado por outros campos, como a Computação [9], no qual o uso do PBL está ganhando cada vez mais importância devido à necessidade de formar profissionais com habilidades técnicas e interpessoais, pois estas habilidades estão em sintonia com as exigências do mercado de trabalho [15], [18]. Isso ocorre porque, além do conhecimento em linguagens e tecnologias, a área de Tecnologia da Informação demanda competências interpessoais como a solução de problemas, o pensamento crítico, a colaboração em grupo e a comunicação, todas fortemente incentivadas pelo PBL [16].

Na educação convencional, o conhecimento é transmitido de maneira linear, começando pelos conceitos básicos até os conceitos mais avançados, seguido de atividades e avaliações. Já no PBL, o aprendizado ocorre em ciclos, sendo estruturado com base em princípios fundamentais que orientam a aplicação do mesmo. Devido a essa natureza adaptativa, o PBL não possui um modelo único de implementação, podendo haver diversas formas de fazê-la, conforme o contexto e os objetivos educacionais.

Diante deste cenário, Santos et al. [17] propuseram dez princípios essenciais nos quais o PBL deve ser guiado para ter uma aplicação bem sucedida, conforme exibido na Figura 1. São eles:

- *Problemas como núcleo da proposta educacional:* a proposta educacional apresenta problemas como o ponto de partida e o elemento central para a aprendizagem.
- *Aluno como proprietário do problema:* os estudantes assumem responsabilidade ativa na resolução do problema apresentado.
- *Autenticidade do problema ou tarefa:* os problemas devem ser relevantes e realistas, refletindo as situações reais enfrentadas no mundo real.
- *Autenticidade do ambiente de aprendizagem:* O ambiente deve simular contextos profissionais reais, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais significativa.
- *O aluno conduz o processo de resolução do problema:* o aluno é o responsável pelo processo de resolução do problema, gerenciando as etapas e decisões envolvidas na solução dos desafios propostos.
- *Complexidade do problema ou tarefa:* A complexidade do problema deve ser suficientemente complexa para estimular a busca ativa por novos conhecimentos.
- *Avaliação da forma como o problema foi resolvido:* Avaliações constantes e qualitativas, focando não

somente no resultado, mas no processo utilizado pelos estudantes.

- *Reflexão sobre o conteúdo aprendido e sobre o processo de aprendizagem:* Os alunos são incentivados a refletir constantemente sobre o aprendizado adquirido e sobre as estratégias de resolução de problemas.
- *Aprendizagem colaborativa e multidirecional:* O processo de aprendizagem envolve a colaboração constante entre os alunos e entre os professores, proporcionando uma troca rica de conhecimento.
- *Avaliação contínua:* O progresso dos alunos é monitorado de maneira frequente e sistemática, oferecendo feedback constante para guiar o desenvolvimento acadêmico e pessoal.

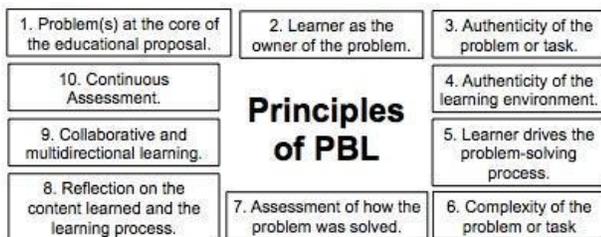


Fig. 1. Princípios do PBL na educação da computação (Fonte: [9]).

Destes princípios, é possível destacar que eles incluem a necessidade de um ambiente de aprendizado autêntico, o uso de problemas reais, a promoção da colaboração entre professores e alunos, avaliação contínua com feedback estruturado ao longo do processo [17].

Então, em síntese, é possível concluir que a principal distinção entre o PBL e as metodologias tradicionais de ensino está no fato de que, ao contrário do ensino convencional, que se baseia no modelo "conteúdo-problema-solução", o PBL inverte essa sequência, adotando a sequência "problema-conteúdo-solução". Assim, os alunos primeiramente se deparam com um problema concreto e, a partir dele, determinam quais conceitos e saberes são essenciais para solucioná-lo [16]. Esta metodologia favorece o aprendizado contextualizado, possibilitando que os estudantes alinhem a teoria à prática de forma mais relevante e eficaz.

No entanto, a aplicação do PBL no ensino de computação encontra obstáculos consideráveis. Pesquisas indicam que, apesar de essa metodologia aumentar o envolvimento e a motivação dos estudantes, requer um planejamento pedagógico meticuloso, formação adequada dos docentes e adaptação dos ambientes de ensino para apoiar o PBL [15], [16]. Adicionalmente, existem desafios na avaliação do aprendizado, pois a avaliação do avanço dos estudantes no PBL não deve se basear apenas em testes convencionais, demandando métodos de avaliação constantes e autênticos, que são realizadas ao longo de todo o processo de aprendizado de forma cíclica, refletindo problemas reais como feedbacks dos clientes e autoavaliação [9].

Somado a tudo isso, o estudo [16] realizado em instituições públicas mostrou que, apesar do PBL ser reconhecido como uma estratégia inovadora e eficiente, diversas universidades ainda enfrentam obstáculos na sua aplicação, principalmente por causa da resistência dos docentes à alteração de paradigma e da ausência de infraestrutura tecnológica apropriada para a implementação da metodologia [16]. A incompatibilidade entre os programas de estudo acadêmicos e as necessidades do mercado de trabalho também foi apontada como um obstáculo para a implementação mais ampla do PBL no ensino superior de computação no Brasil [16].

Em resumo, a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas vem se estabelecendo como uma estratégia promissora para o ensino de computação, incentivando a combinação entre o saber técnico e as competências sociais. Contudo, para sua efetiva implementação, é necessário um esforço coletivo de docentes, estudantes e administradores educacionais, juntamente com um ambiente de ensino que incentive a autonomia, a cooperação e a avaliação constante e eficiente. Por essa razão, a criação de dashboards inteligentes pode ser favorável a esse cenário. Para os professores, ter uma forma de avaliar esse aprendizado de forma eficiente será um passo importante para a adoção mais frequente do PBL.

2.2. Avaliações no PBL e o modelo PBL-SEE

A avaliação no PBL é um dos maiores desafios enfrentados por professores e instituições de ensino. Ao contrário do modelo tradicional, no qual a avaliação é feita com provas objetivas e trabalhos pontuais, no PBL, o aprendizado não é medido apenas pelos resultados finais, mas também pelo processo de construção do conhecimento ao longo da resolução de problemas [9]. Esse modelo de ensino requer métodos de avaliação contínuos e autênticos, capazes de captar tanto o progresso individual dos alunos quanto a colaboração entre as equipes [15].

Devido a este desafio, O modelo PBL-SEE (Problem-Based Learning in Software Engineering Education) foi proposto por Santos [9] visando fornecer uma avaliação autêntica e contínua, específica para contextos educacionais que utilizam a metodologia PBL (Figura 2). Neste modelo, as avaliações são realizadas ao longo de todo o processo educacional, em ciclos, e não somente em momentos específicos. Elas buscam refletir problemas reais, apresentando toda a complexidade de um problema real e estimulando a construção do aprendizado. Os feedbacks são uma parte fundamental dessas avaliações, fornecendo aos alunos os pontos fortes e pontos a serem aprimorados de forma contínua.

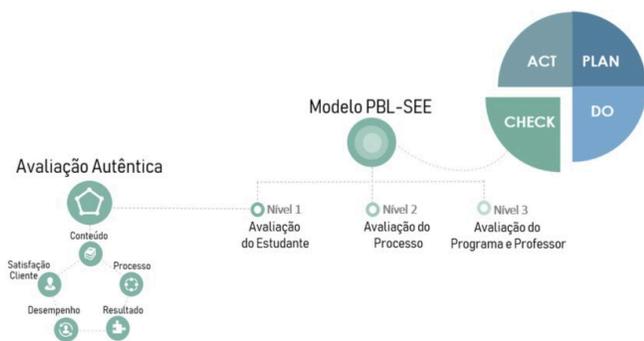


Fig. 2. Diagrama do PBL-SEE (Fonte: [29])

Este modelo é composto por cinco dimensões fundamentais, dispostas em três níveis hierárquicos, que permitem uma compreensão ampla e precisa do progresso dos estudantes:

- **Nível 1 – Avaliação do Estudante:**
Neste nível, encontram-se as cinco dimensões relacionadas ao estudante:
 - **Conteúdo:** Avalia a compreensão e domínio dos conceitos fundamentais estudados durante as atividades. Essa dimensão é equivalente às *hard skills*, ou seja, o conhecimento técnico que o aluno deve demonstrar.
 - **Desempenho:** Avalia competências interpessoais essenciais, como comunicação, colaboração, liderança e outras competências sociais fundamentais ao contexto profissional. Essa dimensão está relacionada ao desenvolvimento das *soft skills* dos estudantes.
 - **Resultado:** Avalia a qualidade das entregas feitas pelos estudantes, examinando o valor agregado pela solução criada e seu alinhamento com as expectativas iniciais.
 - **Processo:** Avalia o progresso das equipes ao longo dos ciclos do PBL, levando em consideração aspectos relativos à dinâmica e à eficácia do processo colaborativo. Esta dimensão analisa a forma como as equipes planejam, executam e ajustam as suas estratégias para resolver os problemas propostos.
 - **Satisfação do Cliente:** Avalia a percepção dos stakeholders (clientes reais ou simulados) quanto às soluções entregues pelos estudantes, refletindo a qualidade e aplicabilidade dessas soluções às necessidades do contexto real.
- **Nível 2 – Avaliação do Processo Pedagógico:**
Neste nível, a maturidade do PBL é avaliada, tendo como referência os dez princípios de PBL da Figura 1.

- **Nível 3 – Avaliação do Programa e Professor:**
Neste nível, duas dimensões são analisadas: o desempenho do professor e o planejamento da unidade educacional ministrada.

Nesse contexto, entende-se por unidade educacional qualquer estrutura formal de ensino-aprendizagem que aplique o PBL, seja ela um módulo, uma disciplina ou um curso.

Cada uma dessas dimensões é avaliada qualitativamente, utilizando uma escala de cinco níveis: 1 – Insuficiente; 2 – Regular; 3 – Bom; 4 – Muito bom; 5 – Excelente. Essa abordagem qualitativa torna possível ao professor identificar de forma clara não apenas o desempenho global, mas também pontos específicos para melhorias.

Além disso, o modelo PBL-SEE está integrado ao ciclo contínuo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), garantindo que os processos avaliativos sejam constantemente revisados e aprimorados. A etapa de *Plan* diz respeito ao planejamento das atividades e das avaliações; a etapa de *Do* é a execução efetiva do processo educacional; a fase de *Check* envolve a análise aprofundada dos resultados das avaliações realizadas; e a fase de *Act* é composta pelos ajustes pedagógicos necessários, baseados nas análises anteriores, com o objetivo de melhorar continuamente o processo de ensino-aprendizagem. Para realizar o *Check*, a metodologia é avaliada através da avaliação PBL Test, que costuma ser realizada tanto no início quanto no final da disciplina. Isso tudo permite concluir que a introdução do PBL em uma instituição ou disciplina não deve ser um evento isolado, mas sim um processo de melhoria contínua, no qual a metodologia é avaliada e ajustada de acordo com as necessidades pedagógicas. Dessa forma, o modelo PBL-SEE não só assegura uma avaliação robusta e detalhada dos estudantes, mas também promove uma cultura pedagógica de reflexão, monitoramento e melhoria contínua em contextos de PBL.

Esse modelo foi projetado para ser adaptável a diferentes disciplinas e instituições, permitindo que professores utilizem diferentes instrumentos para coletar dados sobre essas dimensões. Entre os métodos avaliativos utilizados dentro do PBL-SEE, destacam-se avaliações 360° (autoavaliações, avaliações entre estudantes), feedback contínuo do professor e registros do desempenho dos alunos ao longo do curso. Isso torna possível uma compreensão mais abrangente e completa do aprendizado, evitando a utilização de avaliações baseadas unicamente em provas [16].

Embora o PBL-SEE seja robusto, sua aplicação apresenta dificuldades. Muitos professores, acostumados com métodos tradicionais de avaliação, podem encontrar dificuldades para implementar avaliações formativas e qualitativas. Além disso, a aplicação do PBL exige um tempo maior para analisar as interações e progressos dos

alunos, o que requer ferramentas que facilitem a coleta e análise de dados sobre o desempenho dos estudantes [16].

Para solucionar este problema, é necessário desenvolver ferramentas tecnológicas que automatizem o processo de avaliação no PBL, permitindo que os professores monitorem o progresso dos alunos de forma clara e objetiva. Os dashboards de aprendizado, por exemplo, apresentam-se como uma solução viável para este desafio, fornecendo indicadores visuais sobre as diferentes dimensões do PBL-SEE, permitindo um monitoramento eficiente e simplificando a tomada de decisões pedagógicas. [10] Assim, os professores não vão necessitar de ferramentas adicionais para análise de dados e terão painéis que vão sintetizar os dados tanto qualitativos quanto quantitativos. Foi com esse objetivo que a ideia do projeto SkillSight [30], foi criada. O projeto tem como objetivo criar painéis otimizados tanto para os alunos [19], quanto painéis inteligentes e eficientes para o professor, sugeridos neste estudo.

Em suma, a avaliação dentro do PBL deve ser multidimensional e contínua, considerando não somente os resultados finais, mas também o processo de aprendizagem. O modelo PBL-SEE se apresenta como uma solução estruturada para essa necessidade, mas sua adoção requer ferramentas de apoio que permitam a coleta e análise eficientes dos dados gerados ao longo do processo. A próxima seção explora o papel dos dashboards educacionais e como eles podem ser utilizados para otimizar o processo de avaliação dentro do PBL.

2.3. Dashboards e sua aplicabilidade na educação

Diante das considerações anteriores, fica claro que o desenvolvimento de ferramentas eficazes para o acompanhamento do aprendizado no PBL é uma questão central na adoção dessa metodologia. Como discutido na seção anterior, a avaliação dentro do PBL é multidimensional, contínua e processual, o que torna os métodos tradicionais de avaliação ineficientes para capturar todas as variáveis que influenciam o progresso dos alunos. Diante disso, os dashboards educacionais são uma solução estratégica para auxiliar professores e gestores a monitorarem o desempenho acadêmico de forma mais clara e objetiva.

Isso fica evidente em [21], no qual é evidenciado que dashboards podem ser úteis tanto para professores quanto para alunos. Para os docentes, os dashboards são ferramentas de diagnóstico e intervenção que auxiliam na identificação precoce de dificuldades e permitem ajustes estratégicos na condução do curso. Já para os alunos, dashboards podem atuar como instrumentos fundamentais para autorregulação, permitindo que monitorem o seu

próprio desempenho e ajustem as suas estratégias de estudo de acordo com o necessário [21].

Mas isso não significa que qualquer dashboard educacional seja útil. A forma como os dados são apresentados em um dashboard educacional é crucial para sua eficiência. O artigo [22] salienta que gráficos de linha são úteis para visualizar a evolução do aprendizado ao longo dos ciclos do PBL, permitindo que instrutores acompanhem as tendências e ajustem intervenções pedagógicas de acordo com o necessário. Já o artigo [23] recomenda o uso de gráficos de barras para comparar o desempenho entre grupos, pois isso torna mais fácil identificar padrões de aprendizado e analisar comparativos entre equipes de estudantes. Além disso, no estudo [24], gráficos de rosca são mencionados como ferramentas úteis para exibir proporções de dados educacionais, sendo úteis na análise do perfil das equipes.

Embora traga esses benefícios, a implementação de dashboards educacionais enfrenta desafios. Uma das principais dificuldades é a qualidade dos dados coletados, uma vez que um dashboard só é útil se as informações que alimentam a ferramenta forem precisas, atualizadas e relevantes para a análise pedagógica [25]. Além disso, há uma resistência dos professores em adotar novas tecnologias, especialmente em instituições em que o uso de ferramentas digitais ainda é limitado [26]. Por isso, é essencial que os painéis façam parte de um ecossistema digital educacional integrado, como o SkillSight, evitando a sobrecarga de aprendizagem de novas ferramentas e assegurando que os dados relevantes sejam disponibilizados de forma automática e de forma eficiente.

Por fim, é importante destacar as características que foram consideradas na criação do dashboard inteligente do professor. Essas características são: clareza, acompanhamento evolutivo, feedback contínuo e acessibilidade.

A primeira característica fundamental será a clareza na apresentação dos dados, assegurando que a interface seja intuitiva e exiba as informações mais relevantes de forma clara. Dashboards educacionais destacam que excesso de elementos visuais pode atrapalhar a interpretação das métricas, sendo fundamental um design que priorize a simplicidade e facilite a leitura dos indicadores.

A segunda característica fundamental será o acompanhamento da evolução dos alunos ao longo do tempo. No modelo PBL, o aprendizado ocorre de maneira cíclica, e a capacidade de visualizar tendências de progresso é crucial para intervenções pedagógicas assertivas, então os gráficos devem sempre abordar essa ideia de ciclos.

A terceira característica diz respeito ao fornecimento de feedback contínuo. A interface deve fornecer tanto algum mecanismo para facilitar o acompanhamento do feedback

subjetivo contínuo, quanto para o acompanhamento das avaliações quantitativas.

A quarta característica crucial é a acessibilidade para diferentes perfis de usuários, assegurando que o dashboard possa ser usado por professores com diferentes níveis de familiaridade com tecnologia e por alunos com necessidades educacionais distintas. Para isso ser alcançado, serão necessárias interfaces responsivas e com elementos visuais amplos, que se adaptam a diferentes dispositivos.

3. USANDO O DESIGN SCIENCE RESEARCH (DSR)

O Design Science Research (DSR) é uma metodologia de pesquisa que se concentra na criação e avaliação de artefatos inovadores que solucionem problemas práticos em áreas como engenharia de software, sistemas de informação e tecnologia educacional [27]. Ao contrário das abordagens tradicionais que se concentram apenas na compreensão dos fenômenos existentes, o DSR apresenta um processo estruturado de criação e melhoria contínua de soluções, assegurando que elas sejam testadas e aprimoradas ao longo do tempo, bem como testadas e validadas em ambientes práticos de uso [27]. Para assegurar isso, o DSR é realizado em ciclos iterativos, cada um composto de quatro etapas, conforme ilustrado na Figura 3.



Fig. 3. Diagrama do DSR

A primeira etapa é compreender o problema, investigando as dificuldades dentro do contexto pesquisado.

A segunda etapa é o desenvolvimento da solução, fase em que são definidos os principais componentes do dashboard. Neste estudo, esta etapa também definiu os principais indicadores a serem monitorados e quais tipos de visualização de dados serão mais eficazes para simplificar a análise pedagógica.

A terceira etapa é a prototipagem, que consiste em transformar a solução em modelos funcionais. Esses protótipos podem variar desde esboços iniciais até versões interativas do dashboard, o que permite que professores e pesquisadores avaliem sua usabilidade e eficácia em cenários reais.

A quarta etapa é a avaliação, onde os protótipos são submetidos a testes para verificar se cumprem os objetivos educacionais. Esta avaliação pode incluir testes com professores, análise de métricas de uso e coleta de feedback qualitativo, para assegurar que o dashboard realmente ofereça suporte ao aprendizado no PBL.

A aplicação do DSR no desenvolvimento de Dashboards Educacionais se justifica pela necessidade de um processo iterativo, no qual o painel de aprendizado possa ser constantemente aprimorado com base no DSR. Além disso, esta abordagem permite que o desenvolvimento dos protótipos seja orientado por evidências empíricas, assegurando que a solução final esteja de acordo com as necessidades reais dos professores.

Com a aplicação desta metodologia, é esperado que o dashboard proposto torne possível o acompanhamento do aprendizado no PBL, fornecendo dados visuais e interativos que auxiliem os professores na avaliação e acompanhamento do aprendizado dos alunos na unidade educacional.

Importante salientar que, este estudo descreve o “ciclo de concepção” da solução proposta, portanto, o desenvolvimento e disponibilização da solução para uso no dia a dia não faz parte do escopo deste trabalho.

4. DESENVOLVIMENTO DO DASHBOARD

4.1. Compreensão do problema

No que diz respeito ao DSR, esta etapa envolveu a investigação dos desafios enfrentados pelos professores e tutores na avaliação e acompanhamento dos alunos, tendo em vista as limitações das ferramentas tradicionais e os requisitos necessários para interfaces eficientes.

Para realizar a investigação, foi realizada uma coleta de dados, através de uma entrevista que seguia o mesmo roteiro para todos os participantes. Isso ocorreu para que fosse possível realizar uma análise comparativa válida, garantindo que todos os participantes respondessem às mesmas questões. O questionário utilizado encontra-se no Apêndice A.

Durante as entrevistas, as respostas foram registradas manualmente em arquivos do Word para posterior análise. Participaram dessa entrevista sete pessoas, dentre professores e tutores, todos com experiência na aplicação do PBL em cursos de computação. Os participantes não foram identificados no artigo, mas as informações gerais, como o tempo de experiência com PBL e o número médio de alunos, estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA I. ESPECIALISTAS EM PBL

ID	Gênero	Perfil	Tempo de Experiência	Conhecimento em PBL
----	--------	--------	----------------------	---------------------

			<i>com PBL (em anos)</i>	
p1	Feminino	Professor	5+	Muito Alto
p2	Feminino	Professor	5+	Muito Alto
p3	Feminino	Professor	1+	Médio
p4	Masculino	Tutor	2~3	Alto
p5	Masculino	Tutor	5+	Alto
p6	Masculino	Tutor	5+	Muito Alto
p7	Masculino	Tutor	5+	Muito Alto

Essas entrevistas foram realizadas individualmente, em momentos distintos conforme a disponibilidade dos participantes. Esta etapa teve caráter exclusivamente exploratório, sem intervenções ou sugestões por parte dos entrevistados. Somente após a conclusão de todas as entrevistas, iniciou-se a etapa seguinte do ciclo DSR.

Esta etapa possibilitou a captura de percepções individuais sobre os desafios da gestão da aprendizagem dos alunos no PBL, fornecendo insights fundamentais para o desenvolvimento do dashboard proposto.

4.2. Desenho da Solução

O desenho do dashboard para acompanhamento do aprendizado no PBL foi orientado por dois fatores fundamentais: a planilha já utilizada pelos professores que seguem o modelo PBL-SEE (Figura 2), contendo as cinco dimensões das avaliações, e os insights obtidos nas entrevistas com professores e tutores.

A partir desta análise, foi possível criar um conjunto de interfaces e funcionalidades que visam simplificar a interpretação das avaliações e minimizar as dificuldades enfrentadas pelos professores ao acompanharem os alunos ao longo dos ciclos do PBL.

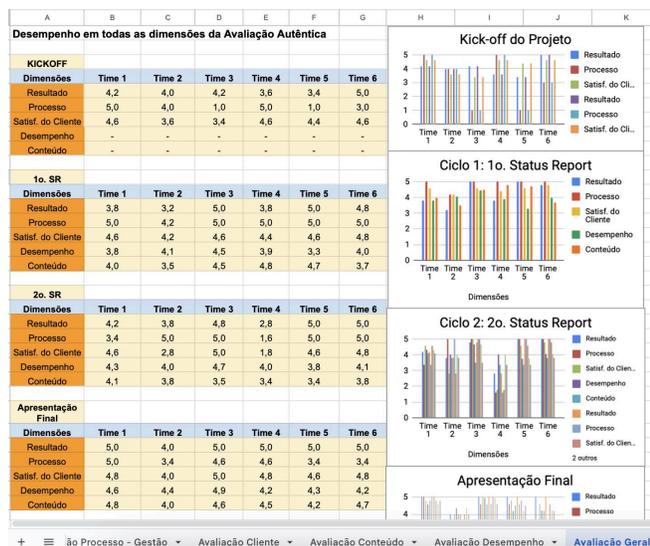


Fig. 4. Planilha usada pelos professores atualmente

Um dos primeiros problemas identificados a partir destes insights foi o excesso de feedbacks textuais que os professores deveriam ler. Para contornar essa dificuldade, a integração de inteligência artificial (IA) foi proposta, permitindo ao professor ter uma visão rápida e objetiva das principais observações feitas por alunos, clientes ou tutores. A inteligência artificial será encarregada de sintetizar os feedbacks textuais, extraindo os principais pontos mencionados por docentes e alunos. A tecnologia empregada resume os textos em frases-chave, destacando padrões e recorrências dos feedbacks, o que permite ao professor a possibilidade de identificar rapidamente questões críticas ou que necessitem de atenção, sem a necessidade de ler cada feedback manualmente. No entanto, o sistema também mantém a possibilidade de o professor acessar os feedbacks completos caso queira uma análise mais aprofundada.

Outro problema identificado foi a ausência de opções de visualização para avaliações no âmbito de grupo. A planilha utilizada exigia que os professores navegassem manualmente entre diversas abas para obter um panorama geral das equipes, o que dificultava a análise comparativa e a identificação de padrões de evolução. Com base nesses problemas, foram definidos os principais painéis do dashboard, cada um focado em uma necessidade específica dos professores.

Então, com base nesses desafios, foram prototipadas quatro interfaces principais em baixa fidelidade, cada uma abordando um aspecto essencial para sanar as dores identificadas:

O primeiro protótipo de interface desenvolvido foi o painel de alertas, voltado para a compreensão rápida dos feedbacks textuais. Neste painel, uma IA se encarregará de ler os feedbacks deixados por alunos, clientes ou tutores, identificando os pontos mais relevantes e apresentando-os de maneira simplificada ao professor. A interface possui um menu lateral com as opções de alertas ativos, lidos, ignorados e configurações. Também exibe uma área com os cards representando cada alerta e um espaço lateral para carregar o texto do alerta e botões para marcar como lido ou ignorar o alerta, assegurando a ideia de que o professor não marque como lido um alerta sem querer.

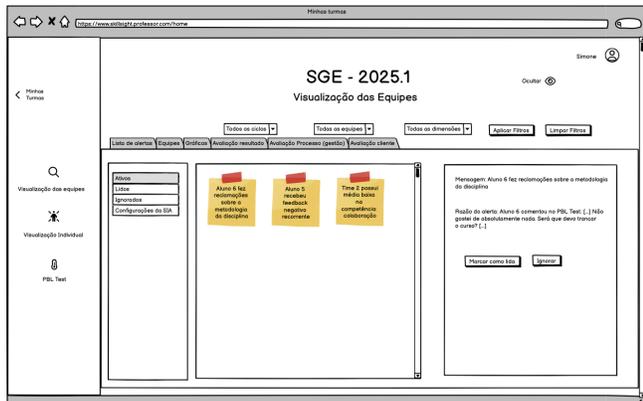


Fig. 5. Painel de Alertas

A segunda interface prototipada foi o painel "Jornada do Time", desenvolvido para facilitar a análise do progresso dos grupos ao longo dos ciclos do PBL. Essa interface apresenta uma linha do tempo, onde cada ciclo do PBL é representado por um ponto no eixo horizontal. Em cada ponto, é exibida a média aritmética de todas as competências dentro daquela dimensão. Por exemplo, na dimensão Satisfação do Cliente, são consideradas as competências Desenvoltura nas interações, Entendimento dos problemas, Clareza na apresentação, Qualidade das soluções propostas e Nível de planejamento. A soma dessas cinco competências, dividida por cinco, gera uma nota média, que é então representada no gráfico. Essa operação pode ser descrita através da fórmula:

$$\frac{(A(\text{Desenvoltura nas interações}) + A(\text{Entendimento dos problemas}) + A(\text{Clareza na apresentação}) + A(\text{Qualidade das soluções}) + A(\text{Nível de planejamento}))}{5}$$

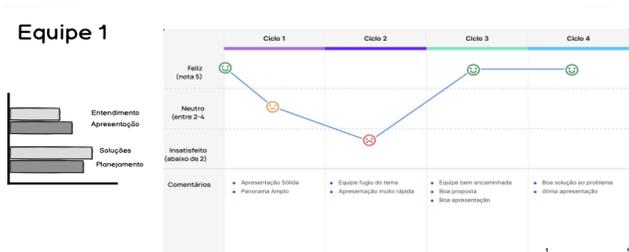


Fig. 6. Painel de Jornada

Ao selecionar um ciclo específico na linha do tempo, o professor tem acesso a um gráfico de barras detalhado, exibindo as notas de cada competência individualmente.

Dessa forma, o docente pode visualizar quais fatores contribuíram para a melhora ou piora do desempenho da equipe ao longo do tempo. Além disso, abaixo de cada ciclo, será gerado um resumo automático por IA dos feedbacks textuais daquele período, permitindo uma análise qualitativa combinada com os dados quantitativos. Esse mesmo gráfico será replicado para as dimensões Avaliação de Resultado,

Avaliação de Processo e Satisfação do Cliente, garantindo um modelo de visualização consistente e holístico. Os gráficos quantitativos vão seguir a mesma ideia das avaliações feitas na planilha, cada competência recebe um valor de 1 a 5. Sendo 1 - Insatisfatório, 2 - Regular, 3 - Bom, 4 - Muito bom, 5 - Excelente.

A terceira interface prototipada foi a listagem de equipes, projetada para fornecer um resumo geral de cada grupo, permitindo que os professores obtenham uma visão rápida do desempenho das turmas sem precisar acessar diversas abas ou gráficos individuais. Cada item da listagem é representado como um card, contendo a média das competências avaliadas. Ou seja, a soma dos ciclos dividida pela quantidade de ciclos que aconteceram. Essas médias serão acompanhadas de um gráfico de barras exibindo as notas dos ciclos que compõem aquela média. Além disso, cada card apresenta um gráfico de rosca, ilustrando o perfil MBTI predominante dentro da equipe.

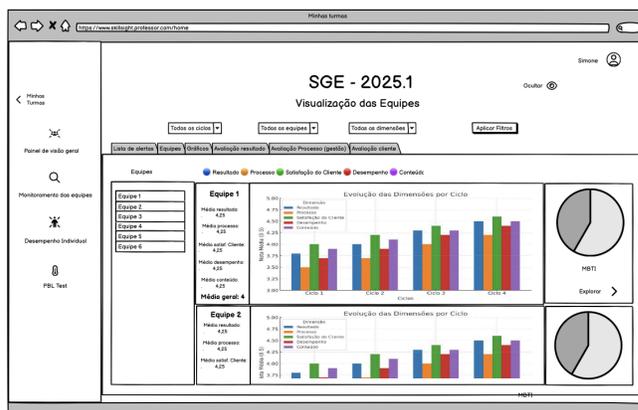


Fig. 7. Listagem de Equipes

Ao clicar em qualquer card de equipe, o professor é direcionado para uma interface com diferentes formatos de visualização, tais como gráficos de radar (que são os mais comumente utilizados pelos professores), mapa de calor, gráficos de linha e gráficos de colunas. Cada gráfico é acompanhado por uma tabela com dados detalhados que lista os alunos daquela equipe e suas respectivas notas individuais. As notas de avaliação de grupo (Avaliação de Resultado, Avaliação da Satisfação do Cliente e Avaliação de Processo) são replicadas entre todos os alunos, enquanto as notas individuais não são replicadas, por serem do âmbito individual. Dessa forma, cada aluno pode ser clicado individualmente para acessar sua avaliação específica.

A quarta interface prototipada foi a de visualização individual do aluno, que apresenta um painel detalhado com o mesmo modelo de jornada utilizado para os times, mas aplicado às avaliações individuais. Nessa interface, o professor pode analisar a evolução do aluno nas dimensões Avaliação de Conteúdo e Avaliação de Desempenho, além

de consultar as médias das competências avaliadas e as notas individuais ao longo dos ciclos.

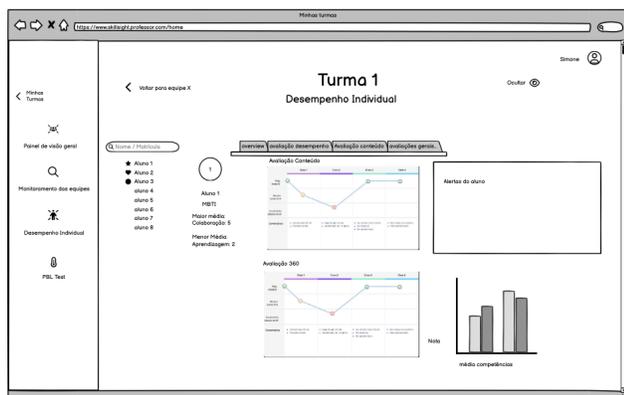


Fig. 8. Painel Individual

Além de todos esses protótipos de interface, também foi realizado um protótipo da interface inicial que lista as unidades educacionais das quais aquele professor faz parte. Este protótipo é relevante, uma vez que o professor necessitava navegar entre as planilhas e não havia uma visualização que resumisse as unidades educacionais de forma eficiente, sendo necessária a etapa de entrar nas planilhas para visualizar os dados das unidades.

A ideia inicial apresenta filtros sempre visíveis para facilitar a filtragem dos dados de forma redundante, sem a necessidade de clicar nas colunas específicas. Esses filtros variam dentre as visualizações de equipes e as visualizações individuais. Enquanto o professor estiver visualizando as equipes, ele poderá filtrar o ciclo e as equipes a qualquer momento.

Após a primeira ideiação do dashboard, foi realizada uma etapa de avaliação dos rascunhos com os professores e tutores que participaram das entrevistas na fase de coleta de dados, para dar prosseguimento às etapas do ciclo DSR. O objetivo desta avaliação era obter feedbacks qualitativos sobre a usabilidade, a adequação das visualizações de dados e a utilidade das métricas apresentadas, permitindo ajustes antes da proposta final do sistema.

Os feedbacks foram coletados por meio de reuniões individuais, nas quais cada professor e tutor avaliou os protótipos desenvolvidos, apontando pontos positivos, sugestões de melhorias e ajustes necessários para a proposta. As próximas subseções apresentam os principais insights obtidos durante essa etapa.

4.2.1. Ajuste da visão geral das unidades educacionais

Um dos primeiros pontos levantados foi a ênfase inicial na visualização de entregas, o que não condizia com a abordagem do PBL. Durante a avaliação, foi possível observar que o protótipo da interface das unidades educacionais estava com um foco muito grande em entregas. No entanto, o dashboard não deveria se concentrar no controle das entregas individuais, mas sim no progresso da aprendizagem dos alunos. Como resultado, a interface inicial foi reformulada para fornecer uma visão ampla das cinco dimensões do PBL-SEE, permitindo que o professor tenha um panorama claro da turma antes de se aprofundar em análises mais detalhadas. Para alcançar esse objetivo, a interface inicial passou a apresentar dados sobre o perfil da turma.

4.2.2. Reformulação no painel de alertas

O protótipo do painel de alertas foi bem recebido em termos de sua interface, mas houve críticas quanto à sua falta de intuitividade. Por isso, a interface do painel foi ajustada para categorizar os alertas por tags, permitindo que os professores filtrem recorrências de feedbacks deixados pelos alunos. Além disso, foram elaboradas tags para filtragem dos alertas por dimensões de avaliação (como Desempenho, Conteúdo, Processo, entre outros), o que torna a navegação mais eficiente.

4.2.3. Ajustes no painel de Jornada

O painel de Jornada, que apresenta a evolução das notas e feedbacks das equipes ao longo dos ciclos, também foi bem recebido e aprovado como um recurso indispensável para acompanhar o progresso dos alunos, sendo sugerido apenas uma inversão de lados no gráfico de colunas que o acompanha para que a visualização ficasse da esquerda para a direita. Além disso, foi sugerido que houvesse um botão no gráfico para ficar mais claro que os feedbacks podem ser lidos na íntegra, pois não estava claro que o professor poderia clicar no resumo dos feedbacks para visualizá-los por completo.

4.2.4. Reformulação da visualização de Equipes e Alunos

Outro ponto de melhoria identificado foi a necessidade de uma visualização mais intuitiva para a análise das equipes e dos alunos. Inicialmente, o dashboard apresentava um heatmap para análise comparativa, mas os professores enfatizaram que essa visualização não fazia sentido no contexto do PBL, uma vez que não há correlação direta entre ciclos e dimensões avaliadas.

Outra sugestão relevante foi a inclusão de um painel informativo sobre as equipes, contendo dados como o nome do projeto, o cliente real e os membros do time, o que facilitaria a navegação dentro do dashboard.

Um ponto levantado foi a escolha do perfil MBTI para o painel de equipes. A escolha por manter o gráfico dos perfis MBTI neste painel deve-se ao fato de que esse modelo oferece uma categorização mais detalhada, sendo mais adequado para análises no nível das equipes. Já o modelo de Keirsey oferece uma perspectiva mais sintética e agregada, o que favorece a visualização panorâmica dos perfis predominantes na unidade educacional e torna mais fácil a compreensão da diversidade comportamental da turma.

É importante salientar que o modelo de Keirsey é uma derivação direta do MBTI, tendo como foco a organização dos 16 tipos em quatro grandes temperamentos: Guardiã, Artesão, Idealista e Racional. Ambos compartilham a mesma base teórica, fundamentada nos tipos psicológicos de Carl Gustav Jung [33]

4.2.5. Ajustes na Exibição de Competências Individuais

Durante a análise dos protótipos de visualização individual, foi levantado que a visão das competências deveria ser separada entre *hard skills* e *soft skills*, garantindo que os professores pudessem avaliar desempenho e conhecimento técnico de forma distinta. Dessa forma, a interface foi ajustada para apresentar dois gráficos em abas separadas: um para o aspecto de Desempenho (*soft skills*) e outro para o aspecto de Conteúdo (*hard skills*), permitindo uma análise mais clara e objetiva.

4.3. Prototipação

Após avaliação dos rascunhos e aplicação dos ajustes recomendados pelos professores e tutores, uma nova proposta de dashboard foi desenhada de acordo com as principais necessidades identificadas durante a pesquisa. A ferramenta foi concebida com o objetivo de fornecer uma visão estruturada do aprendizado dos alunos no PBL, permitindo que os professores acompanhem a evolução das equipes, os feedbacks qualitativos e os desempenhos individuais ao longo dos ciclos. Um vídeo demonstrando as interfaces propostas está disponível no seguinte link: <https://tinyurl.com/skillsightlens>.

A nova versão do dashboard gira em torno de quatro interfaces principais, cada uma com um objetivo específico: Visão Geral das Unidades Educacionais, Painel de Jornada, Visualizações nos níveis de Equipes e Análise Individual do Aluno. O termo “unidades educacionais” foi escolhido devido a sua amplitude conceitual, permitindo que o dashboard seja aplicado em diferentes contextos institucionais — como módulos, disciplinas, cursos — e diferentes níveis de granularidade da gestão pedagógica. Em seguida, cada uma dessas interfaces é detalhada, enfatizando suas funcionalidades e os benefícios que elas proporcionam aos professores. Os prints de todas as interfaces podem ser encontrados no Apêndice B.

4.3.1. Visão Geral das Unidades Educacionais

A interface inicial do dashboard apresenta um panorama geral da unidade educacional (Apêndice B, 1), permitindo que os professores compreendam de forma rápida as principais características da turma. Com base nas necessidades dos professores, foram adicionados os seguintes elementos:

- *Informações gerais da unidade educacional:* Número de alunos, quantidade de equipes e objetivos educacionais da disciplina.
- *Perfil dos alunos:* Distribuição dos tipos psicológicos Keirsey dentro da turma, exibida em um gráfico de rosca para facilitar a visualização do perfil predominante.
- *Ciclo de aprendizado atual:* Representação gráfica da posição atual da turma no PBL, destacando o estágio em que os alunos se encontram dentro do processo.

Essa interface foi ajustada para garantir que os professores tenham uma visão estratégica da turma antes de aprofundar-se nas análises individuais ou de equipe. Ao clicar em uma das unidades educacionais, o professor irá ser direcionado diretamente para o painel de alertas. As unidades educacionais são listadas com scroll horizontal.

4.3.2. Painel de Jornada

O “painel de jornada”, ilustrado na Figura 9, foi criado para permitir que os professores acompanhassem a evolução das equipes ao longo dos ciclos do PBL.

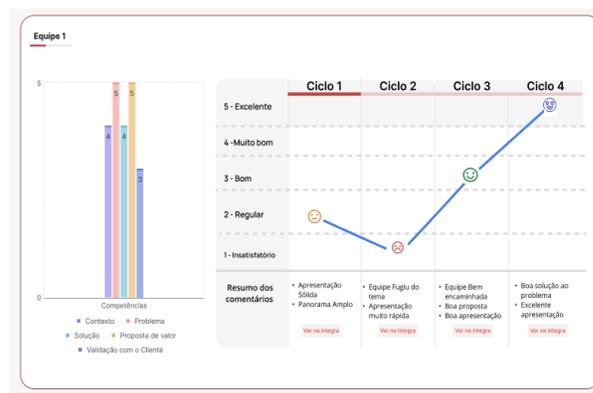


Fig. 9. Painel de Jornada

O painel de jornada apresenta:

- Linha do tempo interativa, mostrando a *média das avaliações da equipe* em cada ciclo do PBL, possibilitando o clique para que o professor compreenda as notas que levaram àquela média naquele ciclo.

- Gráfico de barras detalhado, exibindo as *notas individuais das competências* avaliadas dentro do ciclo selecionado na jornada.
- *Resumo automático dos feedbacks textuais*, gerado por IA, permitindo que o professor correlacione as notas quantitativas com as avaliações qualitativas dos alunos. Para isso, o painel apresenta uma visão resumida — com os principais pontos extraídos por inteligência artificial — e um botão para uma visão completa, com o conteúdo integral dos feedbacks textuais.

Este painel torna possível ao professor compreender os padrões de progresso das equipes, identificando fatores que contribuíram para melhorias ou dificuldades ao longo do tempo.

4.3.3. Painel de Alertas

O objetivo do Painel de alertas (ilustrado na Figura 10) é simplificar, usando inteligência artificial, todos os dados relevantes dos feedbacks textuais que despertam a atenção de alguma forma.

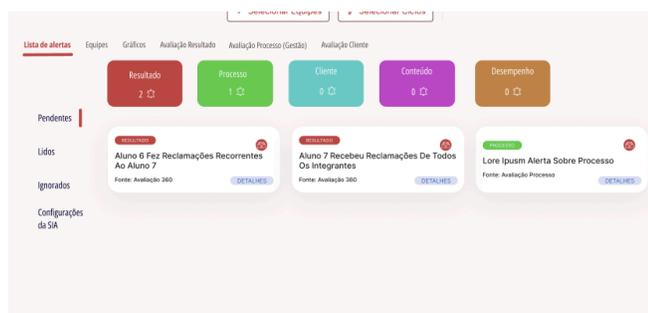


Fig. 10. Painel de Alertas

Os alertas serão separados por dimensão de avaliação, ordenando-os de acordo com a avaliação que o gerou. Cada avaliação apresenta cores que são exibidas no card do alerta para facilitar a identificação visual de qual avaliação gerou o alerta em questão.

Além disso, os alertas também podem ser lidos ou ignorados, existindo uma interface para a leitura dos mesmos (Apêndice B, 3). Este painel terá um impacto significativo na detecção de recorrências ou casos fora da curva, dispensando o professor da necessidade de ler todos os feedbacks disponíveis, o que significará uma redução considerável na carga de trabalho ao avaliar os alunos.

Para validar a viabilidade técnica da geração automática de resumos a partir de feedbacks textuais, foram realizados

testes utilizando o modelo GPT-4o [32], da OpenAI — um modelo de linguagem avançado, capaz de realizar tarefas complexas de compreensão e síntese textual.

Os resultados preliminares mostraram-se promissores em termos de clareza e coerência dos resumos gerados. No entanto, a definição do modelo definitivo de inteligência artificial não faz parte do escopo deste trabalho e deve ser objeto de análises futuras, tendo em vista critérios como custo computacional, tempo de inferência, privacidade dos dados e necessidade de fine-tuning com base em dados educacionais específicos.

4.3.4. Visualização de Equipes

A interface Visualização de Equipes é composta por painel ilustrado na Figura 11.



Fig. 11. Painel de Visualização de Equipes

Essa interface foi reformulada para oferecer um resumo intuitivo do desempenho das equipes, eliminando a necessidade de o professor acessar múltiplas abas e planilhas para obter um panorama geral.

Para facilitar a visualização o *scroll* é na vertical. Ao clicar em uma turma o professor será direcionado para a tela de gráficos, tendo como gráfico padrão a ser exibido o gráfico de radar, identificado através das entrevistas serem os gráficos mais vistos pelos professores. No entanto, caso deseje, o professor pode alternar a visualização entre os gráficos que podem fornecer um panorama sobre a evolução da equipe, sendo possível selecionar os gráficos de linha ou gráficos de colunas (Apêndice B, 5 a 7).

As principais funcionalidades desta interface incluem:

- *Listagem de equipes*, apresentando um resumo visual das avaliações de cada grupo.
- Gráficos de radar, exibindo as *notas médias das competências* avaliadas ao longo dos ciclos.
- Gráfico de rosca, representando o *perfil MBTI* predominante na equipe.
- *Tabela detalhada com as notas dos alunos*, permitindo que os professores acessem informações individuais sem precisar mudar de tela.

Essa reformulação tornou a análise mais rápida e objetiva, garantindo que os professores possam visualizar as equipes de maneira eficiente antes de acessar os detalhes individuais.

4.3.5. Visualização Individual

A interface de análise individual do aluno, ilustrada na Figura 12, foi criada com o objetivo de permitir que os professores analisem o desempenho específico de cada aluno.

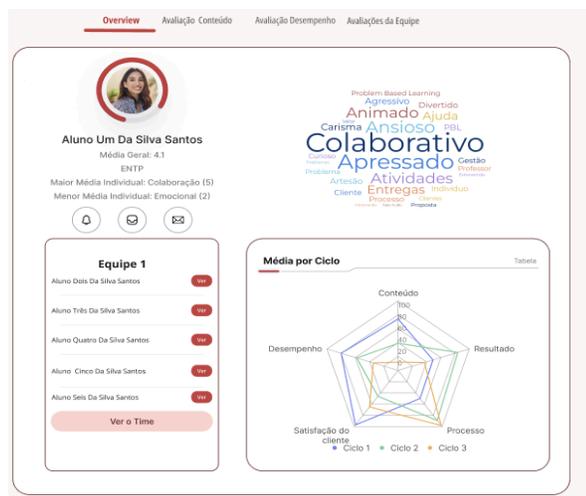


Fig. 12. Overview do aluno

Assim como as interfaces de equipes, a ideia é que o professor consiga visualizar primeiro os dados numa ótica mais generalizada, para então ter a possibilidade de adentrar aos detalhes como recomendam os painéis organizacionais.

A ideia da nuvem de palavras veio após a leitura de [30]. Neste estudo, é possível concluir que a utilização de nuvens de palavras oferece aos professores uma visão rápida sobre os principais temas discutidos pelos estudantes, destacando automaticamente os tópicos mais relevantes abordados em seus feedbacks textuais. Dessa forma, é possível destacar que os principais elementos deste painel são:

- *Gráficos da Jornada do Aluno*, que apresentam sua evolução nas avaliações de âmbito individual

(conteúdo e desempenho) ao longo dos ciclos, além de exibir os mesmos gráficos disponíveis na visualização de equipe.

- *Notas detalhadas de competências*, separando hard skills e soft skills para facilitar a análise do desempenho.
- *Resumo automático dos feedbacks sobre o aluno*, permitindo que o professor entenda rapidamente os pontos de melhoria e os destaques positivos.
- *Uma nuvem de palavras que resume os principais tópicos discutidos* sobre o aluno nos últimos feedbacks textuais. [30].

Essa reformulação permitiu que os professores tivessem uma perspectiva mais estruturada da aprendizagem dos alunos, assegurando a tomada de decisões pedagógicas baseadas em dados concretos exibidos de forma simples. Além disso, o professor também terá acesso ao painel de jornada (Figura 9) para ver os dados sintetizados das avaliações individuais de conteúdo e avaliação de desempenho. Também será possível visualizar as avaliações da equipe à qual aquele aluno faz parte. Visto que todos os alunos que pertencem a uma equipe recebem a mesma pontuação da equipe inteira, esses gráficos de equipe são iguais entre todos os membros da equipe (Apêndice B, 15 a 17).

4.4. Avaliação

A nova versão do dashboard sofreu alterações significativas com base nas sugestões dos professores e tutores, assegurando que as informações apresentadas sejam relevantes, acessíveis e organizadas de forma eficiente. Como principais benefícios, destacam-se:

- *Leitura ágil e eficiente*: Redução da sobrecarga de leitura para os professores, com a introdução de resumos automáticos dos feedbacks textuais.
- *Estruturação das informações*: Melhor organização da visualização das equipes e alunos, permitindo que os professores analisem os dados de forma rápida e objetiva.
- *Acompanhamento do progresso da aprendizagem*: Evolução do sistema de gráficos, com a utilização de gráficos de linha para evolução, radar para desempenho geral e rosca para perfis da equipe.
- *Visão holística dos dados*: A solução permite que o professor tenha uma visão geral antes de acessar dados mais específicos, facilitando a navegação.

Com essas modificações, a nova versão do dashboard pretende ser tornar uma ferramenta apropriada para o acompanhamento da aprendizagem no PBL, fornecendo aos professores um suporte analítico eficaz para avaliar a evolução dos estudantes ao longo dos ciclos.

4.4.1. Avaliações do Dashboard com Especialistas

Após a finalização da nova versão do dashboard, foi elaborado um questionário de avaliação com o objetivo de obter a opinião de professores e tutores sobre a usabilidade, clareza e utilidade das telas criadas (Apêndice C). Seis especialistas responderam o questionário, conforme mostra a Tabela II, dentro do período de 20/03/25 a 25/03/25.

TABELA II. PERFIS DOS ESPECIALISTAS

ID	Gênero	Perfil	Experiência em PBL (anos)	Conhecimento em PBL
P1	Masculino	Tutor	3 ~ 5	Alto
P2	Masculino	Tutor	3 ~ 5	Alto
P3	Masculino	Tutor	3 ~ 5	Alto
P4	Feminino	Tutor	1 ~ 2	Médio
P5	Feminino	Professor	5+	Muito Alto
P6	Masculino	Professor	5+	Muito alto

O instrumento utilizado foi composto por perguntas com uma escala Likert (de 1 a 5) e questões abertas para identificar pontos fortes e oportunidades de melhoria. Nas questões que usaram a escala, possuíam a seguinte descrição para cada número da escala:

- 1 Discordo Fortemente
- 2 Discordo Parcialmente
- 3 Neutro (Nem concordo, nem discordo)
- 4 Concordo parcialmente
- 5 Concordo Fortemente

O questionário aplicado nesta etapa foi inspirado em instrumentos utilizados anteriormente em avaliações de soluções educacionais baseadas em DSR, tendo sido adaptado ao contexto específico deste estudo.

A Tabela III mostra cada questão do questionário e a sua média obtida dos seus respondentes. A Figura 13 apresenta uma visão das respostas, considerando cada respondente visualmente.

TABELA III. QUESTIONÁRIO SOBRE OS DASHBOARDS

ID	Questão	Média
1	Me senti confortável com essa interface	4,34
2	Foi fácil encontrar as informações que eu precisava	4,84
3	A interface é visualmente agradável	4,84
4	Fiquei satisfeito com a organização das informações	4,5
5	Achei a interface bem simples de usar	4,67
6	Preciso aprender vários conceitos antes de utilizar essa interface	2

ID	Questão	Média
7	Os gráficos me ajudaram a visualizar a evolução dos alunos e equipes ao longo dos ciclos	5
8	Os gráficos e tabelas deste dashboard são úteis para acompanhar o progresso do aluno no curso	4,84
9	O painel de alertas facilita a compreensão dos principais pontos de atenção da turma	4,34
10	Os gráficos apresentam informações suficientes para análise	4,34
11	Eu utilizaria esses gráficos para tomar decisões pedagógicas	4,84
12	Quais foram os principais pontos positivos do dashboard?	Feedback Geral
13	O que poderia ser melhorado na interface ou nas funcionalidades?	Feedback Geral
14	Se pudesse sugerir uma melhoria principal no dashboard, qual seria?	Feedback Geral

TAM

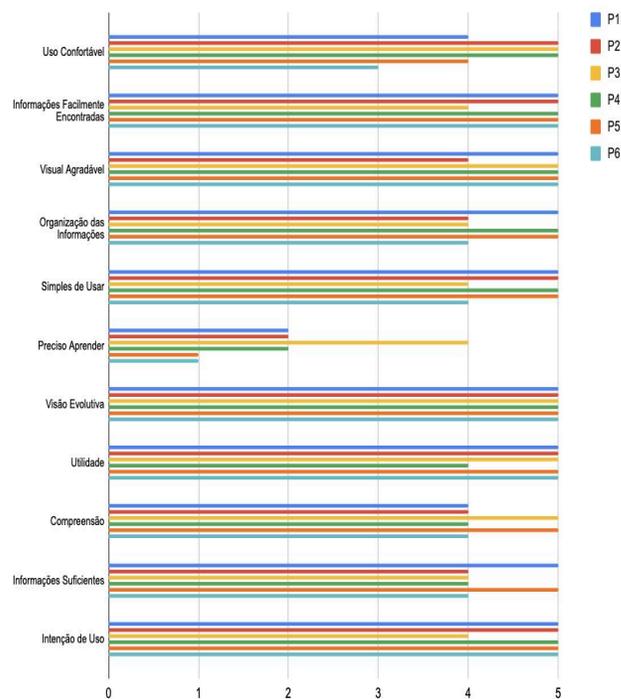


Fig. 13. Avaliação TAM da solução proposta

Analisando as respostas quantitativas dos especialistas na Figura 13, é possível perceber que a interface desenvolvida foi bem recebida em vários aspectos. Os avaliadores destacaram especialmente a facilidade em localizar informações necessárias (média 4,84) e consideraram o visual agradável (média 4,84), além de demonstrarem satisfação com a simplicidade de uso (média 4,67) e a organização geral (média 4,50).

Um ponto importante a destacar é o alto reconhecimento da utilidade dos gráficos e tabelas para a tomada de decisões pedagógicas, com média próxima à concordância total (4,84), alcançando ainda a concordância máxima quanto à clareza da visualização da evolução dos alunos e equipes ao longo dos ciclos (média 5,00).

O painel de alertas também foi avaliado positivamente (4,34), sugerindo uma percepção geral muito positiva quanto à eficácia da solução proposta no suporte à análise pedagógica.

O único ponto que se destaca devido a sua natureza invertida, foi a necessidade de aprendizado prévio de conceitos para uso da interface, com baixa média (2,00), no entanto isso indica que a ferramenta foi percebida como intuitiva e de fácil entendimento.

A pergunta aberta (Pergunta 12) destaca, sobretudo, a consolidação clara e intuitiva das informações em uma única interface, a facilidade e rapidez para identificar a evolução individual e das equipes ao longo dos ciclos, a organização geral dos dados e a simplicidade e usabilidade das funcionalidades oferecidas. Alguns depoimentos evidenciam essas conclusões:

“Ter a consolidação das informações de maneira automatizada é um sonho para qualquer docente ou tutor. Hoje, o processo para estruturação dos dados e criação dos gráficos até permitir uma análise leva tempo e dá trabalho, sem contar a possibilidade de erros humanos na manipulação, exigindo muito cuidado e revisão. Utilizar uma ferramenta que faça isso de maneira inteligente e automatizada é um avanço para o PBL defendido pelo NEXT!” P1

“A identificação rápida da evolução da equipe e dos pontos críticos a serem melhorados, facilitando o acompanhamento contínuo.” P2

“Visualização clara dos dados e organização das informações.” P3

“Fácil de utilizar; várias ferramentas reunidas em apenas um local.” P4

“A interface é intuitiva e apresenta funções claras e essenciais para a gestão do processo em PBL, facilitando a tomada de decisão por meio da representação visual dos dados. Gostei do gráfico apresentado na avaliação de resultados, que, ao utilizar emojis, favorece uma interpretação rápida por parte do professor.” P5

“Resultados do desempenho dos alunos e equipes de maneira visual.” P6

As sugestões de melhoria (Pergunta 13) abrangeram, sobretudo, as interfaces relacionadas à visualização individual, tais como: informações mais claras sobre o desempenho pessoal, devido à sobrecarga de informações e inclusão da submissão de avaliações, sinalizando potenciais trabalhos futuros.

O especialista P2 destaca que: *“Por ter muitos dados, talvez um painel geral mais resumido facilitaria uma visualização inicial.”*. Isso demonstra uma possibilidade de melhorar a interface geral do aluno, tornando-a ainda mais simples e intuitiva, com uso de ícones ou outros recursos visuais para apresentar informações.

Dentre as sugestões para melhorias futuras, destacam-se a implementação de um chatbot baseado em Inteligência Artificial para consultas rápidas, e a inclusão de informações complementares dos alunos, contendo o histórico dele em outras unidades educacionais para apoiar decisões pedagógicas mais eficientes. O P1 sugeriu que o chatbot fosse capaz de pesquisar dados para acelerar o processo de busca, recomendando: *“Desenvolver e implementar um chatbot baseado em IA, permitindo consultas específicas diretamente aos dados.”*

4.4.2. Limitações e Ameaças à Validade da Pesquisa

As avaliações dos dashboards educacionais apresentados foram conduzidas por meio de questionários quantitativos e qualitativos. De acordo com Patton em [31], uma pesquisa qualitativa tem como objetivo compreender a natureza das ações, pensamentos e sentimentos por meio de técnicas de coleta de dados, como observações, entrevistas e questionários. Para minimizar possíveis vieses associados a esse tipo de pesquisa, foi utilizado um questionário estruturado com base em critérios amplamente aceitos na literatura de interfaces gráficas e usabilidade. Esta abordagem permitiu uma análise fundamentada nas percepções e experiências de um grupo de especialistas em aplicação da metodologia PBL e do modelo PBL-SEE. No entanto, é importante salientar que, apesar da experiência educacional dos avaliadores, nenhum deles possuía especialização técnica em design de interfaces gráficas, o que representa uma limitação potencial para a avaliação dos aspectos mais técnicos relacionados ao design visual e interativo dos dashboards.

Apesar das contribuições valiosas recebidas na avaliação, o processo enfrentou algumas dificuldades para encontrar especialistas com disponibilidade compatível, devido à complexidade das agendas acadêmicas e profissionais no período em que a avaliação foi conduzida. Isso limitou o número de participantes e impediu a realização de avaliações com acompanhamento. Essa limitação representa uma ameaça à abrangência da validação, uma vez que as percepções coletadas, embora qualitativas e ricas, não puderam ser trianguladas com diferentes perfis de usuários de forma mais ampla.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo do dashboard desenvolvido foi avaliado por meio de um formulário aplicado a professores e tutores

especialistas na metodologia PBL. Os resultados mostraram uma percepção positiva dos usuários em relação à interface proposta, destacando-se a clareza visual, a facilidade de uso e a utilidade prática das informações disponibilizadas. Os participantes elogiaram, particularmente, os gráficos que demonstram a evolução dos alunos e das equipes ao longo dos ciclos, bem como a capacidade da ferramenta de sintetizar automaticamente feedbacks textuais com o auxílio de técnicas de inteligência artificial, o que torna a análise pedagógica significativamente mais ágil e eficiente.

Apesar do retorno predominantemente positivo, também foram identificadas melhorias relevantes pelos usuários durante o processo de avaliação. Algumas sugestões envolveram a necessidade de simplificar determinadas visualizações, especialmente devido ao volume significativo de informações disponíveis.

Esses resultados reforçam a relevância prática e a potencialidade pedagógica da solução desenvolvida, indicando que o dashboard proposto pode efetivamente apoiar docentes no acompanhamento eficiente da aprendizagem em ambientes baseados em PBL.

6. CONCLUSÕES

Este estudo propôs e desenvolveu um dashboard educacional com o objetivo de apoiar professores e tutores no processo de avaliação contínua da aprendizagem em contextos educacionais baseados no Problem-Based Learning (PBL). O dashboard foi prototipado com base no modelo PBL-SEE, contemplando cinco dimensões avaliativas: Conteúdo, Desempenho, Resultado, Processo e Satisfação do Cliente, visando sintetizar avaliações autênticas e formativas.

Utilizando a metodologia Design Science Research (DSR), o estudo permitiu identificar desafios reais enfrentados pelos docentes, como o excesso de feedbacks textuais, falta de ferramentas adequadas e a dificuldade em monitorar continuamente o progresso da aprendizagem dos alunos. Em resposta a esses desafios, foi proposto um dashboard inteligente baseado em visualizações hierárquicas e intuitivas, com recursos gráficos interativos e ferramentas automatizadas de síntese de dados qualitativos.

A avaliação do protótipo, realizada por meio de formulário, demonstrou uma boa aceitação da interface. Os participantes enfatizaram a clareza das visualizações, a utilidade da síntese dos feedbacks e o potencial da ferramenta para apoiar o acompanhamento pedagógico no PBL.

No entanto, algumas funcionalidades foram identificadas como requisitos desejáveis para trabalhos futuros. Essas funcionalidades irão tornar ainda mais completa a experiência do professor ao usar a *SkillSight*, ferramenta no qual será incorporado o dashboard proposto. São elas:

- *Interface de overview de equipes*: sua criação poderá oferecer um resumo das equipes, com dados como nome do projeto, cliente real e membros do time.
- *Função para ocultar dados sensíveis*: implementar um ícone que permita ocultar nomes ou notas de alunos pode ajudar a manter a privacidade durante apresentações públicas ou compartilhamentos de tela.
- *Visualização de atividades*: Implementar uma tela capaz de centralizar todas as atividades entregues não só pelos alunos, mas também pelos stakeholders e todos os participantes da aplicação do PBL.
- *Interface do PBL Test (avaliação da maturidade do PBL)*: Funcionalidade importante para diagnosticar o alinhamento dos alunos com os princípios do PBL, permitindo ao professor ajustar sua estratégia.
- *Separação de perfis entre professores e tutores*, permitindo visões mais direcionadas de acordo com o tipo de perfil.
- *Simplificação na interface de Overview* da visualização Individual.
- *Chatbot utilizando IA* para interação do professor, possibilitando busca de dados ou resumos, sem a necessidade de acessar os painéis específicos.

A proposta do dashboard representa um avanço significativo no estudo de ferramentas digitais que auxiliem os professores na gestão da aprendizagem dos alunos em ambientes baseados em PBL. Os próximos passos envolvem desenvolver e aplicar esta solução em turmas reais e também desenvolver os requisitos desejáveis listados anteriormente, dando continuidade aos ciclos do DSR.

RECONHECIMENTO

Este trabalho teve o apoio do N.E.X.T (*iNnovative Educational eXperience in Technology*), Grupo de Pesquisa do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE, Brasil). Os autores agradecem aos professores e tutores que participaram desse projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] Moodle - https://moodle.org/?lang=pt_br
- [2] Blackboard - <https://www.anthology.com/pt-br/produtos/ensinando-e-aprendendo/eficacia-da-aprendizagem/blackboard-learn>
- [3] Google Classroom - <https://classroom.google.com/>
- [4] Bacich, L. "Metodologias Ativas: Desafios e Possibilidades" - <https://lilianbacich.com/2018/07/24/metodologias-ativas/>
- [5] D. Kolb, *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, 2nd ed., Pearson FT Press, 2014.
- [6] A. M. C. Oliveira, S. C. dos Santos and V.C. Garcia, "PBL in Teaching Computing: An overview of the last 15 years". In: *Frontiers in Education 2013*, Oklahoma IEE Education Society.

- [7] S. C. dos Santos and F. Furtado and W. Lins. "xPBL: A methodology for managing PBL when teaching computing". IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings, 2014
- [8] G. Alexandre, S. C. Santos., A. Rodrigues., P. Reis. Applying and managing PBL: An experience in information systems education, CSEDU, Funchal, Madeira, Portugal, 2018.
- [9] S. C. dos Santos, "PBL-SEE: An authentic assessment model for PBL-based software engineering education." *Transaction on Education*, IEEE, 2017.
- [10] B. A. Schwendimann, M. J. Rodríguez-Triana, A. Vozniuk, L. P. Prieto, M. S. Boroujeni, A. Holzer, D. Gillet, and P. Dillenbourg, "Perceiving Learning at a Glance: A Systematic Literature Review of Learning Dashboard Research," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 10, no. 1, pp. 30–41, 2017.
- [11] D. Kolb, *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, 2nd ed., Pearson FT Press, 2014.
- [12] K. Peffers, T. Tuunanen, M. A. Rothenberger, and S. Chatterjee, "A Design Science Research Methodology for Information Systems Research," *Journal of Management Information Systems*, vol. 24, no. 3, pp. 45–77, 2007.
- [13] Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S., & Santos, J. L. "Learning analytics dashboard applications." *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1500–1509, 2013.
- [14] Nielsen, "7 Key Features of a Marketing KPI Dashboard." - <https://www.nielsen.com/pt/insights/2019/7-key-features-of-a-marketing-kpi-dashboard/>
- [15] Santos, S. C., Reis, P. B. S., Reis, J. F. S., & Tavares, F. "Two Decades of PBL in Teaching Computing: A Systematic Mapping Study." *IEEE Transactions on Education*, 2020
- [16] Santos, S. C., Bispo Jr., E. L., Santos Filho, O. C., & Oliveira, R. P. A. "Problem-Based Learning Diagnosis in Computing Higher Education: An Overview from Brazilian Public Institutions." *SN Computer Science*, 2022.
- [17] S. C. dos Santos, A. C. Monte, and A. Rodrigues, "A PBL approach to process management applied to software engineering education," in 2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE, 2013, pp. 741–747.
- [18] S. C. dos Santos, W. S. de Souza, and P. A. A. Falcão. "Soft Skills in Remote Software Development: A Comparative Study between the Demands of the Biggest and the Best to Work IT Companies." In Proceedings of the 2024 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2024.
- [19] Santos, S. C., Furtado, F., & Lins, W. "Student Board: A Visual Approach to Track Problem-Based Learning in Software Engineering Education." *Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2019.
- [20] Matheus Menezes. "DISS_MatheusMenezes_PPGI: Análise do uso de dashboards na educação." Dissertação de Mestrado - PPGI, 2020.
- [21] Santos, S. C., Oliveira, T., & Reis, P. "Análise do uso de dashboard como ferramenta de apoio à tomada de decisão em instituições de ensino: uma Revisão Sistemática da Literatura." *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 2019.
- [22] Rosca, I., Martens, A., & Kreisel, M. "Development of a Learning Analytics Dashboard in Higher Education." *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2018.
- [23] Ginda, M., Richey, M., & White, T. "Empowering Instructors in Learning Management Systems: A Dashboard for Performance Tracking." Proceedings of LAK, 2016.
- [24] Miller, R., & Dawson, K. "The Development of a Learning Dashboard for Lecturers: A Case Study." *Educational Technology & Society*, 2017.
- [25] Guzmán-Valenzuela, C. "The challenge of educational data quality in analytics dashboards: A systematic literature review." *International Journal of Educational Technology*, 2021.
- [26] Silva, M., & Pereira, D. "Barreiras na adoção de Learning Analytics Dashboards por professores: Um estudo de caso em universidades públicas." *Revista Brasileira de Educação*, 2020.
- [27] J. R. Wieringa. "Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering." *Springer*, 2014.
- [28] Quatro temperamentos de Keirse - <https://www.keirsev.com/>
- [29] Diagrama PBL-SEE - [Bycvcles-Check.jpg](#)
- [30] D. Maia, S.C. dos Santos, "Monitoring Students' Professional Competencies in PBL: A Proposal Founded on Constructive Alignment and Supported by AI Technologies," in Proceedings of the IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2022.
- [31] MQ Patton, "Qualitative Research & Evaluation Methods". 3. ed. California: Sage Publications, 2002.
- [32] GPT-4o - <https://chatgpt.com/>
- [33] Keirsey, D. *Please Understand Me II: Temperament, Character, Intelligence*. Prometheus Nemesis Book Company., 1998.

APÊNDICE A

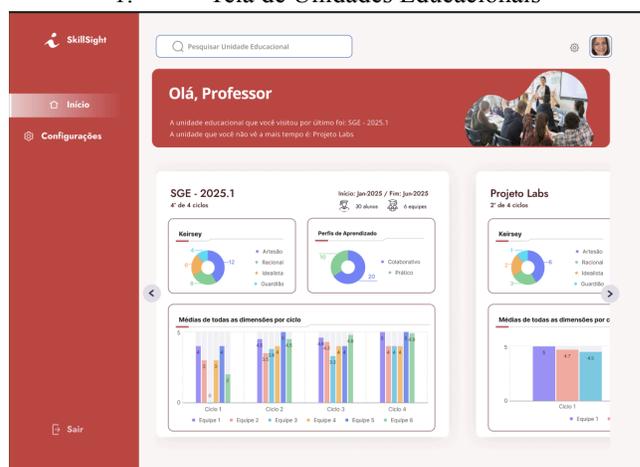
Questionário Utilizado na etapa de Investigação:

1. Quais são as principais dificuldades que você enfrenta ao avaliar a evolução dos alunos no PBL?
2. Quais tipos de avaliação você utiliza no PBL?
3. Com que frequência você avalia o desempenho dos alunos?
4. Atualmente, como você acompanha o progresso individual dos alunos no PBL?
5. O que seria essencial para um painel de acompanhamento da aprendizagem?
6. O que te ajudaria a entender melhor o desempenho dos alunos?
7. Você gostaria que o painel incluísse alertas automáticos?
8. Se você já utiliza alguma ferramenta para acompanhar a evolução dos alunos, qual é sua principal limitação?
9. Qual funcionalidade seria de maior ajuda para sua análise de um grupo da turma?

APÊNDICE B

Interfaces da solução proposta:

1. Tela de Unidades Educacionais



2. Painel de Alertas



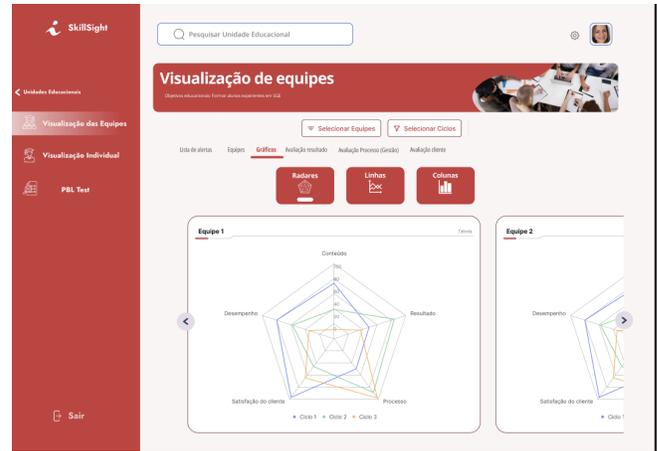
3. Tela de leitura dos Alertas



4. Painel de Equipes



5. Tela de gráficos por equipes (Radar)



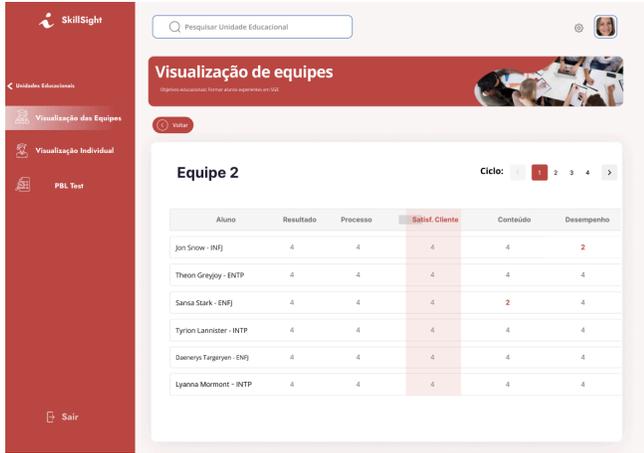
6. Tela de gráficos por equipes (Linhas)



7. Tela de gráficos por equipes (Colunas)



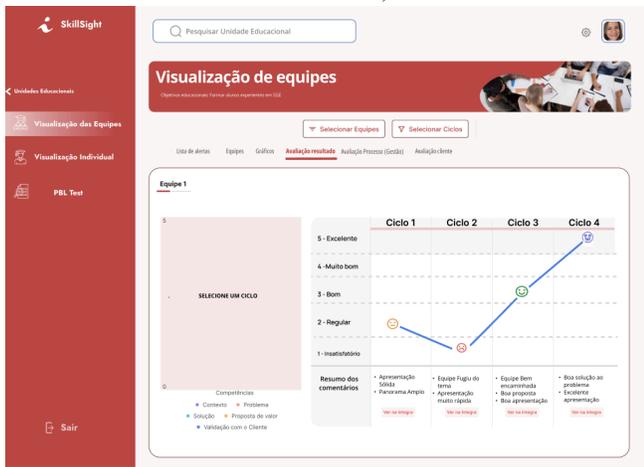
8. Tela tabela por equipes



9. Tela de avaliação Resultado (sem ciclo selecionado)



12. Tela de avaliação Satisfação do Cliente



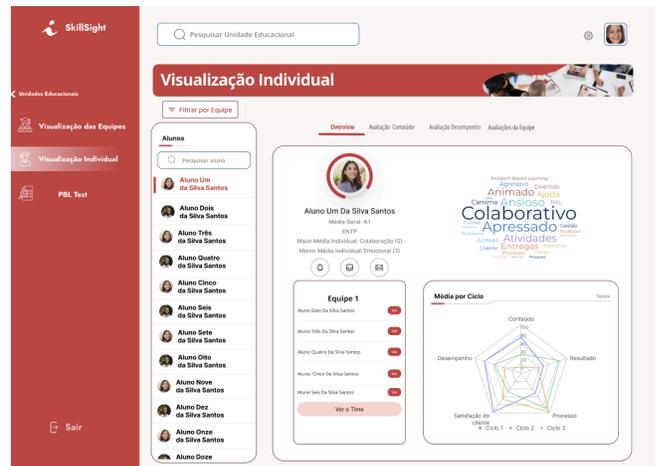
10. Tela de avaliação Resultado (com ciclo selecionado)



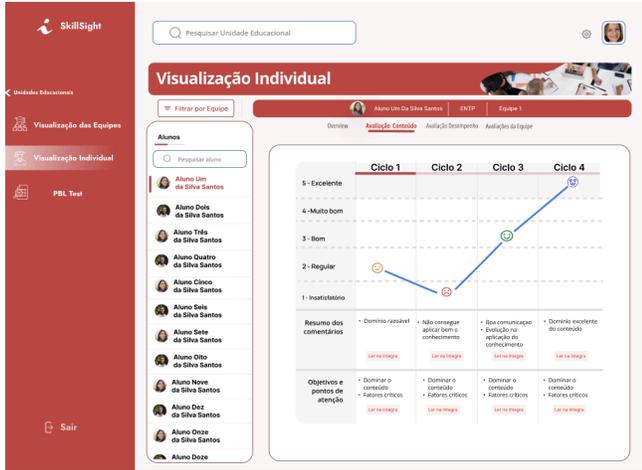
13. Tela de overview individual



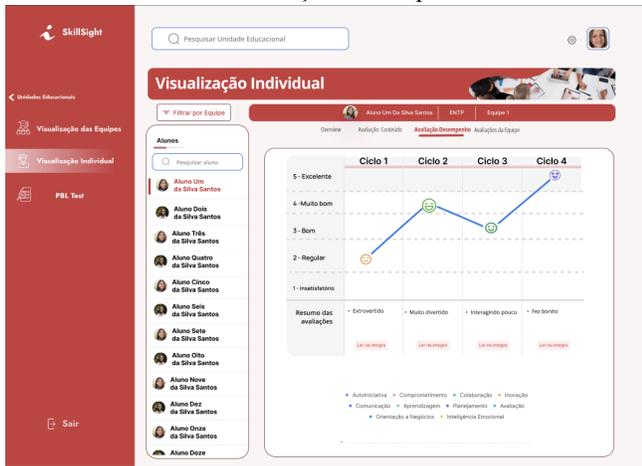
11. Tela de avaliação processo



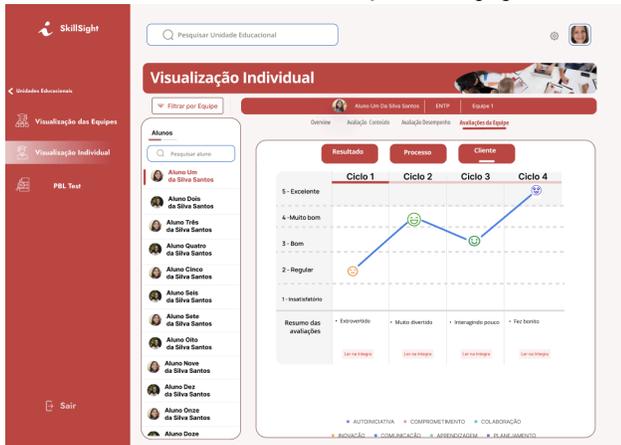
14. Tela de Avaliação Conteúdo individual



15. Tela de Avaliação Desempenho Individual



16. Tela de Avaliações da Equipe



APÊNDICE C

Questionário utilizado na Etapa de Avaliação:

Usabilidade Geral:

1. Me senti confortável utilizando esta interface.
2. Foi fácil encontrar as informações que eu precisava.
3. A interface é visualmente agradável.
4. Fiquei satisfeito com a organização das informações.
5. Achei esta interface bem simples de usar.
6. Preciso aprender vários conceitos antes de conseguir utilizar esta interface.

Funcionalidade dos Gráficos e Tabelas:

7. Os gráficos me ajudaram a visualizar a evolução dos alunos e equipes ao longo dos ciclos.
8. Os gráficos e tabelas deste dashboard são úteis para acompanhar o progresso do aluno no curso.
9. O painel de alertas facilita a compreensão dos principais pontos de atenção na turma.
10. Os gráficos apresentam informações suficientes para análise.
11. Eu utilizaria esses gráficos para tomar decisões pedagógicas.

Satisfação:

12. Quais foram os principais pontos positivos do dashboard?
13. O que poderia ser melhorado na interface ou nas funcionalidades?
14. Se pudesse sugerir uma melhoria principal no dashboard, qual seria?