Game Learning Analytics e Visualização de Dados: um Estudo em um Quiz Educacional

Matheus Garcia Escobar – Sistemas de Informação – UFSM – mgescobar@inf.ufsm.br
https://orcid.org/0009-0008-2077-6515
Giliane Bernardi – DCOM/PPGTER – UFSM – giliane.bernardi@ufsm.br
https://orcid.org/0000-0002-6568-8921

Resumo: *Este artigo explora a aplicação de Game Learning Analytics (GLA) no jogo educacional Lumni, um quiz projetado para apoiar a aprendizagem dos estudantes em diferentes conteúdos. A pesquisa foca na coleta e análise de dados gerados pelas interações dos alunos, com uma aplicação específica realizada em um contexto de Engenharia de Software, abordando temas relacionados ao conteúdo. Utilizando um dashboard para visualização dos dados, o estudo permite a identificação de padrões de engajamento e a possibilidade de ajustes na dificuldade das questões. Avaliações de usabilidade e aceitação da proposta indicam que tanto o jogo quanto a ferramenta de visualização foram bem recebidos, destacando melhorias na compreensão dos conteúdos abordados e fornecendo feedback em tempo real, o que reforça a eficácia do GLA no ensino.*
Palavras-chave*: Jogos Educacionais; Análise de Aprendizagem em Jogos; Visualização de Dados.*

Game Learning Analytics and Data Visualization: a Study in an Educational Quiz

Abstract*. This paper explores the application of Game Learning Analytics (GLA) in the educational game Lumni, a quiz designed to support students' learning across various subjects. The research focuses on collecting and analyzing data generated by student interactions, with a specific implementation carried out with Software Engineering students, addressing content-related themes. Utilizing a dashboard for data visualization, the study allows for the identification of engagement patterns and the possibility of adjusting question difficulty. Usability and acceptance evaluations demonstrate that both the game and the visualization tool were well-received, highlighting improvements in content comprehension and real-time feedback, thereby reinforcing the effectiveness of GLA in education.*
Keywords*: Educational Games; Game Learning Analytics; Data Visualization.*

1. Introdução

A utilização de tecnologias educacionais tem se tornado cada vez mais relevante na busca pela melhoria dos processos de ensino e aprendizagem. Embora o ensino ainda seja amplamente guiado por métodos tradicionais, como aulas expositivas e exercícios práticos, o aumento de novas tecnologias possibilita uma expansão das ferramentas utilizadas (FARIAS, 2019).

Nesse contexto, os softwares educacionais, ao coletarem e disponibilizarem dados referentes ao comportamento e desempenho dos alunos, oferecem uma possibilidade promissora para a análise pedagógica e gestão educacional. Essa capacidade de coletar informações detalhadas representa um avanço significativo, transformando a abordagem pedagógica e remodelando o paradigma educacional em uma era de informação abundante (JOHAR *et al.*, 2023). A disciplina emergente conhecida como *Learning Analytics* (LA) surge nesse contexto, visando extrair insights significativos das interações entre alunos e professores em ambientes digitais. As ferramentas educacionais que incorporam LA buscam fornecer feedback com indicadores estatísticos do progresso do aluno, gerando informações mais precisas e autênticas em comparação com métodos tradicionais.

No âmbito dos softwares educacionais, os jogos têm se destacado como instrumentos valiosos, capazes de integrar os princípios de LA e engajamento. Essa combinação não apenas

aprimora a experiência de aprendizagem, mas também apresenta desafios para a avaliação e personalização das estratégias de aprendizagem, ao mesmo tempo em que reforça o interesse pela *Game Learning Analytics* (GLA). A aplicação de GLA no contexto educacional coleta e analisa dados gerados durante o jogo, oferecendo informações relevantes sobre o processo de aprendizagem e possibilitando ajustes pedagógicos de forma mais eficaz. Com a utilização de dashboard*s* interativos para visualização de dados, educadores podem identificar padrões de engajamento e efetividade do ensino, aprimorando as experiências de aprendizagem oferecidas aos alunos.

Considerando o exposto, este artigo tem como objetivo apresentar a implementação de estratégias de *Game Learning Analytics* (GLA) e visualização de dados no quiz educacional Lumni. O objetivo do Lumni é fornecer análises detalhadas do desempenho dos alunos, permitindo a identificação prévia de áreas que necessitam de melhorias, por meio do design de gráficos intuitivos como ferramentas de visualização. O estudo também avalia os resultados em termos de usabilidade e aceitação tanto do jogo quanto da ferramenta de visualização, buscando contribuir para a compreensão do impacto do GLA na educação, bem como estabelecer uma base para futuras pesquisas e desenvolvimentos na área.

2. Game Learning Analytics e Visualização de Dados

O termo *analytics* refere-se ao processo de descobrir padrões por meio de dados para resolver problemas ou fazer previsões que apoiem decisões, melhorando o desempenho das ações (FARIAS, 2019). Quando aplicado ao contexto educacional, o conceito se transforma em *Learning Analytics* (LA), definido por Nascimento, Rodrigues e Andrade (2021) como a medição, coleta, análise e geração de relatórios de dados sobre alunos e seus contextos, com o objetivo de compreender e otimizar a aprendizagem. Com o aumento da coleta de dados em ambientes virtuais, a análise de aprendizagem vem se destacando como uma técnica emergente que pode facilitar a tomada de decisões e intervenções curriculares (DANIEL, 2015; LEITNER *et al.*, 2017; PEÑA-AYALA, 2017; WONG *et al.*, 2019).

No contexto de jogos, também encontramos a aplicação de técnicas de análise de dados, com o objetivo de entender o comportamento dos jogadores, otimizar a experiência de jogo e melhorar o design dos jogos (FREIRE *et al.*, 2016), o que é conhecido como *Game Analytics* (GA). GA pode abranger desde a coleta de dados básicos de jogabilidade, como pontuações e progresso do jogador, até análises mais complexas que envolvem padrões de comportamento dos usuários e a otimização de elementos do jogo para aumentar o engajamento e a retenção dos jogadores (FREIRE *et al.*, 2016; FARIAS, 2019; SPINELLI, 2020).

A intersecção entre LA e *Game Analytics* (GA) resulta em um campo de estudo chamado *Game Learning Analytics* (GLA), que coleta e analisa as ações dos alunos durante a execução de um jogo educacional (FREIRE *et al.*, 2016). GLA visa entender como os jogos são utilizados para aprendizagem e quais aspectos contribuem para os resultados educacionais (FREIRE *et al.*, 2016; FARIAS, 2019; SPINELLI, 2020). GA aplica técnicas de análise de dados para compreender o comportamento dos jogadores e otimizar a experiência de jogo, incluindo desde dados básicos de jogabilidade até análises complexas dos padrões de comportamento (FREIRE *et al.*, 2016; FARIAS, 2019). GLA, por sua vez, utiliza essas técnicas com o foco em jogos educativos, permitindo que educadores e desenvolvedores avaliem o progresso e desempenho dos jogadores e analisem a eficácia dos jogos como ferramentas de aprendizagem (FARIAS, 2019).

Um aspecto crítico para a implementação bem-sucedida de LA e GLA é a visualização de dados. Dashboards, como descritos por Few (2006), são ferramentas que apresentam informações essenciais de forma visual e compacta, permitindo a identificação rápida de problemas e tendências. Para isso, o design de dashboards deve equilibrar a quantidade de informação, complexidade visual e interatividade, garantindo que os usuários possam extrair

insights de dados complexos de forma intuitiva (BACH *et al.*, 2023). A visualização eficaz não apenas informa, mas também engaja, oferecendo aos educadores uma compreensão clara das interações dos alunos e do impacto dos jogos educacionais em seus processos de aprendizagem.

Considerando o exposto, a combinação de LA, GLA e visualização de dados pode representar uma oportunidade para melhorar a gestão educacional e apoiar o desenvolvimento de estratégias pedagógicas baseadas em dados. Ao integrar essas áreas, educadores e desenvolvedores podem criar experiências de aprendizagem mais personalizadas e eficazes, potencializando o uso de jogos como ferramentas de ensino.

3. Trabalhos Relacionados

Os trabalhos selecionados contribuem para a formação desta pesquisa, abordando a aplicação de GLA e o uso de dashboards. Spinelli (2020) desenvolveu o jogo Olha Recife: O Jogo, que utiliza GLA para aprimorar o aprendizado em turismo, utilizando uma adaptação da metodologia de Serrano-Laguna *et al.* (2017) para analisar e potencializar o processo de aprendizagem dos jogadores através do uso de LA. A proposta incluiu a coleta de dados em tempo real, permitindo identificar quatro perfis de jogadores e observar que 72,7% alcançaram resultados satisfatórios. O estudo concluiu que a combinação de jogos e GLA é eficaz para avaliar e melhorar o aprendizado dos jogadores.

Em Farias (2019) é apresentado o jogo ZooVS, voltado ao ensino de Zoologia, que também utiliza GLA para medir a eficácia do aprendizado. O desenvolvimento envolveu um experimento com 30 estudantes universitários, e os dados coletados mostraram que a maioria atingiu os objetivos de aprendizado, com muitos sendo categorizados como "Mestres". Akçapinar e Hasnine (2021) focaram no desenvolvimento de um *Learning Analytics* Dashboard (LAD) gamificado, visando aumentar a motivação dos estudantes, incluindo painéis de notificação, gráficos de atividades diárias, radares de atividades, painéis de previsão e fóruns de atividades. Esses elementos utilizavam métricas calculadas a partir dos dados de atividade dos alunos para fornecer *feedback* e estimular o engajamento. A avaliação mostrou que 95% dos alunos consideraram o dashboard útil, evidenciando que a gamificação teve um impacto positivo no engajamento.

Calvo-Morata *et al.* (2019) propuseram melhorias nos dashboards de GLA em geral, buscando torná-los mais relevantes para os professores. A pesquisa destacou a importância de personalizar os dashboards por meio de uma colaboração próxima entre educadores e desenvolvedores, permitindo intervenções pedagógicas mais informadas. Freitas *et al.* (2017) discutiram o uso de dashboards gamificados em contextos universitários, ressaltando que a gamificação e a análise de aprendizado aumentaram a motivação e o desempenho dos alunos. Os resultados indicam que esses recursos oferecem uma maneira visual e interativa de monitorar o progresso e ajustar estratégias de aprendizagem, sendo que os estudos relatados evidenciam a eficácia das ferramentas de GLA no contexto de jogos educacionais, ressaltando suas contribuições significativas para o ensino e a aprendizagem.

4. Aspectos Metodológicos

Para a realização deste trabalho, inicialmente, utilizou-se o estudo de Serrano-Laguna *et al.* (2017), que aborda a aplicação de padrões para sistematizar o uso de Learning Analytics em jogos. Os autores identificam duas estratégias de interação: uma baseada em estados, que envolve a troca constante de informações e é comum em jogos de simulação, e outra baseada em eventos, que registra informações específicas como tipo de evento e identificador do jogador, sendo mais adequada a jogos de perguntas e respostas. Serrano-Laguna *et al.* (2017) propõem um modelo adaptável para jogos com diferentes estilos e níveis de detalhamento na rastreabilidade de interações. Para gerar insights, as variáveis devem ser mensuráveis, como

pontuações e fases completadas, ligadas ao desempenho do jogador. A adaptação às necessidades do público-alvo e ao uso de interações específicas é fundamental para a avaliação do desempenho. O trabalho dos autores também apresenta um modelo de dados, comunicação e organização denominado Experience API (xAPI), que estabelece uma abordagem metódica para rastrear eventos em atividades de aprendizado, definindo cada evento capturado como uma 'instrução'. O xAPI define componentes como Ator, Verbo e Objeto, garantindo uma descrição precisa das interações, essencial para organizar a aplicação de GLA no quiz desenvolvido.

Para a visualização dos dados, foi adotado o quadro *Dashboard Design Patterns,* de Bach *et al.* (2023), que reúne diretrizes claras e aplicáveis, servindo como referência e facilitador no design do dashboard. O estudo orienta a criação de paineis, oferecendo inspiração e diretrizes para o design. Analisando 144 dashboards, os autores identificaram diferentes tipos de paineis que compartilham características e objetivos específicos, agrupando-os em 8 tipos de padrões. Esses grupos foram organizados em duas categorias principais: conteúdo (dados, metadados e representação visual) e composição (layout, interação, cor e estrutura). No total, foram definidos 42 elementos de padrões que servem como base para o desenvolvimento de dashboards.

Com relação às tecnologias empregadas, o jogo foi desenvolvido utilizando React.JS com a biblioteca Material-UI no *front-end*, Adonis.JS no *back-end*, PostgreSQL como sistema de gerenciamento de banco de dados, Figma para design de interfaces e Insomnia para testes de API. Essas tecnologias foram escolhidas para garantir uma experiência de usuário responsiva e agradável, além de facilitar a criação de componentes reutilizáveis, a organização do código e a implementação de funcionalidades complexas.

Para a avaliação da aceitação da tecnologia desenvolvida, utilizou-se o modelo *Technology Acceptance Model* (TAM), de Davis (1989), que é considerado um influente modelo teórico para compreender a aceitação de tecnologias da informação entre os usuários finais. O TAM propõe que a intenção de uso de uma tecnologia é moldada por duas percepções-chave: a facilidade de uso percebida e a utilidade percebida da tecnologia. Com base nesses critérios, elaborou-se um questionário que capturou essas percepções com relação ao jogo e ao dashboard desenvolvidos. Ainda no contexto da avaliação, utilizou-se o questionário System Usability Scale (SUS), desenvolvido por Brooke (1996), para avaliar os componentes essenciais de usabilidade, como a capacidade de aprendizagem, eficiência, memorização, minimização de erros e satisfação com o design do sistema. A classificação da pontuação do SUS foi estabelecida de acordo com proposta de Bangor, Kortum e Miller (2008). A avaliação foi disponibilizada a um grupo de estudantes dos cursos de graduação em Ciência da Computação, Engenharia de Computação e Sistemas de Informação de uma universidade pública, que interagiram com jogo e, após, preencheram o questionário, totalizando 17 respondentes.

5. Desenvolvimento do GLA e do Dashboard para o Jogo

O jogo desenvolvido, denominado Lumni, é um quiz game genérico criado para auxiliar docentes no monitoramento de suas turmas e discentes na evolução da aprendizagem. Embora tenha sido aplicado como estudo de caso na prática de Engenharia de Software, suas funcionalidades podem ser adaptadas a diversos contextos educacionais. Acredita-se que um jogo do tipo quiz pode possibilitar a análise das estratégias de GLA e Visualização de dados, se constituindo como um espaço lúdico e descontraído para que professores possam acompanhar a evolução dos estudantes e estes possam participar ativamente da construção do seu próprio conhecimento na perspectiva de autoavaliação (SKIF *et al.*, 2023).

A mascote do jogo, uma lâmpada com capelo de formando, simboliza a conexão entre a educação e a iluminação do conhecimento. O Lumni foi projetado para oferecer aos professores uma ferramenta eficaz para avaliar o progresso e o entendimento dos alunos. O sistema é dividido em dois módulos principais: um para os professores, que podem criar e

gerenciar perguntas, e outro para os alunos, que interagem diretamente com o quiz. As perguntas são de múltipla escolha e podem ser organizadas em categorias, permitindo a personalização do conteúdo abordado. O jogo implementa um sistema de pontuação baseado na dificuldade das perguntas respondidas corretamente.

Cada jogador inicia no Nível 0 (Espectador) e avança pelos níveis conforme acumula pontos. A progressão é estruturada de modo que cada nível subsequente requer o dobro de pontos do anterior, desafiando os jogadores a se dedicarem ao aprendizado. Após cada resposta, os estudantes recebem feedback imediato sobre acerto ou erro, a alternativa selecionada e atualizando a pontuação. O jogo conta também com uma tela de placar que exibe as pontuações mais altas, promovendo competição saudável entre os jogadores. Isso aumenta a motivação e fornece aos professores uma visão do desempenho geral da turma, permitindo identificar quem está se destacando e quem pode precisar de suporte adicional.

5.1 Desenvolvimento do GLA

A implementação do Game Learning Analytics (GLA) no Lumni baseou-se no modelo de rastreamento de avaliação proposto por Serrano-Laguna *et al.* (2017), adaptado para registrar eventos relevantes durante o jogo, como a resposta a uma pergunta. O mapeamento de campos de evento de interações para atributos de instrução xAPI, apresenta os seguintes campos: *idUsuario*, que identifica o jogador que gerou o evento; *ação*, que representa o tipo de interação do jogador; *alvo*, que é o elemento de jogo que a ação visa; *valor* (opcional), associado ao resultado que indica os parâmetros da ação; e *carimbo_data_hora*, que registra o momento em que o evento ocorreu no jogo. Essas informações possibilitam a coleta de métricas sobre o desempenho dos alunos, como o número de jogadores e o tempo de jogo.

Em um jogo, é possível ter mais de uma ação ou alvo e diferentes ações para alvos. Nesse contexto, definimos as ações e os alvos que servirão para a análise do desempenho e comportamento dos jogadores, utilizando a estrutura do modelo xAPI para organizar os possíveis eventos durante o jogo. As principais ações incluem "Entrar no jogo", relacionada ao campo *api_tokens* (Autenticação); "Selecionar uma alternativa", que corresponde ao campo *answers* (Questão); e "Aumentar a pontuação", vinculado ao campo *players* (Jogadores). O registro das respostas no sistema contempla os seguintes dados: *player_id*, que recebe o número de identificação do jogador; *option_id*, correspondente ao número de identificação da alternativa; *problem_id*, que representa o número de identificação da pergunta; e *used_time*, que registra o tempo gasto. O sistema também gera automaticamente um número de identificação para a resposta do jogador e um carimbo de data e hora chamado *created_at*, que armazena o momento em que a resposta foi registrada, permitindo o acompanhamento das interações dos jogadores. Com isso, foram definidos os indicadores de desempenho, apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Indicadores de Desempenho (Fonte: dos autores)

Indicador	Descrição	Justificativa	Implementação	Implicações
Número de perguntas respondidas e média de acerto	Dados gerais sobre perguntas registradas, respondidas e média de acertos.	Permite perceber o estado atual do jogo.	Retornar o número de perguntas e respostas e calcular a porcentagem de corretas usando dados das tabelas *problems* e *answers*.	Verificação rápida do engajamento e desempenho. Identificação de necessidade de cadastro de mais perguntas.
Desempenho e média geral no jogo	Dados de desempenho de um jogador ou turma, incluindo a relação entre respostas	Facilita a visualização do aluno como jogador em relação à sua turma.	Retornar o nível e o rank do jogador ou média da turma, calcular a porcentagem de respostas corretas usando dados das	Auxilia na adaptação do conteúdo conforme as necessidades dos alunos.

	corretas e incorretas.		tabelas *players*, *problems* e *answers*.	
Tempo médio de resposta	Monitora o tempo que os alunos levam para responder questões	Um tempo de resposta longo pode indicar uma questão desafiadora ou mal compreendida.	Utilizar o campo *used_time* da tabela *answers* para calcular o tempo total ou médio gasto nas respostas.	Compreensão do processo de pensamento dos alunos.
Número de respostas corretas/ incorretas por níveis de dificuldade	Informa a relação entre respostas corretas e incorretas por nível de dificuldade.	Facilita a identificação de conteúdos descalibrados aos níveis de habilidade.	Calcular a relação entre respostas para cada aluno ou questão usando dados das tabelas *problems* e *answers*.	Permite recalibrar níveis das questões e visualizar falta de aprofundamento em conteúdos.
Número de acessos por dia da semana	Avalia a disponibilidade dos alunos baseado no número de acessos	Identifica os melhores dias para lançamento de conteúdos auxiliares ou trabalhos.	Monitorar a frequência de utilização usando registros do campo *created_at* da tabela *api_tokens*.	Ajuda no planejamento de lançamentos de novos conteúdos. Incentiva reflexão sobre gestão do tempo de estudo.
Nível de engajamento	Avalia o engajamento dos alunos pelo tempo gasto e frequência	Alunos engajados tendem a ter desempenho melhor e maior retenção de conteúdo.	Aprimorar o banco de dados criando campos que registrem melhor o tempo gasto e uma tabela para registro de mudanças de nível e pontuação.	Permite reconhecer e recompensar o engajamento e identificar alunos que precisam de estímulo.
Desempenho por data	Monitora mudanças de desempenho dos jogadores ao longo do tempo.	Possibilita melhor visualização do rendimento.	Criar uma tabela para armazenar o desempenho diário	Permite intervenções rápidas quando um aluno ou turma apresenta declínio no rendimento.
Número médio de tentativas por questão	Informa a média de tentativas em uma determinada questão ou tema.	Uma maior quantidade de erros pode indicar dificuldades em uma questão ou lacunas de aprendizado.	Utilizar dados das tabelas *answers* e *problems* para calcular a média de tentativas por questão.	Ajuda a avaliar a dificuldade das questões e a persistência dos alunos.
Frequência de erros em um mesmo conteúdo	Especifica questões de aprendizado de um aluno por meio do conteúdo.	Melhora a identificação de conteúdos onde o jogador possui mais dificuldade.	Modificar o sistema criando um novo campo na tabela *problems* ou uma nova tabela de conteúdos para registrar e calcular a relação entre respostas erradas e conteúdo específico.	Apoia o reforço de conteúdos que estão causando dificuldades frequentes.
Quantidade de dicas solicitadas e perguntas respondidas	Informa a quantidade de vezes que um aluno pediu dicas ao responder perguntas.	Um aluno que utiliza muitas dicas pode ter dificuldades em se desafiar ou necessitar de suporte adicional.	Modificar o sistema para criar um campo na tabela *answers* que registre a solicitação de dicas	Sinaliza a necessidade de suporte adicional ou a clareza dos recursos de ensino, incentivando melhorias.
Percentual de respostas corretas sem dicas	Informa o percentual de respostas corretas e incorretas sem o uso de dicas.	Um bom número de respostas corretas sem dicas demonstra domínio do conteúdo aprendido.	Criar um campo na tabela *answers* que indique se o aluno usou dicas	Ajuda a avaliar a compreensão do conteúdo sem assistência

5.2 Desenvolvimento do Dashboard

Conforme mencionado anteriormente, o desenvolvimento do dashboard foi guiado pelas diretrizes apresentadas no estudo de Bach *et al.* (2023, visando evitar a sobrecarga de informações aos usuários, a poluição visual com dados excessivos, bem como a minimização de elementos desordenados ou confusos, abrangendo recursos funcionais e visuais, além de fornecer consistência, recursos de interação e gerenciamento da complexidade (YIGITBASIOGLU e VELCU-LAITINEN, 2012; RAHMAN, ADAMU e HARUN, 2017; SARIKAYA *et al.*, 2019). O Quadro 2 detalha cada elemento utilizado, de acordo com seu grupo e categoria de padrão, apresentando uma descrição e local em que foi aplicado no dashboard desenvolvido.

Quadro 2 – Elementos utilizados para a criação do dashboard (Fonte: dos autores)

Padrão de Categoria	Grupo	Elemento	Descrição	Local de Aplicação
Conteúdo	Dados	Valor único	Pontos de dados específicos, como o valor mais recente em uma série temporal.	Gráfico de desempenho por nível de dificuldade das questões.
		Derivados	Informações extraídas de conjuntos de dados originais, como tendências.	Gráfico de pizza e medidor de desempenho.
		Filtrados	Mostra um subconjunto dos dados originais.	Gráficos de pizza e medidor de desempenho.
		Agregados	Combinação de múltiplos pontos de dados em um único valor.	Gráficos de pizza e medidor de desempenho.
		Detalhados	Apresentação mais completa dos dados para entendimento profundo.	Gráfico de desempenho por nível de dificuldade das questões.
	Metadados	Fonte de dados	Identifica a origem dos dados, incluindo links e explicações.	Títulos dos gráficos e legendas.
		Descrição de dados	Fornece uma descrição de alto nível dos dados.	Títulos dos gráficos e legendas.
		Anotações	Enfeites gráficos adicionados para destacar pontos ou alterações específicas.	Tooltips dos gráficos.
	Representação Visual	Visualização detalhada	Visualizações com detalhes suficientes para entender valores precisos.	Uso de legendas, barras e números.
		Gráfico em miniatura	Visualizações pequenas para compreensão rápida de tendências.	Gráfico de pizza que informa a relação entre questões respondidas e a média de acerto.
		Gráfico de progresso e medidor	Representação visual de uma escala ou intervalo de valor.	Canto superior direito para informar o desempenho do aluno.
		Número	Números individuais destacados em um painel, representando valores absolutos ou proporções.	Em todos os gráficos, legendas, barras ou informações complementares.
Composição	Layout de página	Estratificado	Enfatiza uma ordenação de cima para baixo.	Organização do dashboard, mantendo dados gerais ao topo.
	Espaço de tela	Ajustado na tela	O dashboard é totalmente visível na tela.	Tela de dashboard do jogo.
	Estrutura	Página única	Um painel apresenta todas as informações em uma página.	Página inicial do jogo.

	Interação	Detalhamento	Permite que o usuário encontre ou se concentre em dados específicos, aplicando filtros.	Caixas de seleção dos filtros de alunos, temas e perguntas.
	Cor	Distinta	Cores exclusivas para diferentes informações.	Gráfico de pizza sobre o número de perguntas respondidas e a média de acertos.
		Codificação de dados	Usa cores para codificar categorias ou escalas.	Gráfico de números de acessos por data.
		Semântica	Usa cores para indicar semânticas específicas sobre os dados.	Medidor de desempenho e gráfico de desempenho por nível de dificuldade.

O dashboard criado pode ser visualizado na Figura 1.

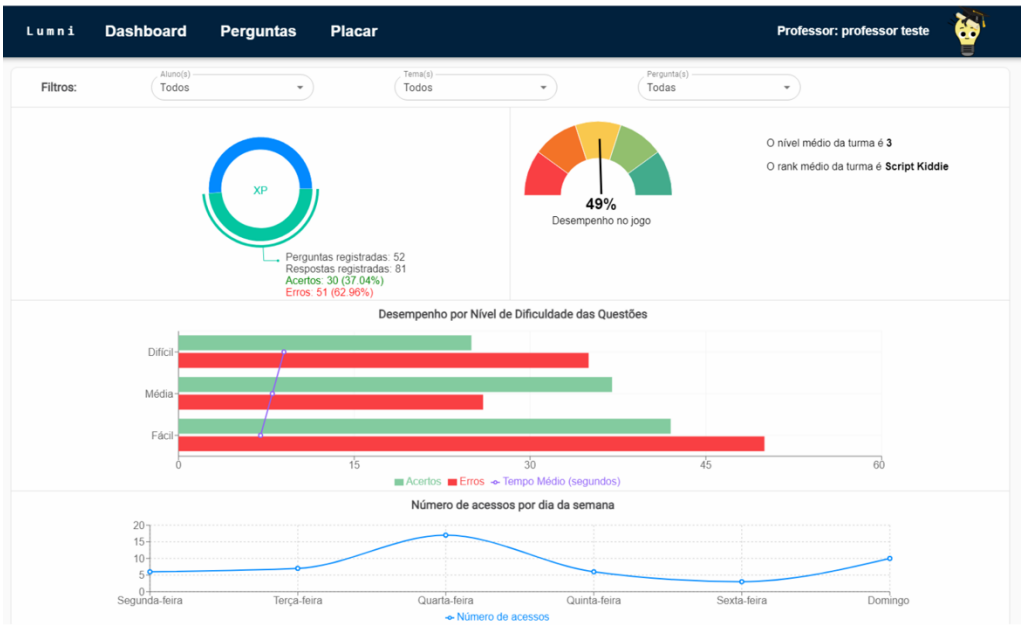

Figura 1 – Dashboard do jogo (Fonte: dos autores)

6. Avaliação e Discussão dos Resultados

Para a avaliação, foi criado um banco de 140 questões relacionadas aos temas *Scrum* e *Extreme Programming*, no contexto de Engenharia de Software, e o jogo foi disponibilizado para os estudantes utilizarem o mesmo e, após, realizarem a avaliação. Os estudantes foram convidados por meio das listas de e-mail da universidade e não houve a participação dos pesquisadores no processo de aplicação. Conforme mencionado, 17 estudantes retornaram a avaliação, cujos resultados são discutidos na sequência.

Para a análise dos resultados obtidos no modelo TAM, as perguntas foram organizadas para avaliar de forma separada o jogo e o dashboard. Dentro desses dois itens, as perguntas foram subdivididas em Facilidade de Uso Percebida (FUP) e Utilidade Percebida (UP), obtendo-se os resultados apresentados na Figura 2. A avaliação por meio do TAM revelou uma recepção positiva e engajada em relação tanto ao jogo quanto ao dashboard. No que se refere à Facilidade de Uso Percebida, os dados mostram que a grande maioria dos usuários concorda parcial ou totalmente que a interação com o jogo é clara e compreensível (FUP01), com 94,11% expressando essa opinião. Além disso, todos os participantes reconheceram a facilidade em usar o jogo como uma ferramenta de reforço ao aprendizado, o que ressalta a sua eficácia educativa. A Utilidade Percebida (UP) também se destacou, com 88,23% dos usuários concordando

(parcial ou totalmente) que a dinâmica do quiz não apenas melhora a retenção de conhecimento, mas também potencializa a produtividade no estudo (UP01).

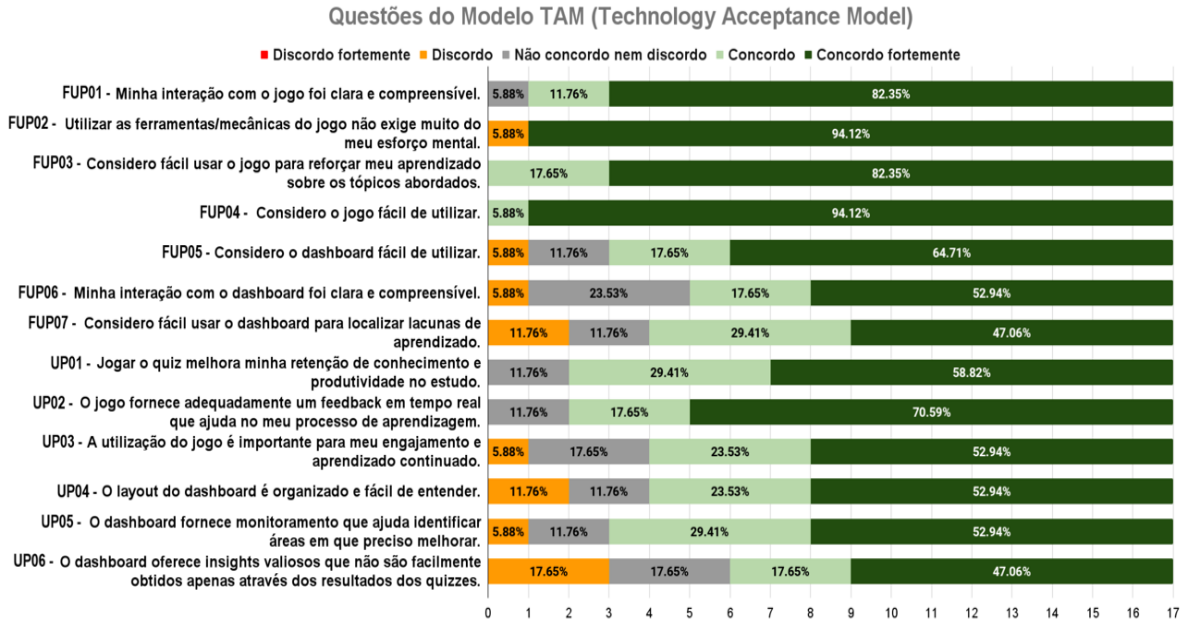

Figura 2 – Avaliação da Experiência do (Fonte: dos autores)

Esses resultados indicam que o jogo é visto como um complemento valioso às abordagens tradicionais de aprendizado. Por outro lado, ao avaliar o dashboard, embora 82,36% dos usuários considerem a interface fácil de usar (FUP05), houve uma percepção mais mista sobre a clareza das interações e a organização do layout, refletida em uma proporção considerável de respostas neutras. Ainda, apesar de 76,47% dos participantes reconhecê-lo como uma ferramenta útil para identificar lacunas de aprendizado (FUP07), a quantidade de usuários que se sentiram inseguros ou neutros em relação a *insights* oferecidos pelo dashboard sugere áreas que necessitam de aprimoramento. Assim, enquanto o jogo obteve ampla aceitação, a experiência do usuário com o dashboard indica a necessidade de ajustes que possam elevar sua eficácia e clareza na apresentação de informações.

Com relação aos resultados obtidos a partir da aplicação do questionário SUS, apresentados na Figura 3, estes indicam uma percepção geral positiva sobre a usabilidade tanto do jogo quanto do dashboard. Os usuários expressaram satisfação com a interface e a experiência proporcionada, evidenciando que as ferramentas são percebidas como úteis e fáceis de usar. A maioria dos participantes relatou que se sentiu confortável ao interagir com os sistemas, refletindo um forte nível de confiança nas funcionalidades disponíveis.

Além disso, a facilidade em navegar pelas interfaces e a rapidez em completar as tarefas sugerem que os usuários encontraram um bom nível de suporte nas ferramentas para atender às suas necessidades educacionais. Contudo, alguns aspectos relacionados à clareza e ao suporte das interfaces ainda podem ser aprimorados. Embora a maioria dos usuários tenha relatado uma experiência positiva, um número significativo de respostas neutras ou discordantes aponta para áreas que merecem atenção, como a consistência nas interações e a percepção de que as informações são apresentadas de forma intuitiva. Isso sugere que, embora o jogo e o dashboard sejam bem avaliados em termos de usabilidade, há espaço para melhorias que possam elevar ainda mais a experiência do usuário, tornando-a mais fluida e acessível. Portanto, os dados do SUS não apenas reforçam a eficácia das ferramentas, mas também oferecem direções claras para aprimoramentos futuros.

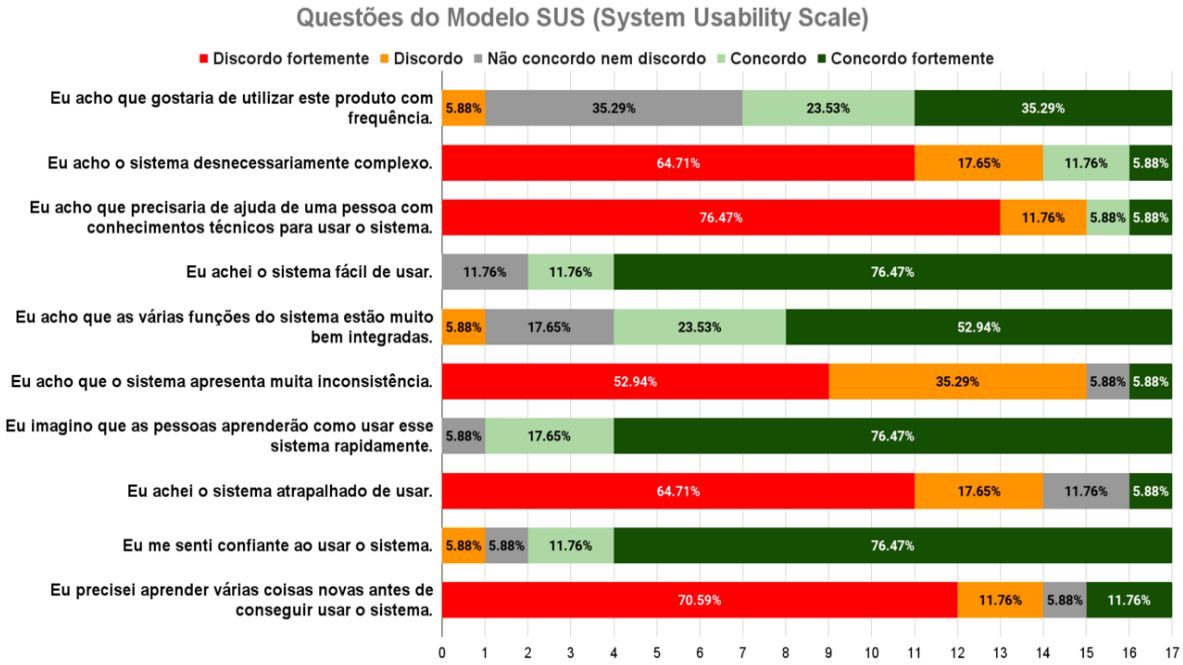

Figura 3 – Avaliação da Percepção da Aprendizagem (Fonte: dos autores)

O cálculo da pontuação do SUS resultou em 68,67% de usabilidade, classificando o jogo Lumni como "Ok". Embora os usuários tenham uma percepção positiva em relação à facilidade de uso, integração, consistência e confiança, observou-se uma leve incerteza sobre o desejo de uso frequente. Apesar de não haver percepções significativas de obstáculos ao uso, as sugestões recebidas indicam a necessidade de melhorias na atratividade do uso e em aspectos visuais.

Por fim, as sugestões e críticas dos avaliadores, coletadas em uma questão aberta ao final do questionário, evidenciam áreas-chave de melhoria para o jogo, especialmente em relação à experiência do usuário (UX), layout e funcionalidades. Entre as propostas, destacam-se a necessidade de realçar o botão de jogar, simplificar os gráficos para melhor relevância, e melhorar a clareza nas alternativas de resposta. Além disso, recomenda-se fornecer feedback imediato nas perguntas, usando cores para indicar acertos e erros, e ajustar o layout para garantir uma visualização adequada em diferentes tamanhos de tela.

Considerações Finais

Neste trabalho, foi apresentado o desenvolvimento jogo Lumni, com foco na aplicação de conceitos de Game Learning Analytics (GLA) e visualização de dados, culminando na implementação de um dashboard que permite a análise de dados durante o jogo. A avaliação da usabilidade foi realizada por meio da aplicação da escala SUS, resultando em uma pontuação de 68,67%, indicando uma aceitação positiva entre os usuários, com ênfase na capacidade de aprendizagem e eficiência do sistema. Além disso, a aceitação da tecnologia foi avaliada utilizando o Modelo de Aceitação Tecnológica (TAM), que analisou a Facilidade de Uso Percebida (FUP) e a Utilidade Percebida (UP), revelando que os usuários também reconhecem o valor e a utilidade do jogo e do dashboard. Embora algumas sugestões tenham sido apresentadas para melhorias na clareza dos insights e na atratividade do uso frequente, o jogo foi considerado funcional e bem aceito pelos alunos, reforçando o aprendizado dos tópicos abordados em sala de aula.

Como perspectivas de trabalhos futuros, propõe-se a implantação de novos indicadores de desempenho, que já estão sendo coletados pelo jogo, porém não tiveram sua visualização implementada: nível de engajamento dos alunos, desempenho por data, número médio de

tentativas por questão, frequência de erros em um mesmo conteúdo e a quantidade de dicas solicitadas. Esses indicadores trarão novas dimensões analíticas para o GLA, permitindo um entendimento mais detalhado do progresso e das dificuldades dos alunos. Por fim, observou-se como uma melhoria, que pode agregar à experiência do jogador, a apresentação do ícone da mascote de forma suspensa na página e selecionável, integrando-o com a API do ChatGPT através de um prompt específico. A mascote atuaria como um guru durante a navegação no jogo, possibilitando a interação em tempo real com o aluno para tirar dúvidas sobre o jogo ou assuntos diversos. Essa funcionalidade também pode gerar novos indicadores, como a quantidade de vezes em que a mascote foi consultada e o tipo de dica solicitada.

Referências

AKçAPINAR, G.; HASNINE, M. N. Development and evaluation of a student-facing gamified learning analytics dashboard. **Visualizations and Dashboards for Learning Analytics**, p. 269–287, 2021.

BACH, B. et al. Dashboard design patterns. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 29, n. 1, p. 342–352, 2023.

BANGOR, A.; KORTUM, P. T.; MILLER, J. T. The system usability scale (sus): an empirical evaluation. **International Journal of HumanComputer Interaction**, v. 24, n. 6, p. 574– 594, 2008.

BROOKE, J. Sus - a quick and dirty usability scale. In: JORDAN, P. W. et al. (Ed.). **Usability Evaluation in Industry**. 1. ed. London: Taylor Francis, 1996. cap. 21, p. 189–194.

CALVO-MORATA, A. et al. Improving teacher game learning analytics dashboards through ad-hoc development. **Universal Computer Science**, v. 25, n. 12, p. 1507–1530, 2019.

DANIEL, B. Big data and analytics in higher education: Opportunities and challenges. **British Journal of Educational Technology**, v. 46, n. 5, p. 904–920, 2015.

DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of informa- tion technology. **MIS Quarterly**, v. 13, n. 3, p. 319–340, 1989.

FARIAS, L. L. de. **Utilização de Game Learning Analytics para Verificação do Aprendizado em Jogo Sério Voltado ao Ensino de Zoologia**. 2019. 58 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

FREIRE, M. et al. Game learning analytics: Learning analytics for serious games. **Learning, Design, and Technology**, v. 38, p. 1–29, 2016.

FREITAS, S. de et al. How to use gamified dashboards and learning analytics for providing immediate student feedback and performance tracking in higher education. In: INTERNATIONAL WORLD WIDE WEB CONFERENCE, 26., 2017, Australia. **Games, Simulations and Immersive Environments**. Perth: WWW '17 Companion, 2017. p. 429–434. Disponí- vel em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3041021.3054175>.

JOHAR, N. A. et al. Learning analytics on student engagement to enhance students learning performance: A systematic review. **Sustainability**, v. 15, n. 7849, 2023.

LEITNER, P.; KHALIL, M.; EBNER, M. Learning analytics in higher education a literature review. In: PEñA-AYALA, A. (Ed.). **Learning Analytics: Fundaments, Applications, and Trends**. 94. ed. [S.l.]: Springer Cham, 2017. p. 1–23.

NASCIMENTO, J. B.; RODRIGUES, R. L.; ANDRADE, V. L. V. X. D. Aplicações de game learning analytics na abordagem sobre conceitos de matemática. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, RENOTE. v. 19, n. 2, p. 51–60, 2021.

PEñA-AYALA, A. **Learning Analytics: Fundaments, Applications, and Trends**: A view of the current state of the art to enhance e-learning. [S.l.]: Springer Cham, 2017. v. 1. 303 p. (Studies in Systems, Decision and Control, v. 1).

RAHMAN, A. A.; ADAMU, Y. B.; HARUN, P. Review on dashboard application from manage- rial perspective. **International Conference on Research and Innovation in Information Systems**, p. 1–5, 2017.

SARIKAYA, A. et al. What do we talk about when we talk about dashboards? **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 25, n. 1, p. 682–692, 2019.

SERRANO-LAGUNA Ángel et al. Applying standards to systematize learning analytics in serious games. **Computer Standards Interfaces**, v. 50, p. 116–123, 2017.

SKIF, V.; ROSÁRIO, T. G. do; AMARAL, C. L. C.; SCHIMIGUEL, J. Tecnologias digitais de informação e comunicação em sala de aula: aplicação da ferramenta Kahoot! como objeto de aprendizagem. **Revista Tecnologias Educacionais em Rede (ReTER)**, *[S. l.]*, v. 4, n. 1, p. e3/1–15, 2023. DOI: 10.5902/2675995071682.

SPINELLI, C. **A Utilização de Game Learning Analytics em um Serious Game Voltado ao Turismo**. 2020. 56 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

WONG, J. et al. Educational theories and learning analytics: From data to knowledge. In: IFENTHALER, D.; MAH, D.-K.; YAU, J. Y.-K. (Ed.). **Utilizing Learning Analytics to Support Study Success**. Perth: Springer Cham, 2019. p. 3–25.

YIGITBASIOGLU, O.; VELCU-LAITINEN, O. A review of dashboards in performance management: Implications for design and research. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 13, n. 1, p. 41–59, 2012.