

Conexão Perdida: Uma Ferramenta Educacional Gamificada para Ensino do Modelo OSI em Redes e Computadores

Title: Conexão Perdida: A Gamified Educational Tool for Teaching the OSI Model in Computer Networks

Gabriella Marreiros Staudt¹, João Vitor Jaques de Sousa², Nicole Evellyn Sousa Santos³, Antonilson da Silva Alcantara⁴, Raimundo Viegas Junior⁵

^{1,2,3,4}Universidade do Estado do Pará

⁵Universidade Federal do Pará

{gabriella.m.staudt, j.jaquessousa, nicole.santos}@aluno.uepa.br,
{antonilsonalcantara, rviegasjr}@gmail.com

Abstract. Introduction: This article aims to propose an educational game for teaching assessment in Computer Networks classes called “Conexão Perdida”. This proposal seeks to bring engagement and a high learning rate for students by combining the knowledge presented in the course with elements of gamification and achievements, serving as an alternative and complementary methodology to teaching. **Objective:** The game consists of a quiz about the topics presented in Computer Networks, especially the 7 layers of the OSI (Open Systems Interconnection) model, and can be played by students or created by teachers to assess teaching and class performance regarding the subject, demonstrating greater flexibility and high adaptability for both students and teachers who may use the game in the classroom. **Methodology or Steps:** The proposal is being subjected to analyses and experiments in classroom environments at the Public State University in Pará, in addition to conducting a SWOT analysis of the game, with the objective of identifying its strengths, weaknesses, opportunities, and threats in the educational context. **Results:** The expected results indicate that the game proves to be promising in its proposal regarding pedagogical support according to the discipline, providing greater understanding of the course syllabus, as well as reducing students' resistance to seeking knowledge.

Keywords: Serious Games; Computer Networks; OSI Model; Game-Based Learning; Gamification

Resumo. Introdução: O presente artigo busca propor um jogo educacional para avaliação de ensino em turmas de Redes e Computadores chamado “Conexão Perdida”. Essa proposta busca trazer envolvimento e alta taxa de aprendizado dos estudantes ao unir os conhecimentos apresentados na disciplina com elementos de gamificação e conquistas, sendo uma metodologia alternativa e complementar ao ensino. **Objetivo:** O jogo trata-se de um quiz sobre os assuntos apresentados em Redes e Computadores, sobretudo as 7 camadas do modelo OSI (Open Systems Interconnection) e pode ser somente

*jogado por alunos ou criado por professores para avaliar o ensino e desempenho da turma em relação ao assunto, demonstrando uma flexibilidade maior e alta adaptação tanto aos alunos quanto aos professores que possam vir a usar o jogo em sala de aula. **Metodologia ou Etapas:** A proposta foi submetida a análises e experimentos em sala de aula em uma Universidade Pública do Estado do Pará, além da realização de uma análise SWOT do jogo, com o objetivo de identificar suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças no contexto educacional. **Resultados:** Os resultados esperados indicam que o jogo se demonstra promissor no que se propõe em relação à assistência pedagógica de acordo com a disciplina, proporcionando maior entendimento sobre a ementa disciplinar, bem como menor resistência do aluno em buscar conhecimento.*

Palavras-chave: Jogos Sérios, Redes de Computadores, Modelo OSI, Aprendizagem Baseada em Jogos, Gamificação

1. Introdução

O ensino do modelo OSI (Open Systems Interconnection) em disciplinas de Redes de Computadores apresenta desafios recorrentes nos cursos de graduação em Tecnologia da Informação. A natureza abstrata do conteúdo exige dos estudantes um esforço cognitivo considerável para compreensão, memorização e aplicação prática, resultando frequentemente em baixo engajamento e dificuldade de transferência do conhecimento teórico para situações reais.

Diante desse cenário, metodologias ativas e estratégias de gamificação têm sido exploradas como alternativas complementares ao ensino tradicional. A literatura aponta que o uso de jogos sérios em contextos educacionais promove motivação intrínseca, aprendizado ativo, interação social entre pares e maior retenção de conteúdo (Connolly et al., 2012; Alcantara & Oliveira, 2018; Lisboa et al., 2023). Ao contrário de abordagens puramente expositivas, jogos introduzem desafio, narrativa e feedback imediato — elementos que sustentam o envolvimento do estudante e tornam o processo de aprendizagem mais significativo e lúdico.

Apesar do crescente número de jogos sérios voltados ao ensino de computação, abrangendo qualidade de software (Rocha et al., 2020), testes (Straubinger et al., 2025) e avaliação contínua em TI (Lisboa et al., 2023), identificou-se uma lacuna específica no que diz respeito a ferramentas interativas dedicadas ao ensino do modelo OSI. Os trabalhos encontrados na literatura geralmente tratam redes de forma tangencial ou limitam-se a *quizzes* estáticos sem elementos narrativos, colaborativos ou adaptativos ao contexto do professor.

Este artigo apresenta o Conexão Perdida, um jogo sério do gênero quiz com elementos de *escape room*, desenvolvido para apoiar o ensino das sete camadas do modelo OSI em disciplinas de Redes de Computadores. O jogo oferece quatro modos de interação: individual, competitivo multiplayer, cooperativo assimétrico e um modo professor, que permite a criação e publicação de *quizzes* personalizados com geração de salas por código. A proposta foi submetida a análise e aplicação experimental em sala de aula em uma Universidade Pública no Estado do Pará, cujos resultados são discutidos ao longo deste trabalho.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica sobre gamificação e jogos sérios no ensino; a Seção 3 descreve o design e os modos do jogo Conexão Perdida; a Seção 4 apresenta a análise SWOT da proposta; e a Seção 5 traz as considerações finais e perspectivas de trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

O ensino de disciplinas técnicas na graduação em Tecnologia da Informação frequentemente esbarra em um desafio comum: manter o engajamento dos estudantes diante de conteúdos densos e de natureza predominantemente abstrata. Nesse contexto, a gamificação tem emergido como uma estratégia pedagógica promissora, capaz de transformar o processo de ensino-aprendizagem ao incorporar elementos típicos dos jogos tal como pontuação, níveis, recompensas, desafios e narrativa em ambientes educacionais [Muller 2025; Kapp, Blair and Mesch 2014].

Segundo Muller (2025), a gamificação promove um aumento significativo na motivação dos estudantes, especialmente por meio do estímulo à motivação intrínseca, ao engajamento ativo e ao desenvolvimento de competências socioemocionais como cooperação, resiliência e resolução de problemas. Esse fenômeno se alinha aos princípios da Teoria da Autodeterminação, de Ryan e Deci (2017), que apontam autonomia, competência e pertencimento como necessidades psicológicas fundamentais para a motivação humana, as quais são estimuladas quando o aluno interage com um ambiente gamificado bem estruturado.

No contexto do ensino de computação, essa abordagem já foi explorada em diferentes domínios. Alcantara e Oliveira (2018) propuseram uma gamificação para o ensino de Gestão do Conhecimento, demonstrando que elementos como ranking, feedback em tempo real e atividades em equipe aumentam o envolvimento dos participantes e fortalecem o sentido de pertencimento ao grupo. De forma semelhante, Lisboa et al. (2023) desenvolveram o Quizz-Party, um jogo digital que combina tabuleiro e quiz para avaliação contínua em cursos de Tecnologia da Informação, obtendo resultados positivos em engajamento e participação dos alunos em aula. Ambos os trabalhos reforçam que a gamificação não precisa substituir o ensino tradicional, mas pode atuar como metodologia complementar e motivadora.

É importante distinguir gamificação de jogo sério. Enquanto a gamificação aplica elementos de jogos a contextos não lúdicos para aumentar o engajamento, o jogo sério constitui em si um produto de jogo completo com objetivos pedagógicos integrados ao design [Muller 2025; Connolly et al. 2012].

A escolha do modelo OSI como conteúdo central se justifica pela sua relevância curricular e pela reconhecida dificuldade de ensino. O uso de um jogo narrativo, onde cada camada representa um desafio a ser superado em sequência, cria uma estrutura de aprendizado progressivo que favorece tanto a fixação dos conceitos quanto a sua contextualização em cenários próximos da realidade profissional.

3. O Jogo

O Conexão Perdida é um jogo sério do gênero quiz com elementos de escape room, desenvolvido como ferramenta de apoio ao ensino e avaliação do modelo OSI em

disciplinas de Redes de Computadores. A proposta parte de uma narrativa imersiva na qual a rede de uma instituição foi comprometida camada por camada, e o jogador assume o papel de um engenheiro de redes responsável por restaurar o sistema, do nível físico ao nível de aplicação, antes que ocorra uma falha total da rede.

Cada uma das sete camadas do modelo OSI representa uma fase do jogo, e o avanço só é possível mediante a resolução correta do desafio ou questão correspondente à camada, garantindo que o jogador percorra todo o conteúdo de forma sequencial. Essa progressão busca reforçar a aprendizagem gradual, partindo das camadas mais próximas ao hardware até as camadas mais próximas da aplicação.

O jogo é executado via navegador, sem necessidade de instalação, e foi desenvolvido utilizando tecnologias web modernas, sendo React para o frontend, NestJS para a API e PostgreSQL para o banco de dados. A interface adota uma estética inspirada em terminais de rede, com fundo escuro, texto em verde e destaques coloridos por camada, reforçando a ambientação técnica e tornando a experiência visualmente coerente com a temática de redes de computadores.

3.1. Detalhamento dos menus e itens

A interface do jogo é composta por diferentes menus e elementos visuais que auxiliam o jogador durante a execução da partida. Na tela inicial, o jogador pode selecionar o modo de jogo, inserir o código de uma sala multiplayer ou acessar o modo professor.



Figura 1. Tela inicial do Jogo

Após o início da partida, o jogador visualiza a interface principal do jogo, composta por um painel superior contendo informações como camada atual, pontuação, tempo de jogo e número de acertos. A área central da tela apresenta a narrativa e o desafio correspondente à camada do modelo OSI, enquanto as alternativas de resposta são apresentadas na parte inferior da tela.

O sistema possui um mecanismo de feedback imediato. Após a seleção de uma alternativa, o sistema informa se a resposta está correta ou incorreta e apresenta uma breve explicação conceitual sobre o conteúdo abordado, permitindo que o jogador compreenda o erro e reforce o aprendizado.

O sistema de pontuação considera a quantidade de acertos e o tempo de resposta, incentivando tanto a precisão quanto a rapidez. Ao final da partida, o jogador visualiza uma tela de resultados contendo métricas como tempo total, número de acertos, número de erros e pontuação final.

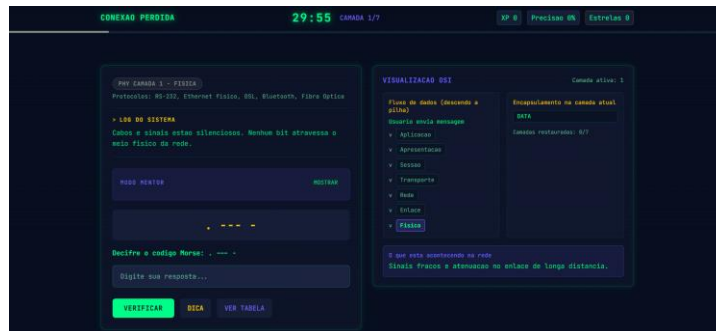


Figura 2. Interface durante o jogo com HUD, pergunta e alternativas.

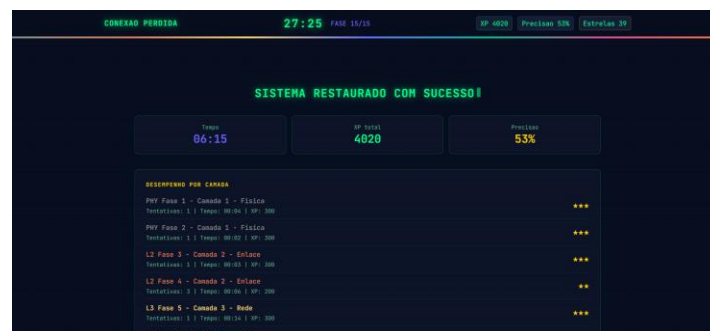


Figura 3. Tela de Resultados

3.2. Modo de jogo Individual

O jogador acessa o jogo de forma autônoma e responde às questões sobre as sete camadas OSI em sequência como na Figura 2. Ao final de cada sessão, o sistema exibe um painel de métricas com o desempenho do jogador: tempo total, número de acertos, camada com maior dificuldade e pontuação geral. Esse modo é indicado para a revisão de conteúdo e autoavaliação fora do horário de aula.

Nesse modo, o estado de vitória é alcançado quando o jogador consegue concluir todas as sete fases correspondentes as camadas, respondendo corretamente aos desafios propostos em cada uma delas.

Ao final, o sistema apresenta um painel de desempenho contendo métricas como tempo total de conclusão, número de acertos, número de erros e pontuação final, como exibido na Figura 3. O objetivo do jogador é completar todas as camadas com a maior pontuação no menor tempo possível

3.3. Modo de jogo Competitivo Multiplayer

Nesse modo, dois ou mais jogadores participam simultaneamente de uma partida, respondendo às mesmas perguntas em tempo real. O quiz pode ser o conjunto padrão do sistema ou um conjunto personalizado elaborado pelo professor.

O ingresso na partida é feito por meio de um código de sala compartilhado entre os participantes, permitindo que múltiplos jogadores acessem a mesma sessão do jogo, como ilustrado na figura 4.

Durante a partida, todos os jogadores visualizam as questões e devem responder individualmente. Assim, o sistema calcula a pontuação com base na quantidade de acertos, erros e tempo de resposta, incentivando tanto a precisão quanto a agilidade.

Ao final da partida, é exibido um ranking com a classificação dos participantes, promovendo uma dinâmica de competição entre os estudantes, conforme apresentado na figura 5.

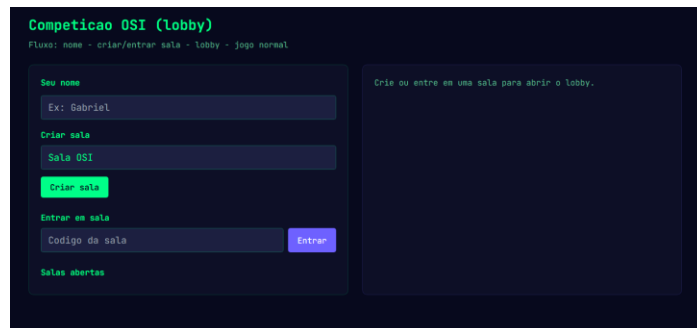


Figura 4. Tela de entrada em sala multiplayer por meio de código de acesso



Figura 5. Tela de ranking final de uma partida multiplayer

O estado de vitória é definido pela maior pontuação ao final da partida, sendo declarado o vencedor que obtiver o melhor desempenho geral.

3.4. Modo Cooperativo Assimétrico

Nesse modo, dois jogadores assumem papéis distintos e complementares, sendo o Operador, que visualiza as questões e executa ações na interface, e o Analista, que possui as informações de contexto sobre as camadas de restauração do modelo OSI e deve guiar o Operador para que ele escolha a resposta correta, sem que um jogador tenha acesso à tela do outro.

Essa assimetria de informações exige e exercita a comunicação ativa entre os participantes, simulando situações reais de trabalho em equipe em ambientes de redes e infraestrutura. Trata-se do modo com maior potencial para o desenvolvimento de competências socioemocionais, como comunicação, escuta ativa e colaboração [MULLER, 2025].

As diferenças entre os papéis e suas respectivas interfaces podem ser observadas na figura 6, que apresenta (a) a tela do operador e (b) a tela do Analista. Nessa modalidade,

os jogadores ganham o jogo quando a dupla consegue completar todas as camadas do modelo OSI no tempo estabelecido. Como as informações são distribuídas entre Operador e Analista, o sucesso depende diretamente da comunicação eficiente entre os jogadores e da correta interpretação das instruções.



Figura 6. Interfaces do modo cooperativo assimétrico: (a) tela do Operador; (b) tela do Analista.

3.5. Modo Professor

No modo professor, o docente realiza o login com as suas credenciais e acessa um painel de gerenciamento que permite criar novos *quizzes* personalizados, demonstrado na figura 7. Nesse painel, o professor pode cadastrar questões, definir alternativas e selecionar as camadas do modelo OSI que serão abordadas.

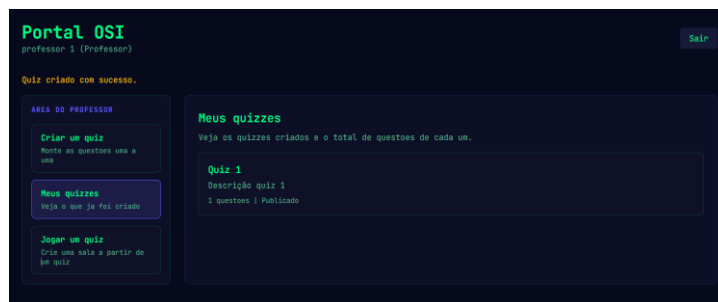


Figura 7. Painel do Professor

Além disso, o sistema disponibiliza uma interface específica para criação de *quizzes*, na qual o docente pode estruturar as perguntas e organizar o conteúdo que será aplicado aos alunos, como mostra a figura 8.



Figura 8. Interface de criação de quis

Após a criação, o quiz pode ser publicado, e o sistema gera automaticamente um código de sala, que deve ser compartilhado com os alunos para ingresso na partida. Esse modo confere ao docente autonomia para adaptar o conteúdo ao nível da turma, ao momento da disciplina ou a objetivos avaliativos específicos, tornando o jogo um instrumento pedagógico flexível e reutilizável.

3.6. Conteúdo Abordado

O jogo cobre as sete camadas do modelo OSI em ordem crescente de abstração, da camada 1, que é física, até a camada 7, de aplicação, seguindo uma progressão pedagógica que parte dos conceitos mais concretos e tangíveis até os mais abstratos. Para cada camada, o jogo apresenta uma narrativa contextualizada de problema real de rede, seguida de uma questão técnica que exige compreensão do papel daquela camada e dos protocolos a ela associados. A Tabela 1 sintetiza as camadas abordadas e os principais protocolos cobertos em cada fase dos padrões de jogo.

Tabela 1. Camadas OSI e protocolos abordados no jogo Conexão Perdida

Camada	Nome	Principais Protocolos
1	Física	RS-232, DSL, 100BASE-T, Bluetooth, fibra óptica
2	Enlace de Dados	Ethernet, Wi-Fi 802.11, MAC, PPP
3	Rede	IPv4, IPv6, ICMP, ARP, OSPF, BGP
4	Transporte	TCP, UDP
5	Sessão	NetBIOS, RPC, SIP, PPTP
6	Apresentação	SSL/TLS, JPEG, ASCII, UTF-8, MIME
7	Aplicação	HTTP, HTTPS, DNS, FTP, SMTP, SSH

3.7. Implementação

O jogo foi implementado como uma aplicação web, acessível por navegador em dispositivos desktop e mobile. A escolha por uma plataforma web foi intencional para eliminar barreiras de instalação, facilitando o acesso em laboratórios de informática restritivos, permitindo que os estudantes joguem de qualquer dispositivo com conexão à internet.

A geração de salas por código tanto no modo professor quanto competitivo segue um fluxo simples. No caso do professor, ele cria um quiz, o acessa e o sistema gera um código alfanumérico, e os alunos o inserem na tela inicial para ingressar na partida. Esse mecanismo, semelhante ao adotado em plataformas como o *Kahoot* e ao próprio *Quizz-Party* (Liboa et. al., 2023), reduz a fricção de acesso e torna a dinâmica aplicável dentro do tempo regular de uma aula.

4. Análise SWOT

A proposta foi apresentada em uma turma de graduação em Engenharia de Software, de uma universidade pública estadual do nordeste do estado do Pará, composta por um total de 16 estudantes do 6º semestre, dentre os quais 4 deles participaram da elaboração do trabalho. Por fim, a proposta foi avaliada por 12 alunos, que não participaram da elaboração da proposta, que utilizaram a ferramenta de Análise SWOT.

Foram avaliadas quatro dimensões: Dinâmica, que está relacionada a metodologia usada para gerar engajamento da turma com a proposta; Materiais e Regras, relacionados aos elementos utilizados e abordados na proposta bem como as regras de funcionamento adotadas para cada etapa abordada pela ferramenta; Abordagem das Camadas e Protocolos, relacionado a forma como os conteúdos do modelo OSI são apresentados para os participantes por meio da ferramenta; e, Funcionamento, que está relacionado à performance, estabilidade e usabilidade da ferramenta. Após análise dos dados coletados, os resultados foram condensados e classificados por dimensões.

A primeira dimensão avaliada foi a “Dinâmica”. Como pontos fortes foram destacados: Engajamento e Inovação, onde os avaliadores descreveram a dinâmica como inovadora, divertida, instigante e desafiadora; outro ponto forte destacado foi o uso de Metodologia Ativa, promovendo o aprendizado ativo e estimulando a colaboração entre equipes; e, a Alta Disponibilidade, por meio da acessibilidade web.

Como Pontos fracos foram citados: a Dependência de Mediação, haja vista que sem a condução de um professor, a aplicação da dinâmica pode virar apenas entretenimento ou causar prejuízo no aprendizado; a Barreira de Entrada, haja vista que alunos sem conhecimento prévio podem se sentir frustrados ou ter dificuldade com o tempo; e, a possibilidade de Passividade de Membros, onde um único aluno pode dominar as respostas sem que os demais participem efetivamente.

Como Oportunidades, foram destacados: Aumentar o engajamento por meio da Competitividade, implementando placar online, modos competitivos e variação do banco de enigmas; e, Diversificação, incluindo outros tipos de ensino e aprendizagem e novos temas dentro da dinâmica tornando-a multidisciplinar.

E referente as Ameaças, foram apontados: Resistência ao Uso, que pode representar um risco caso o usuário demore muito para resolver ou se sentir frustrado.

A segunda dimensão avaliada foi “Materiais e Regras”. Como pontos fortes foram destacados: A Simplicidade, com uso de Regras simples e intuitivas e com validação automática de respostas; Leveza, com aplicação leve; e, Suporte ao usuário, por meio de dicas presentes dentro do jogo.

Como Pontos fracos foram citados: A Interface, sendo descrita como pouco atrativa, com excesso de informação (texto longo) e pouco visual; as Limitações do Protótipo apresentado, com falta de funções e dependência de entendimento do usuário.

Como Oportunidades, foram destacados: Portabilidade, com a possibilidade de desenvolvimento de uma versão offline e inclusão de mais dispositivos em diferentes ambientes computacionais; e, Refinamento Visual, com o objetivo de tornar a interface visualmente mais limpa e adicionar regras logo no início.

E referente as Ameaças, foram apontados: Conectividade, haja vista a dependência obrigatória de conexão com a internet; e, a Exclusão, com a possibilidade de distanciar participantes que não tem conhecimentos sobre redes ou quem tem dificuldades de leitura.

A terceira dimensão avaliada foi “Abordagem das Camadas e Protocolos”. Como pontos fortes foram destacados: Divisão Estruturada, com boa divisão do aprendizado,

abrangendo todas as camadas de forma clara; e, Explicação Integrada, com o emprego de explicações educativas entregues automaticamente após a resolução de enigmas.

Como Pontos fracos foram citados: Abstração, onde algumas camadas do modelo OSI são mais abstratas e seus enigmas podem ser menos intuitivos; e, Imersão, com pouco aprofundamento nas camadas e protocolos, funcionando às vezes apenas como um "quiz".

Como Oportunidades, foram destacados: Aprofundamento, com oportunidade de detalhar mais as camadas e tornar os protocolos mais dinâmicos; e, Visualização, implementando elementos visuais da execução dos protocolos e planos de revisão.

E referente as Ameaças, foram apontados: Desatualização, caso o conteúdo teórico de referência passe por atualização; e, Desvio de Foco, uma vez que o foco excessivo no "enigma" pode fazer o aluno ignorar os conceitos técnicos do modelo OSI.

A quarta dimensão avaliada foi "Funcionamento". Como pontos fortes foram destacados: Controle de Tempo, por meio do uso de cronômetro regressivo visível e tela de resumo final, facilitando o andamento da dinâmica; e, Acessibilidade Web, que permite o bom funcionamento em diferentes contextos e nos principais navegadores, além de permitir o jogo em modo multiplayer.

Como Pontos fracos foram citados: Rigidez de Fluxo, onde se a equipe travar em uma fase, todo o ritmo da dinâmica é comprometido; e, Falta de Recursos Persistentes, com ausência de salvamento de progresso e de registro persistente de desempenho.

Como Oportunidades, foram destacados: Implementar o módulo de Gestão Docente, com registro automático de desempenho por equipe para permitir que o professor acompanhe resultados; e, Expansão de novos Módulos, com novos enigmas cobrindo mais conteúdos teóricos.

E referente as Ameaças, foram apontados: Falhas Técnicas, com riscos de bugs técnicos; e, Custos, tais como manter um domínio para a hospedagem do sistema.

5. Considerações Finais

O desenvolvimento do Conexão Perdida demonstrou o potencial dos jogos na sala de aula, como ferramenta complementar no processo de ensino-aprendizagem em disciplinas de Redes de Computadores, especialmente no que se refere a compreensão do modelo OSI e suas sete camadas.

Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar o escopo do jogo para além da disciplina de Redes e Computadores, adaptando a sua estrutura e criação de *quizzes*, modos de interação e mecânicas gamificadas para outras disciplinas da área da computação. Além disso, considera-se incorporar novos recursos pedagógicos e analíticos à plataforma, como mecanismos adaptativos de dificuldade, relatórios mais detalhados de desempenho e experimentações em diferentes contextos educacionais, visando consolidar o jogo não apenas como uma ferramenta aplicada a um conteúdo específico, mas como uma plataforma educacional flexível e reutilizável em múltiplos cenários de ensino.

6. Referências

- Alcantara, A. S.; Oliveira, S. R. B. (2018). Uma abordagem gamificada para apoio ao ensino e aprendizagem da gestão do conhecimento. In: Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 17., 2018, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Porto Alegre: SBC, p. 1448–1451.
- Connolly, T. M. et al. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, v. 59, n. 2, p. 661–686.
- Kapp, K. M.; Blair, L.; Mesch, R. (2014). *The gamification of learning and instruction fieldbook: ideas into practice*. San Francisco: John Wiley & Sons.
- Lisboa, R. S. et al. (2023). Quizz-Party: um game para avaliação contínua na graduação em cursos de Tecnologia da Informação. In: Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 2023. Anais [...]. Porto Alegre: SBC.
- Lee, M. J. (2013). How can a social debugging game effectively teach computer programming concepts? In: *International ACM Conference on International Computing Education Research*, 9., 2013, San Diego. Proceedings [...]. New York: ACM, p. 181–182.
- Muller, V. (2025). A gamificação como estratégia para motivação e engajamento dos alunos na educação. In: *Panorama da Educação: Estudos Interdisciplinares*, cap. 66. <https://doi.org/10.63330/aurumpub.011-066>
- Rocha, M. A. A. et al. (2020). O Qualif e os jogos digitais que apoiam o ensino-aprendizagem sobre qualidade de software. *Vértices, Campos dos Goytacazes*, v. 22, n. 2, p. 181–207, maio/ago.
- Ryan, R. M.; Deci, E. L. (2017). *Self-determination theory: basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. New York: Guilford Press.
- Straubinger, P.; Greller, T.; Fraser, G. (2025). Sojourner under Sabotage: a serious testing and debugging game. In: *ACM International Conference on the Foundations of Software Engineering*, 33., 2025, Trondheim. Proceedings [...]. New York: ACM, p. 738–748.