
Gamificando a Plataforma de Ensino de Estruturas de Dados DebugandoED

Lucas Fernando Borges



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Monte Carmelo - MG
2023

Lucas Fernando Borges

**Gamificando a Plataforma de Ensino de
Estruturas de Dados DebugandoED**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como requisito exigido parcial à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Área de concentração: Sistemas de Informação

Orientador: Profa. Dra. Ana Cláudia Martinez

Coorientador: Prof. Dr. Thiago Pirola Ribeiro

Monte Carmelo - MG

2023

Dedico este trabalho primeiramente a minha mãe que sempre sonhou em me ver formando em uma Universidade, e aqui estou eu, fazendo dos dela, os meus sonhos. Em segundo ao meu pai e meu irmão pelo apoio durante essa longa jornada, e a Deus por nunca me deixar desistir de batalhar para realizar meus sonhos...

Agradecimentos

Em especial aos meus orientadores Ana Cláudia Martinez e Thiago Pirola Ribeiro pelos estudos, brincadeiras e colaborações para o aprimoramento do conhecimento durante minha jornada como aluno e pessoa.

Aos meus amigos que fizeram parte desta caminhada me proporcionando apoio, felicidades e muito conhecimento, deixo aqui meus sinceros agradecimentos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte do desenvolvimento do referido trabalho, proporcionando o enriquecimento de conhecimento e aprendizado.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços - repetidos dia sim, e no outro dia também.”
(Robert Collier)

Resumo

O formato tradicional de ensino utilizado por grande parte dos professores nas universidades não é mais atrativo aos alunos, pois os universitários atuais nasceram envoltos em tecnologias. O universitário da área de tecnologia faz uso intenso de todos os meios de comunicações e informações digitais e, com isso, a aplicação de tecnologias no dia a dia poderiam auxiliar no ensino de Estruturas de Dados. Desenvolveu-se uma plataforma didática na web focada em Estruturas de Dados que permite a manipulação de vetores, matrizes, pilhas, filas, ponteiros, listas simples e duplamente encadeadas podendo o usuário, interagir com as mesmas. Nesse sentido, foram adicionadas técnicas de gamificação à plataforma, tentando despertar o estímulo da interação, melhorar a percepção cognitiva, desencadear uma experiência de aprendizagem mais imersiva e ter um maior engajamento na disciplina e assim, auxiliar na obtenção de melhores resultados nos estudos subsequentes.

Palavras-chave: Gamificação, Educação, Ensino, Simulador, Estruturas de Dados.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Diagrama que representa as principais sensações do indivíduo na realização de uma atividade até que se possa atingir o estado de Flow. . . .	24
Figura 2 – Exemplos de medalhas utilizadas por Figueiredo et al. (2015).	27
Figura 3 – Exemplo resumido da interface dos resultados do jogo (FIGUEIREDO et al., 2015).	27
Figura 4 – Fases e pontuações da disciplina organizado por Gonçalves et al. (2019).	28
Figura 5 – Fases do jogo CodeCombate.	29
Figura 6 – Primeira fase do jogo CodeCombate.	29
Figura 7 – Tela do jogo TesterDS (SEROA; BERTOLDO; NEVES, 2018).	31
Figura 8 – Menu principal do jogo Iadis (TODA et al., 2013).	31
Figura 9 – Representação de pilha e fila respectivamente do jogo Iadis (TODA et al., 2013).	32
Figura 10 – Representação de balanceamento de árvore, jogo Iadis (TODA et al., 2013).	32
Figura 11 – Representação das missões do jogo Iadis (TODA et al., 2013).	33
Figura 12 – DSLEP - vetores (COSTA et al., 2014).	34
Figura 13 – DSLEP - pilha (COSTA et al., 2014).	34
Figura 14 – DSLEP - fila (COSTA et al., 2014).	35
Figura 15 – DSLEP - árvore (COSTA et al., 2014).	35
Figura 16 – Diagrama de Casos de Uso do DebugandoED gamificado.	39
Figura 17 – Tela inicial completa da plataforma DebugandoED.	40
Figura 18 – Tela de <i>login</i> da plataforma DebugandoED.	41
Figura 19 – Janela demonstrando o cadastro no sistema.	41
Figura 20 – Escolha dos cenários.	42
Figura 21 – Exemplo da tela completa do perfil do usuário.	42
Figura 22 – Tela inicial completa do sistema.	43
Figura 23 – <i>Layout</i> dos desafios no cenário gamificado.	43
Figura 24 – Níveis da estrutura, nesse caso, vetor.	44

Figura 25 – Diagrama de atividades para a escolha dos desafios.	44
Figura 26 – Exemplo de descrição do desafio de nível fácil de vetor.	45
Figura 27 – Exemplo de manipulação do desafio da estrutura vetor.	46
Figura 28 – Diagrama de atividade da correção dos desafios.	46
Figura 29 – Desbloqueio das estruturas em ordem sequencial.	47
Figura 30 – <i>Layout</i> com todos os desafios desbloqueados.	47
Figura 31 – Selo de campeão da estrutura.	48
Figura 32 – <i>Feedback</i> negativo resposta desafio.	48
Figura 33 – <i>Feedback</i> positivo resposta desafio.	49
Figura 34 – Quadro de medalhas implementadas.	49
Figura 35 – Quadro de medalhas conquistadas.	50
Figura 36 – Quadro de medalhas concluídas.	50
Figura 37 – Diagrama de atividades do desbloqueio das medalhas.	51
Figura 38 – <i>Ranking</i> dos usuários na plataforma DebugandoED.	51
Figura 39 – Diagrama de atividade da exibição do <i>ranking</i>	52
Figura 40 – Dados do <i>Google Analytics</i> para novos usuários.	53
Figura 41 – Dados do <i>Google Analytics</i> contendo os usuários e tempo de engajamento.	53

Lista de tabelas

Tabela 1 – Tabela comparativa dos jogos educativos	36
--	----

Lista de siglas

DSLEP *Data Structure Learning Platform* - Plataforma de Aprendizagem de Estrutura de Dados

ED Estrutura de Dados - *Data Structure*

FACOM Faculdade de Computação

FIFO *First In First Out* - Primeiro que entra, primeiro que sai

LGPD Lei Geral de Proteção de Dados

SBSI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação

SBC Sociedade Brasileira de Computação

UFU Universidade Federal de Uberlândia

UFMT Universidade Federal de Mato Grosso

UFPA Universidade Federal do Pará

UX *User Experience* - Experiência do usuário

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Motivação	12
1.2	Problema	13
1.3	Justificativa	14
1.4	Hipótese	15
1.5	Objetivos Gerais	15
1.6	Objetivos específicos	15
1.7	Organização da Monografia	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Conceitos	17
2.1.1	Métodos de Ensino	17
2.1.2	Estruturas de Dados	19
2.1.3	Simuladores	19
2.1.4	Gamificação	20
2.1.5	Benefícios de uma abordagem gamificada	22
2.1.6	Gamificação e Teoria do Flow	23
2.1.7	Pedagogia	25
2.2	Trabalhos Relacionados	25
2.2.1	Sistemas gamificados na educação	26
2.2.2	Ensino de programação por meio de sistemas gamificados	26
2.2.3	Exemplos de sistemas gamificados em Estrutura de Dados	30
3	EXPERIMENTOS	37
3.1	Implementação	37
3.2	Modelagem	38
3.3	Interação	38
3.3.1	Login	39

3.3.2	Desafios	40
3.3.3	<i>Feedbacks</i>	47
3.3.4	Medalhas e recompensas	48
3.3.5	Ranking	51
3.4	Avaliação dos Resultados	52
4	CONCLUSÃO	54
4.1	Principais Contribuições	55
4.2	Trabalhos Futuros	55
4.3	Contribuições em Produção Bibliográfica	56
	REFERÊNCIAS	57

Introdução

Para o desenvolvimento desse trabalho, foram realizados vários estudos que indicaram que um dos grandes desafios encontrados no ensino atual é conseguir utilizar a tecnologia disponível como um instrumento para tornar os conteúdos mais atrativos, compreensíveis e motivadores para os estudantes que, diariamente, estão cercados por tecnologias e altamente conectados. Segundo Prensky (2001), estudantes que cresceram em um ambiente altamente tecnológico, possuem uma forma diferente de processar informações em comparação com aqueles que não cresceram em um ambiente digital. Bonwell e Eison (1991) destacam a importância de envolver os estudantes ativamente no processo de aprendizagem, utilizando tecnologias e outras estratégias para tornar o conteúdo mais significativo e relevante para eles.

Na computação, disciplinas que envolvem programação e Estrutura de Dados são consideradas desafiadoras para muitos alunos. Muitos não conseguem superar o desafio, contribuindo para os altos índices de reprovação e, em última instância, resultam no abandono do curso. Sendo assim, no campo de pesquisa ensino-aprendizagem, existem metodologias sendo criadas e implementadas para facilitar a disseminação do conhecimento, como plataformas de ensino gamificadas abordado por Kapp (2012).

1.1 Motivação

A motivação deste trabalho vem da necessidade de reduzir os altos índices de reprovações notado no Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal de Uberlândia no Campus Monte Carmelo. Propondo estimular o crescimento de um novo nicho a ser seguido nas universidades, como forma de ensinar programação, a adoção de simuladores gamificados é uma técnica que não apresenta custos, desperta o estímulo da interação, melhora a percepção cognitiva e desencadeia uma experiência de aprendizagem mais imersiva. Segundo Fardo (2013), a utilização de certos elementos de jogos fora do ambiente dos jogos estimula a motivação dos indivíduos, auxiliando na solução de problemas e promovendo a aprendizagem.

Nesse contexto, foi desenvolvida a plataforma *web on-line* DebugandoED (BORGES; MARTINEZ; RIBEIRO, 2021b), que auxilia alunos e estudantes de programação a estudarem Estruturas de Dados, e como forma de tornar a ferramenta mais atrativa, despertou-se a motivação para tornar a plataforma ainda mais próxima da vivência dos usuários incorporando elementos de gamificação aplicados em exercícios.

1.2 Problema

O processo de compreender programação e a lógica computacional quando o aluno não tem uma base inicial formada, evidencia um sério problema que a maioria dos alunos ingressantes enfrentam em matérias iniciais de programação nos cursos de tecnologia nas diversas universidades pelo país. Segundo Izeki, Nagai e Dias (2016), as disciplinas de introdução a programação são consideradas difíceis e desafiadoras por alunos ingressantes. A natureza acumulativa das grades curriculares contribuem ainda mais para essa dificuldade, tornando-se um obstáculo para o sucesso acadêmico dos estudantes.

Dentro desse contexto educacional, a aplicação de metodologias tradicionais de ensino, como aulas expositivas e sem a incorporação de elementos interativos, tem se mostrado insuficiente para alcançar taxas de sucesso adequadas. Essa abordagem tem resultado em baixos índices de aprovação, levando, por conseguinte, a uma elevada taxa de abandono do curso. De acordo com Pinheiro (2000) percebe-se que, de forma geral, há uma crise motivacional, principalmente no que tange ao cenário educacional. Grande parte das instituições de ensino, independente de nacionalidade e de níveis de educação, encontram dificuldades para engajarem seus alunos utilizando os recursos educacionais tradicionais. Na sociedade conectada, com a avalanche de informação disponível torna-se necessário encontrar novas formas de ultrapassar os métodos tradicionais de ensino, assim como outras maneiras para deslumbrar e motivar os alunos nas atividades educacionais.

De acordo com estudos realizados por Borges (2000), a metodologia tradicional de ensino de algoritmos é insuficiente para motivar os alunos e promover o entendimento do conteúdo relevante para sua formação. Além disso, devido ao grande número de alunos em sala de aula, falta de tempo e necessidade de seguir o plano de trabalho, torna-se difícil para o professor fornecer acompanhamento individualizado.

Como consequência da difusão das tecnologias digitais, Prensky (2001) ressalta que a forma tradicional de aula não é mais atrativa, devido às novas gerações terem nascidas envoltas em diversas tecnologias, como videogames, tablets, smartphones e Internet. Assim, faz-se necessário incorporar a tecnologia de forma a aproxima-lá da realidade como uma abordagem de ensino.

Dessa forma, este trabalho surgiu a partir de um projeto de iniciação científica, registrado na Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFU (DIRPE/PET 00104/2020), tendo como objetivo desenvolver um simulador/plataforma de estruturas de dados para

dar suporte ao ensino em sala de aula. Tal plataforma intitulada DebugandoED, possui estruturas que são abordadas nas disciplinas de Estruturas de Dados, tendo como referência os livros Cormen et al. (2002) e Tenenbaum, Langsam e Augenstein (2004). Observou-se que muitas ferramentas similares, disponíveis para interação, em muitos casos mostram apenas a forma visual, não oferecendo ao usuário uma manipulação de forma que consigam interagir com o sistema.

Em suma, notou-se que depois de criar as estruturas e manipulá-las, removendo e inserindo valores na plataforma, tais ações se tornam repetitivas e monótonas, e com o passar do tempo a ferramenta pode perder sua relevância. Dessa forma, é crucial implementar medidas para manter a motivação dos usuários e garantir que a ferramenta permaneça atrativa, sendo a gamificação uma proposta de solução.

1.3 Justificativa

A utilização de jogos eletrônicos e de tabuleiros tem se tornado cada vez mais comum entre diferentes faixas etárias, incluindo aqueles que estão estudando em universidades e/ou trabalhando. Para Zichermann e Cunningham (2011), os mecanismos encontrados em jogos funcionam como um motor motivacional do indivíduo, contribuindo para o engajamento desde os mais variados aspectos e ambientes. Para Fardo (2013), a gamificação proporciona um sistema em que os estudantes conseguem visualizar o efeito de suas ações e aprendizagens, na medida em que fica mais fácil compreender a relação das partes com o todo, como acontece nos jogos.

Com isso, a gamificação proporciona benefícios como o aumento do interesse em aprender, o incentivo à participação ativa no processo de aprendizagem, a autonomia, o desenvolvimento da capacidade de memorização e a melhor assimilação de conteúdos. Além disso, aumenta o senso lúdico dos jogos e os desafios que eles apresentam, levam o estudante a se manter focado em resolvê-los, e permite ao aluno uma melhor assimilação da teoria e prática dos conteúdos.

Portanto, a inclusão de elementos de jogos na metodologia de ensino pode incentivar a participação dos estudantes e aumentar a compreensão dos conceitos, uma vez que a inserção da gamificação no trabalho em questão é justificada pelo fato de ajudar os estudantes a se interessarem mais pelos conteúdos, a manterem mais focados e portanto assimilarem melhor a teoria e a prática. Além disso, a gamificação pode proporcionar benefícios adicionais, como o desenvolvimento da memória e da autonomia, o que contribui para o sucesso dos estudantes no aprendizado, como abordado por Kapp (2012) e McGonigal (2011).

1.4 Hipótese

O presente trabalho tem a hipótese que após a incorporação da gamificação na plataforma de ensino DebugandoED, quando utilizada em sala de aula, resultará em uma melhoria significativa no aprendizado de Estruturas de Dados. Isso se dará pela utilização de mecanismos de jogo na plataforma, o que se espera aumentar a capacidade de assimilação de conteúdos pelos alunos, aumentar a interação entre os alunos e o professor, resultar em um maior índice de aprovação nas disciplinas, diminuição no índice de abandono do curso e melhoria no desempenho dos alunos.

1.5 Objetivos Gerais

O presente trabalho tem como objetivo a implementação da gamificação na plataforma DebugandoED – Plataforma de Ensino de Estruturas de Dados disponibilizada de forma on-line, hospedada na Faculdade de Computação (FACOM)¹ – tendo o propósito de torná-la uma ferramenta de estudo mais abrangente.

1.6 Objetivos específicos

No que tange aos objetivos específicos deste Trabalho destacam:

- ❑ estudo e análise dos elementos de gamificação/jogos aplicados em simuladores on-line;
- ❑ aumentar a dinâmica e a interatividade entre os alunos e os professores na plataforma, a fim de evitar a saturação cognitiva dos usuários e melhorar a assimilação do conteúdo;
- ❑ quantificar e qualificar o uso da plataforma dentro de sala de aula tanto para os alunos quanto para os professores a nível de aceitação e facilidade de uso;
- ❑ quantificar os níveis de aprovação e reprovação antes da adoção da ferramenta e depois da ferramenta no ambiente universitário;
- ❑ diminuir o percentual de reprovação e de abandono do curso por parte dos alunos após ser introduzida a plataforma gamificada em sala de aula;
- ❑ tornar o ensinamento de programação de estruturas descomplicada através do uso da plataforma.

¹ <<https://debugandoed.facom.ufu.br>>

1.7 Organização da Monografia

O Capítulo 2 apresenta uma fundamentação teórica sobre o assunto, abordando conceitos como estruturas de dados, simuladores, gamificação e passando pela área da pedagogia, discutindo os principais autores e obras relacionadas ao tema, bem como os termos mais relevantes para a compreensão da pesquisa.

O Capítulo 3 descreve os experimentos e a implementação realizada, sendo apresentados os métodos utilizados na implementação, bem como os resultados obtidos e as análises realizadas, sendo descrito como outros autores realizaram a abordagem da gamificação e como ela impactou nas construções dos sistemas.

No Capítulo 4 traz a conclusão da pesquisa, onde serão discutidos os principais resultados e as implicações da utilização da gamificação em sistemas voltados para a educação, sendo apresentadas as principais contribuições do trabalho e sugestões para futuras pesquisas no campo.

Fundamentação Teórica

Neste capítulo serão apresentados os principais tópicos necessários para a compreensão do trabalho, iniciando-se pelos métodos de ensino, passando pelos pilares conceituais de Estruturas de Dados, por conseguinte relata-se as definições de simuladores e a gamificação como processo de ensino-aprendizagem, assim como a explicação da Teoria do *FLOW*, e ao final, serão apresentados alguns trabalhos relacionados ao tema com uma breve comparação.

2.1 Conceitos

A fim de esclarecer os conceitos fundamentais do presente trabalho, os tópicos seguintes fornecem uma fundamentação sobre os termos mais importantes.

2.1.1 Métodos de Ensino

De acordo com Anastasiou, Alves et al. (2004) os métodos de ensino são estratégias utilizadas pelos educadores para transmitirem conhecimentos aos seus alunos. Desse modo, há inúmeros tipos de métodos de ensino, cada um com suas próprias vantagens e desvantagens. Neste trabalho, serão apresentados alguns estudos específicos:

- ❑ **Aprendizagem baseada em problemas:** Ribeiro (2008) destaca que nesta abordagem os estudantes são desafiados a resolverem problemas reais e relevantes. São projetados para desenvolverem habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe. Esses problemas são geralmente complexos e não têm uma resposta única, exigindo que os alunos apliquem conhecimentos adquiridos e os integrem para encontrar soluções. Esta metodologia possibilita ao aluno aplicar seus conhecimentos de forma mais próxima da realidade e com isso, aumenta sua motivação em estudar, e alcançar seus objetivos.

- ❑ **Ensino cooperativo:** Matai e Matai (2008) destacam que nesta abordagem o foco é desenvolver habilidades sociais e intelectuais dos estudantes através do trabalho em grupo. Essa metodologia se baseia no aprendizado sendo mais eficaz quando os alunos trabalham em conjunto para alcançarem metas comuns. Dessa forma o ensino cooperativo promove a interação entre os estudantes e a responsabilidade compartilhada, estimulando a colaboração e a comunicação. Assim, buscam desenvolver habilidades como o pensamento crítico, com a resolução de problemas e tomada de decisão, aumentando a motivação e consequentemente o engajamento.
- ❑ **Aprendizagem baseada em jogos:** para Prensky (2021) é um método de ensino que utiliza jogos como ferramenta pedagógica para promover a aprendizagem. Tal abordagem permite aos alunos experimentarem e explorarem conceitos de forma lúdica, enquanto desenvolvem habilidades críticas e colaborativas.
- ❑ **Ensino baseado em tecnologia:** para Aguiar (2008) é um método educacional que utiliza as tecnologias da informação e comunicação como ferramenta para o ensino e aprendizagem. Assim, esse tipo de ensino busca integrar as tecnologias em sala de aula com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino, aumentar a motivação dos alunos e tornar o aprendizado mais interativo e significativo. Tem como objetivo principal proporcionar aos alunos um ambiente de aprendizado mais dinâmico e interessante, com o uso de recursos tecnológicos que possibilitem a interação, a colaboração e a construção do conhecimento de maneira ativa.

É importante destacar que, ao longo dos anos, várias técnicas de ensino-aprendizagem têm sido propostas e implementadas em salas de aula, como evidencia Paiva et al. (2016). Assim, ao verificar as técnicas de ensino-aprendizagem presentes no contexto educacional destacam duas:

- ❑ **Metodologia Tradicional:** como aborda Mizukami (1986), o processo de ensino, nessa prática educacional, é centrado no professor que planeja o conteúdo a ser transmitido aos alunos por meio de aulas expositivas. Sendo que nesse processo, o aluno recebe o conhecimento pronto para então, ser “aprendido”.
- ❑ **Metodologias Ativas:** de acordo com Ribeiro (2008) metodologias ativas são estratégias que têm como foco um ensino centrado no aluno, o qual participa ativamente no processo de construção do seu próprio conhecimento enquanto o professor atua como um facilitador e/ou orientador na aprendizagem do aluno.

Diante desse contexto, é importante destacar que a escolha dos métodos de ensino aplicados em sala de aula podem influenciar significativamente no processo de aprendizagem e assimilação de conhecimento dos estudantes, desde o Ensino Fundamental até o Ensino Superior. A escolha adequada dos métodos de ensino pode ser determinante para o sucesso acadêmico dos alunos.

2.1.2 Estruturas de Dados

De acordo com Cormen et al. (2002), Estruturas de Dados são fundamentais para a representação e organização de informações em sistemas computacionais. Elas consistem em coleções de objetos, onde cada objeto é uma unidade de informação, e as Estruturas de Dados fornecem meios eficientes para armazenar, manipular e acessar esses objetos. Essas estruturas incluem listas, árvores, grafos, tabelas *hash*, e são amplamente utilizadas em diversas aplicações, como por exemplo em sistemas operacionais, banco de dados, inteligências artificiais, algoritmos de busca e ordenação, dentre outras.

No que tange ao ensino de tal temática, se torna uma disciplina obrigatória e de suma importância para cursos de Sistemas de Informação e afins. Portanto a compreensão dessas estruturas é fundamental para o desenvolvimento de programas eficientes, sendo a base para entendimento de diversos fundamentos de programação, conforme mencionado por Baker et al. (1999).

De acordo com Tenenbaum, Langsam e Augenstein (2004), o ensino de Estruturas de Dados é fundamental para a formação do estudante, pois são conceitos utilizados para armazenamento e organização de dados de maneira lógica e eficiente, o qual causam diversos impactos nos sistemas. Destaca-se a importância de se estudarem diferentes tipos de estruturas como listas, pilhas, filas, árvores e grafos, para que os estudantes possam compreender a melhor maneira de resolverem problemas específicos. Como afirma Goodrich e Tamassia (2013), escolher a Estrutura de Dados adequada para um determinado problema é uma habilidade crítica para qualquer programador.

2.1.3 Simuladores

Simuladores são ferramentas computacionais que permitem a reprodução de eventos ou processos reais, visando a análise de suas características e comportamentos, sem a necessidade de se realizar testes ou experimentos físicos. São utilizados em vários campos como engenharia, ciência da computação, física, economia, entre outros, para simular situações complexas, avaliar desempenho de sistemas, projetar e testar novos equipamentos ou tecnologias.

De acordo com Machado, Moraes e Nunes (2009), simuladores são ferramentas pedagógicas que buscam reproduzir situações práticas do cotidiano, com o objetivo principal de oferecerem treinamento para profissionais de diferentes áreas e conscientizar crianças, jovens e adultos sobre situações críticas.

Para Oden et al. (2006), os simuladores referem-se à aplicação de modelos computacionais para estudo e previsão de eventos ou comportamentos, disponibilizado para uma ampla gama de aplicações e sendo utilizada principalmente na área da educação.

Assim sendo, nesta área em específico, simuladores têm se mostrado eficazes para o ensino de conceitos complexos, pois permitem que os alunos experimentem e manipulem os

conceitos de forma interativa, o que aumenta a compreensão do assunto e o engajamento dos estudantes. Dessa forma a Plataforma DebugandoED¹, desenvolvida por Borges, Martinez e Ribeiro (2021a) é um exemplo de simulador desenvolvido para o ensino de Estruturas de Dados projetado para ensinar conceitos, explorar diferentes cenários sem riscos ou custos, sendo um recurso pedagógico voltado para ensinar teorias e habilidades.

2.1.4 Gamificação

Existem várias definições de gamificação que, apesar da semelhança, diferem na concepção dos elementos que fazem parte dos jogos. As abordagens variam conforme a área de aplicação (marketing, *design*, programação, educação, áreas sociais, etc). Diante disso, a palavra “gamificação” tem sua origem no termo inglês *gamification* e uma de suas definições mais comum é aquela de que consiste na utilização de elementos dos jogos, tais como mecânicas, estratégias e pensamentos dos jogos fora do contexto dos jogos, com a finalidade de motivar os indivíduos à ação, auxiliar na solução de problemas e promover aprendizagens (KAPP, 2012).

Segundo Signori e Guimarães (2016) esse termo foi utilizado primeiramente pelo programador britânico Nick Pelling em 2002. Inicialmente a ideia era de que conceitos de mecânicas do mundo dos jogos poderiam ser aplicadas a contextos do mundo real e motivar as pessoas a resolverem problemas, mas tornou-se mais amplamente utilizado apenas em 2010.

Assim sendo, para Tanaka et al. (2013) a gamificação abrange a utilização de mecanismos de jogos para a resolução de problemas. Enquanto que para Hamari, Koivisto e Sarsa (2014) é um processo de melhoria para serviços e ambientes.

Na visão de Fardo (2013), a gamificação proporciona um sistema em que os estudantes conseguem visualizar o efeito de suas ações e aprendizagens, na medida em que fica mais fácil compreender a relação das partes com o todo, como acontece nos jogos.

Para Tanaka et al. (2013) existem quatro características em relação a mecânica dos jogos que entendem ser essenciais ao se desenvolver um sistema, tendo como base a gamificação:

1. **Meta do jogo:** motivo para a qual a realização daquela atividade deve ser realizada pelo jogador. Nesse caso, seria o propósito para qual o jogador deve perseguir constantemente. Sendo que este, deve ser utilizado como forma de orientação para a atividade e não para um fim específico.
2. **Regras:** têm a função de determinar a forma como o jogador deve se comportar e agir para cumprir os desafios do ambiente gamificado;

¹ <<https://debugandoed.facom.ufu.br/>>

3. **Feedbacks:** por meio deste que o jogador se orienta sobre sua posição referente aos elementos que regulam a interação dentro do jogo, atuando como uma resposta do sistema para cada ação realizada pelo usuário;
4. **Participação voluntária:** caracterizada pela disposição do indivíduo em interagir com os elementos do jogo sem qualquer tipo de coerção externa. Isso requer que o indivíduo adote uma postura de conformidade com as metas, regras e mecanismos de avaliação de desempenho estabelecidos pelo jogo.

Para Kapp (2012), os elementos de jogos que podem ser empregados no *design* da gamificação são:

- ❑ **Estado ganhador:** se trata de condições do vencedor do jogo ao ser alcançado os objetivos que devem ser bem definidos para todos os jogadores;
- ❑ **Jogadores:** pessoas que participam ou atuam em um jogo, podendo interagir entre si. Na área da educação os jogadores podem ser os alunos e os professores;
- ❑ **Abstração:** envolvem a abstração da realidade, podendo ser através de histórias e elementos do dia-a-dia, dependendo da implementação e da utilização;
- ❑ **Interação:** é a parte fundamental abordada em um sistema gamificado. Pode ocorrer entre os jogadores, com os elementos do jogo ou com o conteúdo envolvido dentro do cenário criado;
- ❑ **Desafios:** estimulam os jogadores a alcançarem os objetivos gerais e/ou específicos de forma direta e/ou indireta dentro do jogo. Uma vez que o jogo pode se tornar entediante quando não se tem desafios;
- ❑ **Feedback:** elemento que responde às ações dos jogadores. Nesse sentido, tem uma ação positiva ou negativa, e está relacionado com recompensas. Assim se trata de qualquer aviso ou elemento, visual ou sonoro, que ajude a validar as ações do jogador ao realizar ações;
- ❑ **Recompensa:** uma sanção positiva a qual é recebida por um jogador, basicamente quando o mesmo vence um desafio ou atinge o estado ganhador. Dentro do cenário dos jogos, as recompensas internas são pontos e medalhas, porém podem existir recompensas externas aos elementos dos jogos;
- ❑ **Pontuação:** se trata de recompensa quantitativa e acumulativa que está relacionada às atividades e comportamentos executados pelos jogadores quando é realizado totalmente;
- ❑ **Ranking ou placar:** é uma maneira de visualizar o progresso dos outros usuários e criar um senso de competição dentro do sistema;

- **Medalha:** trata-se de uma recompensa qualitativa, geralmente representada por um sinal gráfico abstrato, relacionada às atividades e comportamentos executados pelos jogadores, desafios ou outros estados do jogo. O processo de aquisição de uma medalha pode ser definido em regra ou surpresa de acordo com o *design* do jogo;
- **Regras:** abordam um conjunto de sentenças que definem o jogo. Uma vez que descrevem como a evolução funciona, o estado ganhador, o ambiente do jogo, a aquisição de recompensas e o que será aceitável.

Para Schmitz, Klemke e Specht (2012) é possível resumir os elementos dos jogos como sendo: os personagens, as competições e as regras, sendo elementos necessários quando a gamificação é aplicada a contextos de ensino, tendo efeito direto no processo de aprendizagem do indivíduo. Assim sendo, o desafio surge da maneira em que se insere a gamificação dependendo do ambiente.

2.1.5 Benefícios de uma abordagem gamificada

Atualmente vivemos em uma sociedade cercada de dispositivos tecnológicos, estando cada vez mais envolto no mundo digital. Assim, todo este avanço trouxe diversas mudanças e impactos, seja nas escolas, escritórios, comércios, dentre outros ambientes sociais. Com isso, o impacto é marcante desde as brincadeiras, interações sociais e até na maneira que as novas gerações se divertem, como acontece nos jogos.

Tanaka et al. (2013), destaca que a gamificação é utilizado como forma de auxiliar a resolução de problemas objetificando alcançar melhores resultados. Tendo sido amplamente aplicado em empresas e entidades de diversos seguimentos, buscando uma diferenciação em relação as abordagens tradicionais, como forma de auxiliar o aprendizado e até treinamento.

Assim, essas mudanças são levadas até instituições de ensino, pois tem-se o mesmo objetivo de auxiliar em alguma etapa e envolver pessoas em uma atividade específica. Uma vez que, tal adoção esta presente no próprio Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2001), no qual prevê a necessidade dos docentes dominarem as novas tecnologias de comunicação e da informação e possuir a capacidade de integrá-las na prática do magistério.

Segundo o Instituto de Pós-Graduação e Graduação² (IPOG) os jogos desenvolvem também competências socio-emocionais. Dentre elas são destacadas: a interatividade, criatividade, pensamento próprio, persistência, senso de urgência, competição saudável, disciplina, etc. Em relação aos benefícios de adotar a mecânica dos jogos na educação, destacam:

² <<https://blog.ipog.edu.br/educacao/beneficios-gamificacao-na-educacao/>>

- ❑ **Mitiga a aversão à aprendizagem:** a gamificação permite que as aulas sejam mais atraentes e contextualizadas, diminuindo a relação negativa que algumas pessoas possuem com a aprendizagem;
- ❑ **Promove a autonomia do aluno:** possibilita que os alunos utilizem sua criatividade para resolverem problemas, o que proporciona uma melhor compreensão e retenção do conteúdo;
- ❑ **Oferece novos modos de ensino:** permite que os alunos explorem o ambiente do jogo, desvendando novas informações e cumprindo desafios dentro de um limite de tempo, o que leva a uma aprendizagem contínua;
- ❑ **Fomenta a tolerância ao erro:** possibilita que os participantes percam pontos ou outras recompensas em caso de erro, mas ainda assim oferece segundas chances, favorecendo a inovação;
- ❑ **Promove a participação dos alunos:** propicia que o processo de aprendizado seja construído de forma coletiva, dando voz aos alunos e promovendo a interação entre eles. Pois a gamificação permite que os alunos contribuam com suas ideias e conhecimentos, contribuindo para a melhoria do processo educacional e deixando lições para futuros participantes;
- ❑ **Fomenta a persistência:** a gamificação estimula a persistência através do desafio, pois ao ganhar, estimula-se a seguir em frente pelo nível de dificuldade que aumenta a cada etapa e, se perder, tem-se a possibilidade de mais uma tentativa;
- ❑ **Melhora o foco:** durante o jogo, mantém-se o foco nos desafios encontrados, como por exemplo, aumentando as dificuldades a cada fase do jogo;
- ❑ **Possibilidade de mensuração do desempenho:** permite uma mensuração mais eficiente do desempenho dos alunos em comparação com os métodos tradicionais de avaliação, pois oferece *feedback* imediato, tanto por parte do professor quanto pelo próprio aluno, através da pontuação, por exemplo;
- ❑ **Facilita a assimilação entre teoria e prática:** permite tal melhoramento e interligação, pois permitem que os alunos aprendam as regras e objetivos do jogo e, ao jogar, coloquem em prática o conhecimento adquirido.

2.1.6 Gamificação e Teoria do Flow

A Teoria do Flow foi criada por Mihaly Csikszentmihalyi em 1991 (CSIKSZENTMIHALYI; CSIKZENTMIHALY, 1990) e busca explicar o que torna uma pessoa feliz. Nesse sentido *Flow* é:

“Um estado mental que acontece quando uma pessoa realiza uma atividade e se sente totalmente absorvida em uma sensação de energia, prazer e foco total no que está fazendo. Em essência, o flow é caracterizado pela imersão completa no que se faz, e por uma consequente perda do sentido de espaço e tempo.”

(CSIKSZENTMIHALYI; CSIKZENTMIHALY, 1990)

Com isso, a gamificação leva o usuário a essa sensação de satisfação, uma vez que ao surgirem novos desafios, o jogador deve desenvolver novas habilidades, para superar tal impasse. Entretanto três condições precisam ser satisfeitas para que esse estado seja atingido:

- (i) Metas claras a fim de direcionar o comportamento do indivíduo;
- (ii) *Feedback* rápido e direto, uma vez que o retorno rápido possibilita prosseguir com a atividade de forma prazerosa;
- (iii) Equilíbrio entre as habilidades do indivíduo e os desafios do jogo.

Desafios e habilidades são as dimensões mais importantes, conforme ilustra a Figura 1. Se a habilidade de um indivíduo for maior que o desafio, pode provocar um estado de tédio (A2). No entanto, se o desafio for superior às capacidades do indivíduo, tem-se a sensação de ansiedade (A3). O estado de *Flow* (A1 e A4), deriva do equilíbrio dessa relação.

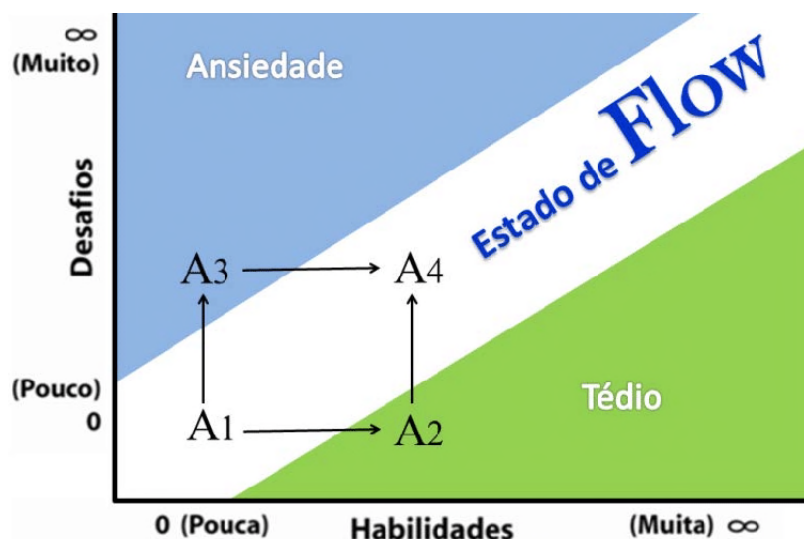


Figura 1 – Diagrama que representa as principais sensações do indivíduo na realização de uma atividade até que se possa atingir o estado de Flow.

Fonte: (CSIKSZENTMIHALYI; CSIKZENTMIHALY, 1990) (p. 74).

Nesse sentido a gamificação captura dos jogos o seu principal objetivo, em outras palavras, captura os elementos e mecanismos que proporcionam ao usuário maior motivação e engajamento. Com isso, atividades gamificadas proporcionam um “estado de Flow”,

pois de acordo com essa teoria as atividades envolventes são as que proporcionam desafios, metas claras com *feedbacks*, sentimento de controle, foco, perda de noção de tempo e corpo, sendo atividades que acontecem quando o indivíduo está imerso e concentrado em um ambiente gamificado.

2.1.7 Pedagogia

No cenário da pedagogia ressalta-se o objetivo de buscar melhorias na qualidade dos processos de ensino e aprendizagem. Dessa forma a aprendizagem entende-se como um processo vital relacionado ao crescimento, sendo desenvolvido ao longo da vida, tendo uma dimensão significativa que explicita o significado e importância do que se aprende.

“Quando falamos de formação (universitária ou não) devemos estar em condições de integrar nela os seguintes conteúdos formativos: novas possibilidades de desenvolvimento pessoal, novos conhecimentos, novas habilidades, atitudes e valores.”

(ZABALZA; BERAZA, 2003), (p. 41-42)

Salienta-se que ao implementar determinada estratégia pedagógica, é preciso considerar como e o que estão sendo propostos, bem como oferecer possibilidades contextualizadas com seus hábitos cotidianos, ou seja, alinhados com expectativas que se relacionam com a realidade vivida pelos estudantes fora do ambiente do ensino formal, a partir de problemáticas cotidianas. Segundo Martins, Giraffa e Lima (2018), dentre as estratégias pedagógicas, que se adaptam às condições socioculturais contemporâneas, a gamificação é uma tendência promissora, pois pode ser vista como uma readaptação da cultura lúdica às técnicas condicionadas pela cibercultura.

Kapp (2012) aponta que a relação entre gamificação e educação, na prática deve ser desenvolvida considerando todos os elementos dos jogos digitais que forem apropriados para o contexto educacional, e não somente aqueles relacionados à pontuação e recompensas. É importante ressaltar que a gamificação de atividades pedagógicas não se resume simplesmente em criar jogos com enfoque pedagógico ou utilizar jogos como método de ensino. É fundamental compreender e implementar as mecânicas e dinâmicas presentes nos jogos digitais em práticas pedagógicas.

2.2 Trabalhos Relacionados

Foi realizada uma busca exploratória na literatura acerca de trabalhos desenvolvidos, em que primeiramente, optou-se por entender sobre trabalhos envolvendo a gamificação.

Segundo Tolomei (2017) os elementos da gamificação quando aplicados em atividades de aprendizagem, proporcionam o aumento do engajamento e assim, da motivação no que tange as atividades educacionais e nesse sentido, deve-se explorar esse recurso que no século XXI possui um acesso bem mais facilitado.

2.2.1 Sistemas gamificados na educação

A incorporação da gamificação como estratégia de ensino tem ganhado cada vez mais destaque em sistemas educacionais. Um exemplo disso é plataforma Duolingo³, que é um sistema para ensino de línguas que utiliza a gamificação em sua metodologia, apresentando como objetivo tornar o aprendizado de idiomas de forma divertida e motivadora, aumentando a participação e o engajamento dos usuários. A plataforma utiliza elementos de jogos como pontuações, recompensas e desafios, para motivar os usuários a continuarem aprendendo e a alcançarem seus objetivos de aprendizagem. Uma vez que sua metodologia tem sido tão eficaz quanto aulas tradicionais de línguas e mais eficaz do que o auto-estudo, como aborda THOMANN (2016).

Dessa forma, de acordo com uma análise qualitativa realizada por Minuzi et al. (2018), que analisou 70 artigos publicados entre 2011 e 2018 com o objetivo de avaliar a gamificação na educação profissional e tecnológica tanto no Brasil quanto no exterior, verificou-se que a incorporação da gamificação como estratégia de ensino só começou a ser relatada a partir de 2011. Dos artigos analisados, 37,2% se concentraram na temática da educação e apresentaram um crescimento linear até 2015, abordando apenas o desenvolvimento da temática da gamificação dentro das pesquisas. Por conseguinte o estudo concluiu que as dissertações que tinham como base o uso da gamificação, utilizavam jogos digitais em detrimento dos analógicos. Outro ponto importante é que na pesquisa foram utilizadas versões em aplicativos e plataformas digitais, aplicadas em ambientes de ensino como práticas laborais, tendo ao final das implementações, altos índices de aceitação e empregabilidade.

Segundo Minuzi et al. (2018) a falta de interesse vivenciada pelos estudantes nos processos de ensino pode ser reduzido drasticamente com ferramentas que contam com a gamificação, sendo uma importante e inovadora ferramenta a ser explorada, como demonstrou a maioria dos artigos analisados. Dessa forma, nos estudos realizados com estudantes e trabalhadores, apenas um artigo relata uma experiência negativa em relação a implementação das abordagens gamificadas.

2.2.2 Ensino de programação por meio de sistemas gamificados

A pesquisa de Figueiredo et al. (2015) teve como objetivo investigar o uso da gamificação como metodologia de ensino na disciplina de Algoritmos III no Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), com enfoque na Programação Orientada a Objetos. Para tal, foi desenvolvida uma plataforma gamificada com duas interfaces, que apresentavam os resultados dos jogos e o perfil do jogador. Os jogadores eram recompensados com medalhas, que eram divididas em duas categorias: medalhas de comportamento, conquistadas por meio da execução de comportamentos es-

³ <<https://www.duolingo.com/>>

pecíficos com frequência, e medalhas temáticas, relacionadas à conclusão de conteúdos específicos da disciplina. Alguns exemplos dos elementos da gamificação utilizados no sistema estão ilustrados nas Figura 2 e 3.

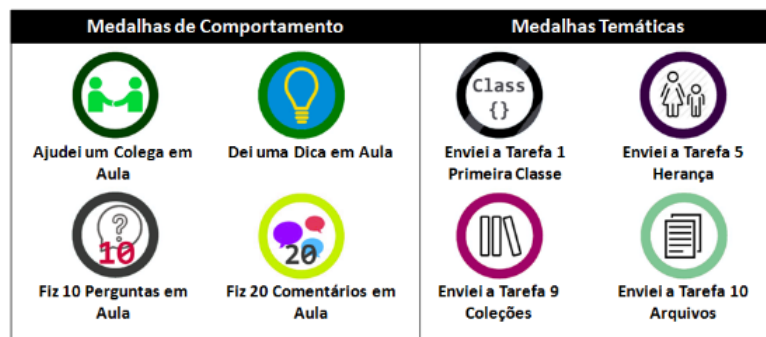


Figura 2 – Exemplos de medalhas utilizadas por Figueiredo et al. (2015).

Algoritmos III

Ranking dos Jogadores

Ranking por Pontos		Ranking por Medalhas	
Aluno	Pontos	Aluno	Medalhas
1° gandalf	141	1° gandalf	26
2° analistachef	121	2° analistachef	24
3° anderson	114	3° anderson	23
4° gilson	95	4° hollow	20
5° wugor	85	5° gilson	18
6° null	84	6° null	17
7° hollow	79	7° wugor	15

Figura 3 – Exemplo resumido da interface dos resultados do jogo (FIGUEIREDO et al., 2015).

Ao se aplicar técnicas de gamificação como estratégia pedagógica em sala de aula, foi observado um aumento significativo no rendimento acadêmico dos estudantes. Em particular, foi verificado que a média de desempenho nas tarefas realizadas via ambiente virtual de aprendizagem foi de 45% superior quando comparada a turmas que não utilizavam técnicas de gamificação. Além disso, o desempenho nos projetos finais foi 25% superior em comparação com as turmas anteriores.

No que tange ao ensino de programação por meio de sistemas gamificados utilizando plataformas *web*, Gonçalves et al. (2019) utilizou essa abordagem em uma disciplina optativa do curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal do Pará (UFPA). Desse modo, dividiram a disciplina em módulos, tendo o avanço medido por fases a serem completadas pelos alunos de acordo com o seguimento da grade curricular. Dividido

em duas partes principais, a plataforma *web* gamificada contém missões, sendo a primeira etapa relacionada ao *front-end* e outra tendo como base elementos do *back-end*. O sistema foi delimitado por 4 fases principais, em que cada fase possuía um grau de dificuldade e pontuação de acordo com a ementa e objetivos da disciplina. Neste sentido, as fases, pontuações e objetivos estão descritos na Figura 4.

Etapa	Pontuação	Objetivo
Fase 1	1.0 pontos	Criar um "hello world!" através de <i>request-response</i> no cliente- servidor.
Fase 2	2.0 pontos	Criar um CRUD (<i>Create, Retrieve, Update e Delete</i>) de uma entidade com persistência no banco de dados.
Fase 3	3.0 pontos	Gerar uma classe para gerenciar o envio de e-mail usando o protocolo SMTP (<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>)
Fase 4	4.0 pontos	Aplicar no mínimo 4 (quatro) <i>Web Patterns</i> no site desenvolvido durante a disciplina
Fase Bônus	1.0 ponto	Aplicar máscaras e realizar a validação dos campos dos formulários do site desenvolvido.
Fase Boss	10.0 pontos	Criar um site em HTML 5 que implemente os requisitos de todas as fases e que seja totalmente responsivo.

Figura 4 – Fases e pontuações da disciplina organizado por Gonçalves et al. (2019).

No estudo em questão, foi implementado um sistema que recompensava os jogadores com medalhas ao cumprirem tarefas específicas. O grupo de participantes foram de 16 alunos, os quais relataram que a integração de elementos gamificados contribuíram significativamente para o aumento do engajamento e participação nas atividades propostas, pois estimularam a busca pelo cumprimento de desafios e metas estabelecidos pelo professor. Ainda segundo Gonçalves et al. (2019):

“a abordagem tradicional normalmente desperta o interesse de alguns (aqueles que possuem maior inclinação pelo assunto abordado), entretanto, outros acabam se acomodando ou não mostrando o devido interesse pela disciplina. Nessa experiência com gamificação, observaram que todos assumiram uma postura proativa.”

2.2.2.1 Exemplo de jogo para ensino de programação

O jogo CodeCombat⁴ é um jogo educativo de aventura que visa principalmente a aprendizagem de programação de computadores, assim, sendo um jogo de codificação que usa código real e aprendizado personalizado para ensinar ciência da computação. Desse modo, os usuários escrevem os comandos em linguagens de programação (*Javascript ou Python*). Nesse sentido, a mecânica do jogo se baseia em uma abordagem pedagógica de aprendizado através de uma interface de programação visual, onde é fornecido ao usuário um ambiente de edição de código ao lado do campo de jogo. Durante as etapas do jogo,

⁴ <<https://br.codecombat.com/play>>

o sistema oferece instruções sobre como escrever o código corretamente, quais funções utilizar e a sintaxe apropriada para alcançar os objetivos e progredir nas fases.

De acordo com Costa et al. (2015), este jogo apresenta diversos recursos como personalização de personagens, acúmulo de pontos para progressão de níveis, compra de itens e equipamentos, e desafios com jogadores reais. Sendo este jogo dividido em fases, que vão sendo desbloqueadas ao longo do progresso do jogo. Dentre os tópicos abordados, destacam-se o ensino de *HTML*, *strings*, operadores lógicos, aritmética, matrizes, funções, entre outros.

A Figura 5 mostra a tela inicial do jogo com a representação das fases e na Figura 6 tem uma ilustração da primeira fase do jogo, com uma solução de código.



Figura 5 – Fases do jogo CodeCombat.

Fonte: autoria própria, obtido do próprio jogo.



Figura 6 – Primeira fase do jogo CodeCombat.

Fonte: autoria própria, obtido do próprio jogo.

2.2.3 Exemplos de sistemas gamificados em Estrutura de Dados

Foi realizada uma revisão bibliográfica nas diferentes fontes de informação disponíveis, incluindo sites e aplicativos, para identificar estudos desenvolvidos relacionados ao ensino de estruturas de dados utilizando elementos de jogos em suas metodologias de ensino. Essa revisão teve como objetivo compreender melhor as técnicas de gamificação aplicadas em tais sistemas e fornecer uma base para os tópicos abordados a seguir, os quais se basearam nos trabalhos mais relevantes encontrados.

2.2.3.1 TesterDS

O jogo TesterDs de Seroa, Bertoldo e Neves (2018) foi desenvolvido utilizando a linguagem *Java* e consiste de uma aplicação *web*. Sendo assim, o aluno deve desenvolver códigos de forma a implementar cada estrutura de dados. Em suma, o sistema é dividido em níveis, sendo que ao entrar em um nível o usuário recebe um código base para iniciar o desenvolvimento do desafio proposto no subnível atual. Ao iniciar cada fase, uma breve descrição da estrutura de dados a ser implementada é apresentada ao usuário. Os nomes de cada classe e métodos a serem implementados também são descritos para que os casos de testes sejam executados com sucesso. Terminado o desenvolvimento, deve-se submeter o código para que seja feita a instrumentação deste, sendo verificado se passou ou não nos casos de testes previamente propostos. Para avançar para as próximas fases, deve-se ter atingido uma pontuação mínima nos casos de testes definidos pelo professor para cada subnível. Uma vez que o aluno pode usar suas moedas, denominadas no jogo de *TDCoins*, para comprar dicas de como melhorar a qualidade de seu código.

Os elementos da gamificação utilizados no sistema foram: pontuações, moedas, conteúdo desbloqueável, avatares, conquistas, itens, *ranking*, dificuldade, desafios, *feedback*, regras e narrativas.

A Figura 7 ilustra exemplo de um nível de implementação no jogo.

2.2.3.2 Iadis

O jogo Iadis de Toda et al. (2013) consiste de uma aplicação *web*, que tem como principais objetivos criarem diversos minijogos relacionados a Estrutura de Dados (ED), envolvendo o uso de um ambiente de aprendizagem interativo com conceitos de gamificação. As estruturas de dados implementadas no ambiente são: pilha, fila, listas, árvores e vetores.

O sistema inclui placares e conquistas, de forma que os usuários podem interagir com o sistema através de um menu principal, em que podem escolher qual estrutura desejam trabalhar, como na Figura 8 que demonstra todas as estruturas desbloqueadas. Entretanto, inicialmente há apenas uma estrutura disponível, e para desbloquear as demais, o usuário deve completar tarefas específicas para ganhar níveis. Esses níveis desbloqueiam

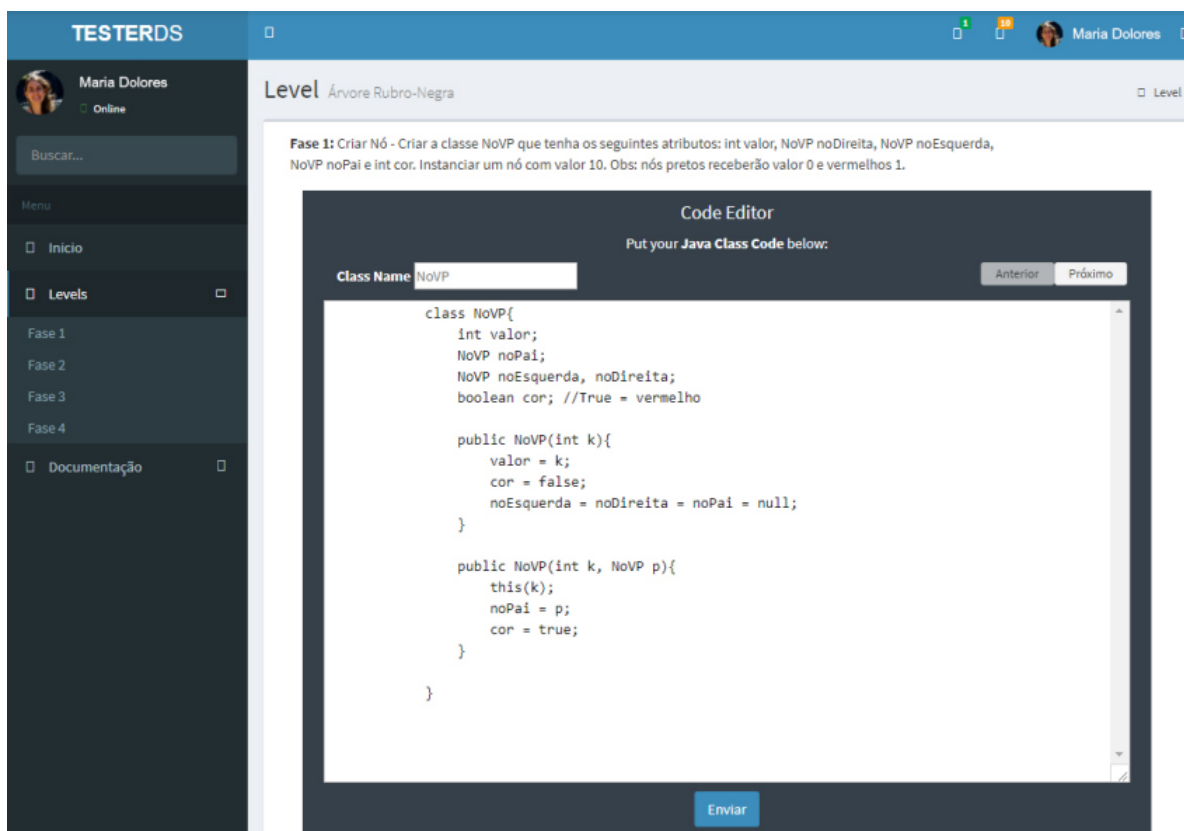


Figura 7 – Tela do jogo TesterDS (SEROA; BERTOLDO; NEVES, 2018).

outros desafios e estruturas. O usuário também pode verificar suas realizações e definir configurações através desse menu principal.

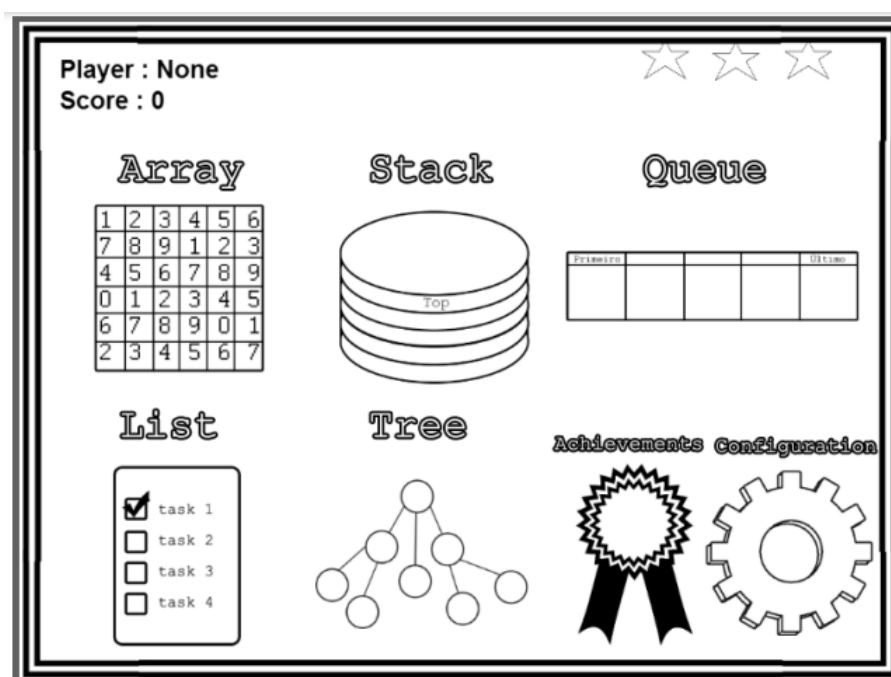


Figura 8 – Menu principal do jogo Iadis (TODA et al., 2013).

Um exemplo presente no sistema abordado é a associação de conceitos, como ilustra

a Figura 9 (esquerda), em que os alunos recebem uma lista de termos e vinculam aos fragmentos de código da pilha criados na linguagem *Java*. O outro exemplo é a tarefa de ordenação de fila, com um algoritmo de inserção presente na Figura 9 (direita), em que o aluno precisa organizar para que o código funcione.

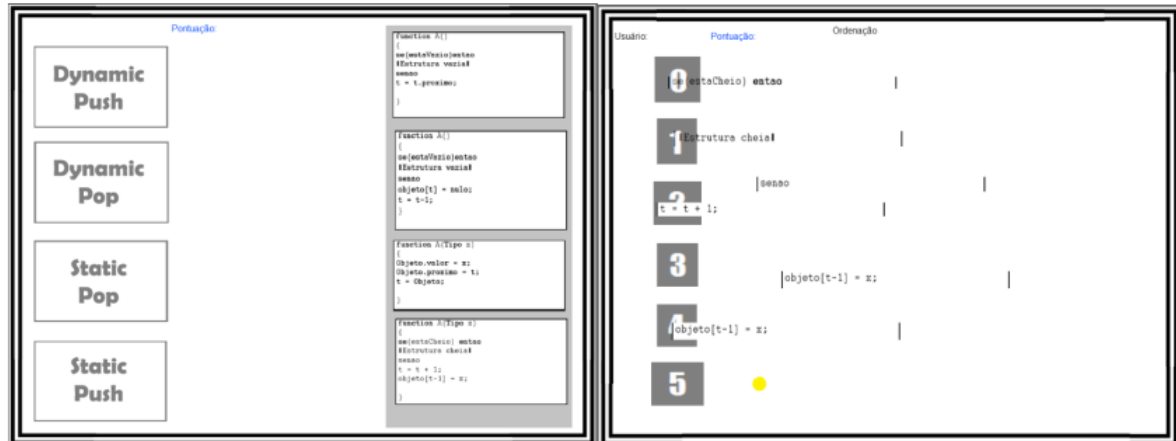


Figura 9 – Representação de pilha e fila respectivamente do jogo Iadis (TODA et al., 2013).

Na Figura 10, trata-se do balanceamento de uma árvore de busca binária, em que o usuário deve balancear a árvore, apontando onde o nó de número aleatório será inserido, podendo ser à esquerda ou à direita, da raiz. A tarefa é finalizada quando o usuário equilibra todos os nós ou quando o tempo acaba.

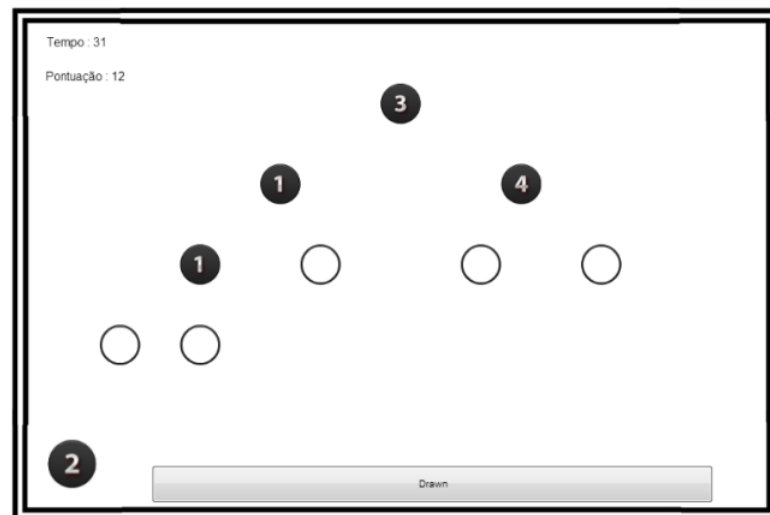


Figura 10 – Representação de balanceamento de árvore, jogo Iadis (TODA et al., 2013).

Todas as atividades implementadas no sistema somam pontos à pontuação do usuário. Essa pontuação e a resolução das atividades, desbloqueiam conquistas. Uma lista completa de conquistas e missões está evidenciada na Figura 11.

Os elementos da gamificação utilizados neste sistema foram: pontuações, conteúdo desbloqueável, conquistas, itens, dificuldade, desafios, *feedbacks*, restrições e níveis.



Figura 11 – Representação das missões do jogo Iadis (TODA et al., 2013).

2.2.3.3 DSLEP

O jogo *Data Structure Learning Platform* (DSLEP) de Costa et al. (2014), foi implementado em um ambiente interativo de aprendizagem na *web*, que inclui conceitos básicos de pilhas, filas, listas, vetores e árvores. O sistema é dividido por atividades, contendo duas tarefas gerais, que consistem em um tutorial para os conceitos básicos e uma tarefa exclusiva, para assim exemplificar esses assuntos na prática. A princípio, o sistema contém apenas uma estrutura liberada, no entanto, à medida que o jogador progride, através do término das tarefas ou quando ele atinge um certo número de pontos realizado nas atividades em cada estrutura, novas estruturas são desbloqueadas.

Um exemplo da implementação das estruturas de dados no sistema é a utilização de vetores que está ilustrado na Figura 12. O desafio proposto consiste na organização das formas geométricas em suas respectivas linhas. A tarefa inicia-se com formas geométricas aleatórias deslizando na tela, e o usuário deve classificá-las em uma das três linhas apresentadas. Após a primeira classificação, o usuário poderá preencher a linha com a forma geométrica atribuída a ela. Este exemplo ilustra a aplicação de técnicas de organização de dados, como a utilização de vetores, no sistema desenvolvido.

A segunda atividade é baseada em estruturas de dados de pilha (Figura 13), sendo similar a atividade de vetores. Nesta atividade, o usuário controla uma nave virtual e a plataforma gera valores aleatórios inicialmente. O objetivo é coletar esses valores na ordem estabelecida e posteriormente empilhá-los no desenho da nave, proporcionando ao usuário uma compreensão prática sobre a estrutura de dados de pilha.

Em relação a fila, o sistema simula tal estrutura de dados através da implementação de uma corrida, na qual o usuário controla um carro (Figura 14). A estrada no sistema

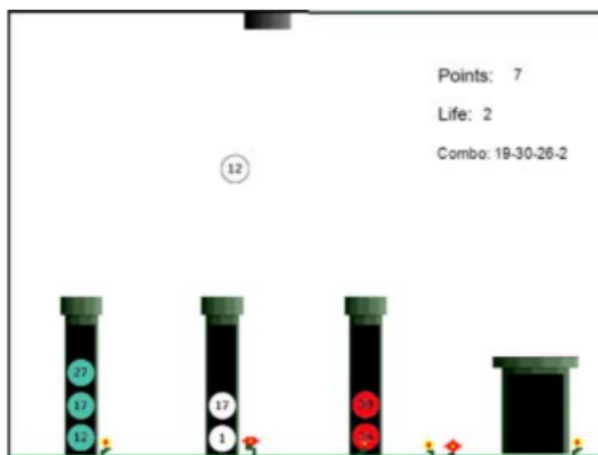


Figura 12 – DSLEP - vetores (COSTA et al., 2014).

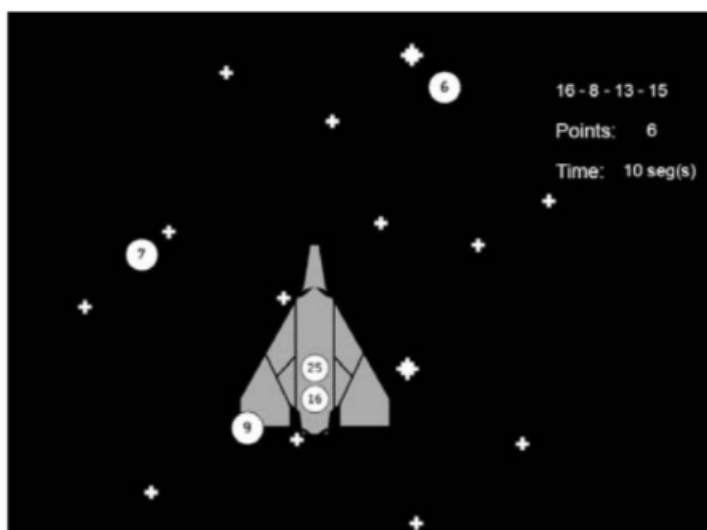


Figura 13 – DSLEP - pilha (COSTA et al., 2014).

apresentam números que devem ser coletados pelo jogador para ganhar pontos. Um conjunto aleatório de números é gerado no início da atividade, que adiciona pontos extras à pontuação do usuário. O algoritmo básico de inserção é implementado seguindo o princípio *First In First Out* (FIFO), como visto nos conceitos de fila. Os pontos coletados pelo carro são armazenados na primeira posição da fila. Se o jogador pressionar o botão turbo, o valor armazenado é então liberado, como visto em implementações de remoção de elementos na fila, permitindo ao usuário acelerar o carro para coletar mais pontos.

Em relação à estrutura de dados de árvore, o sistema simula o método de inserção em uma árvore binária balanceada. Inicia-se com um nó raiz aleatório e números aleatórios sendo gerados, e o usuário deve clicar na posição correta para inserir o valor. Um cronômetro de contagem regressiva também é apresentado ao usuário. Se escolher a resposta correta, o sistema adiciona 2 segundos ao temporizador. O usuário deve completar a árvore antes do temporizador esgotar. Para gerar novos valores, o jogador pode clicar no botão Drawn (Figura 15).

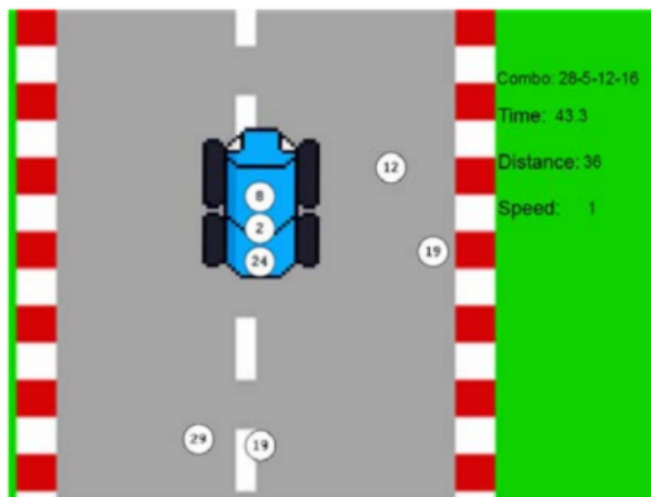


Figura 14 – DSLEP - fila (COSTA et al., 2014).

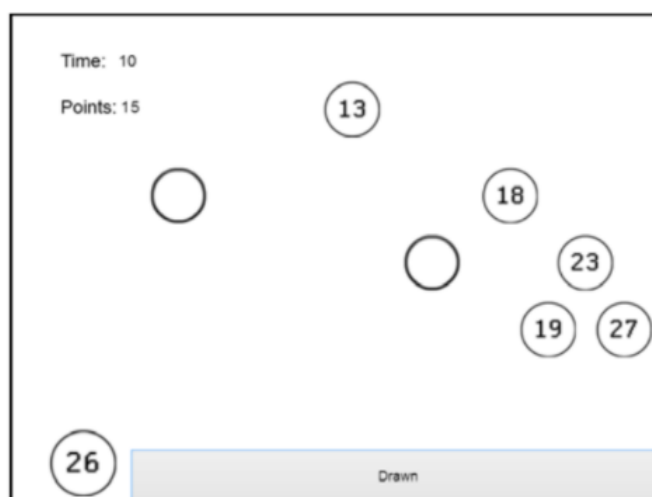


Figura 15 – DSLEP - árvore (COSTA et al., 2014).

Assim sendo, o sistema se baseia nos elementos: jogadores, perfis, pontos, *ranking*, níveis, dificuldades, placares e conquistas.

2.2.3.4 Comparativo entre os sistemas gamificados analisados

A Tabela 1 fornece uma comparação entre sistemas educacionais aplicando à gamificação discutidos nesta seção. A coluna “Plataforma” descreve o meio pelo qual o sistema é acessado, seja através do navegador (*web*) ou como aplicativo. A coluna “Linguagem” indica qual linguagem de programação foi empregada nos sistemas estudados para explicar as estruturas. A coluna “Estruturas” identifica qual conceito de educação foi aplicado no sistema. E a coluna “Gamificação” descreve como os conceitos de jogos foram incorporados no sistema.

Dessa forma, pode-se notar que a maioria dos sistemas apresentados se baseiam em plataformas *web*, apresentam uma maneira semelhante de gamificação e algumas utilizam linguagens de programação específicas para a criação dos códigos. Além disso, é

Tabela 1 – Tabela comparativa dos jogos educativos

Sistema	Plataforma	Linguagem	Estruturas	Gamificação
TesterDS	<i>Web</i>	<i>Java</i>	vetor, matriz, pilha, fila, listas, árvores, grafos, tabela <i>hash</i> (professor define de acordo com os casos de teste)	pontuações, moedas, conteúdo desbloqueável, avatares, conquistas, itens, <i>ranking</i> , dificuldade, desafios, <i>feedback</i> , regras e narrativas.
Iadis	<i>Web</i>	<i>Python</i>	pilha, fila, listas, árvores e vetores	pontuações, conteúdo desbloqueável, conquistas, itens, dificuldade, desafios, <i>feedbacks</i> , restrições e níveis.
DSLEP	<i>Web</i>	-	pilha, fila, listas, vetores e árvores	jogadores, pontos, ranking, níveis, dificuldades, placares e conquistas.

possível notar que a maioria dos sistemas abordam estruturas de ensino da disciplina de forma geral, sem ter conteúdos específicos. Sendo que, poucos permitem criações e implementações dinâmicas realizados pelos professores. Portanto, há uma necessidade de desenvolvimento de sistemas que permitam tal interação através da gamificação, para que os educadores possam adaptar sua forma de ensino utilizando jogos de acordo com as necessidades específicas de cada disciplina.

Experimentos

Para o desenvolvimento da plataforma DebugandoED, sete pontos-chave precisaram ser analisados: 1) definição do objetivo, 2) público-alvo, 3) tecnologias, 4) adaptações para simplificação ou aplicação de situações, temas e conteúdos, 5) tempo disponível para execução, 6) dinâmica dos procedimentos de desenvolvimento, e a 7) avaliação baseada nos possíveis resultados. De acordo com Macedo, Petty e Passos (2009), é fundamental ter uma organização prévia e uma reavaliação constante ao se envolver em um projeto pedagógico ou psicopedagógico, como este que envolve jogos.

Foi realizado um estudo com o objetivo de avaliar a viabilidade da incorporação de novas funcionalidades na plataforma DebugandoED. Para evitar impactos na execução e disponibilidade do sistema, foram analisadas estratégias para minimizar o surgimento de erros e falhas, levando em consideração fatores anteriormente evidenciados na literatura, como os apontados por Macedo, Petty e Passos (2009). Em relação as tecnologias de desenvolvimento, foi dada continuidade nas mesmas versões, a qual a plataforma foi desenvolvida: *HTML* 5, *CSS* 4, *Javascript*, *PHP* 7.4, *PostgreSQL* 12.3 e *MYSQL* 8.0.21. Portanto, este capítulo apresenta o resultado da inserção da gamificação na plataforma DebugandoED, abordando assim as principais formas e elementos empregados.

3.1 Implementação

Para o início do desenvolvimento foram definidas as representações visuais, os *layouts* para a incorporação dos princípios da gamificação no sistema *web*, por meio das possíveis telas, utilizando-se de esboços feitos em reuniões, gerados por um processo de *brainstorm*. Este projeto teve início com a realização de uma análise das necessidades do usuário e a delimitação dos objetivos no sistema. Em seguida, foram elaborados esboços das telas, os quais foram submetidos à discussão e ajustes com os orientadores, os quais possuem certa experiência na área de *User Experience* (UX). A utilização do quadro negro permitiu uma visualização mais clara das relações existentes entre os elementos das telas e a interação dos usuários com o sistema. Ao projetar o *layout*, as boas práticas de design

descritas por Cooper et al. (2014), como legibilidade, foram levadas em consideração. Isso incluiu a utilização de fontes legíveis e de tamanho adequado, bem como o alinhamento apropriado para garantir a clareza e a organização visual. O contraste também foi um fator importante, para assegurar a leitura fácil do texto. Além disso, a navegação foi projetada de forma clara e intuitiva para melhorar a interação do usuário com o sistema.

Posteriormente, foi estabelecida uma estratégia de estilo baseada na padronização de cores para a criação do cenário dos jogos na plataforma. Essa estratégia visou estabelecer uma lógica hierárquica de representação, assegurando a coesão visual e a facilidade de navegação para os usuários.

No que tange ao cenário dos elementos da gamificação, a plataforma DebugandoED apresenta: pontuações, desafios, conteúdo desbloqueável, avatares, conquistas, *ranking*, dificuldade e *feedback*. Foram utilizados esses elementos tendo como referência aplicações similares no sistema do *TesterDs* de Seroa, Bertoldo e Neves (2018), que usaram da mesma maneira os elementos: pontuações, conteúdo desbloqueável, avatares, conquistas, *ranking*, dificuldade, *feedback*, etc. Assim como no sistema *IADIS* de Toda et al. (2013) que utilizaram os elementos: pontuações, conteúdo desbloqueável, conquistas, itens, dificuldade, desafios e *feedback*. E como Costa et al. (2014) no sistema *DSLEP* que também recorreram as pontuações, *ranking*, níveis, dificuldades, placares e conquistas.

3.2 Modelagem

Para construir o trabalho, foi estruturado o diagrama de casos de uso para representar as interações entre os usuários e o sistema (Figura 16). Assim, este diagrama ajudou a garantir que todos os aspectos relevantes fossem abordados e considerados durante o desenvolvimento. Foi estabelecido que o sistema seria dividido em dois cenários, o primeiro contendo a criação das estruturas e salvamento delas no banco de dados, sem impactos de implementação, pois não houve modificações nestas páginas. E o segundo, contendo o cenário da gamificação em si. Dessa forma para *Alteração de dados*, *Exibição de avatares*, *Iniciar desafios*, *Exibição de ranking*, e realizar as *Correção das missões* o usuário deve Efetuar o login.

3.3 Interação

No início do uso da plataforma, a tela inicial do sistema é exibida ao usuário, apresentando as estruturas de dados disponíveis para manipulação. O usuário pode escolher qual estrutura deseja manipular e navegar entre as estruturas disponíveis, seja por meio da seleção de figuras ou por meio do menu no canto superior da tela. Como ilustrado na Figura 17, as estruturas disponíveis são destacadas de forma clara e intuitiva, permitindo ao usuário escolher a estrutura desejada com facilidade.

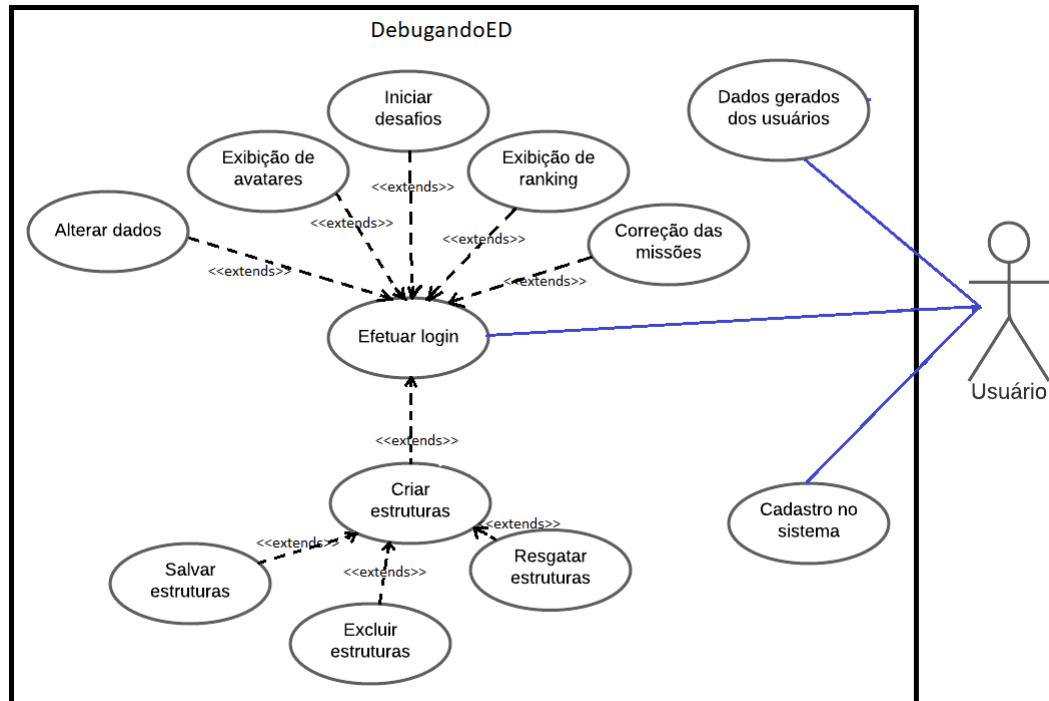


Figura 16 – Diagrama de Casos de Uso do DebugandoED gamificado.

Para acessar as funcionalidades adicionais, como a possibilidade de salvar as estruturas e interagir no cenário gamificado, é necessário fazer *login* no sistema. O processo é simples e pode ser realizado clicando no botão LOGIN localizado no canto superior direito (Figura 17), carregando a tela ilustrada na Figura 18.

3.3.1 Login

Caso o usuário não possua uma conta previamente cadastrada, é necessário realizar o cadastro, clicando no botão CRIAR CONTA. Isso fará com que seja exibida uma janela (Figura 19), sendo obrigatório preencher as informações solicitadas. É importante destacar que é requerido ter uma conta de email para prosseguir com o cadastro.

Posteriormente à realização do *login* com email e senha, é exibida uma janela na qual o usuário escolhe o cenário que deseja interagir (Figura 20): CRIAR ESTRUTURAS ou DESAFIOS.

Ao escolher a opção CRIAR ESTRUTURAS, o usuário é encaminhado para a tela do seu perfil (Figura 21). Nesta tela é possível visualizar as informações de cadastro, tais como nome, email, instituição, etc. Além disso, há um ícone lápis que indica a opção de alteração dos dados cadastrais. No canto superior direito tem o ícone disquete que indica a parte de salvar as estruturas e resgatá-las do banco de dados.

Ao selecionar a opção DESAFIOS, o usuário é direcionado para a tela do cenário gamificado (Figura 22).

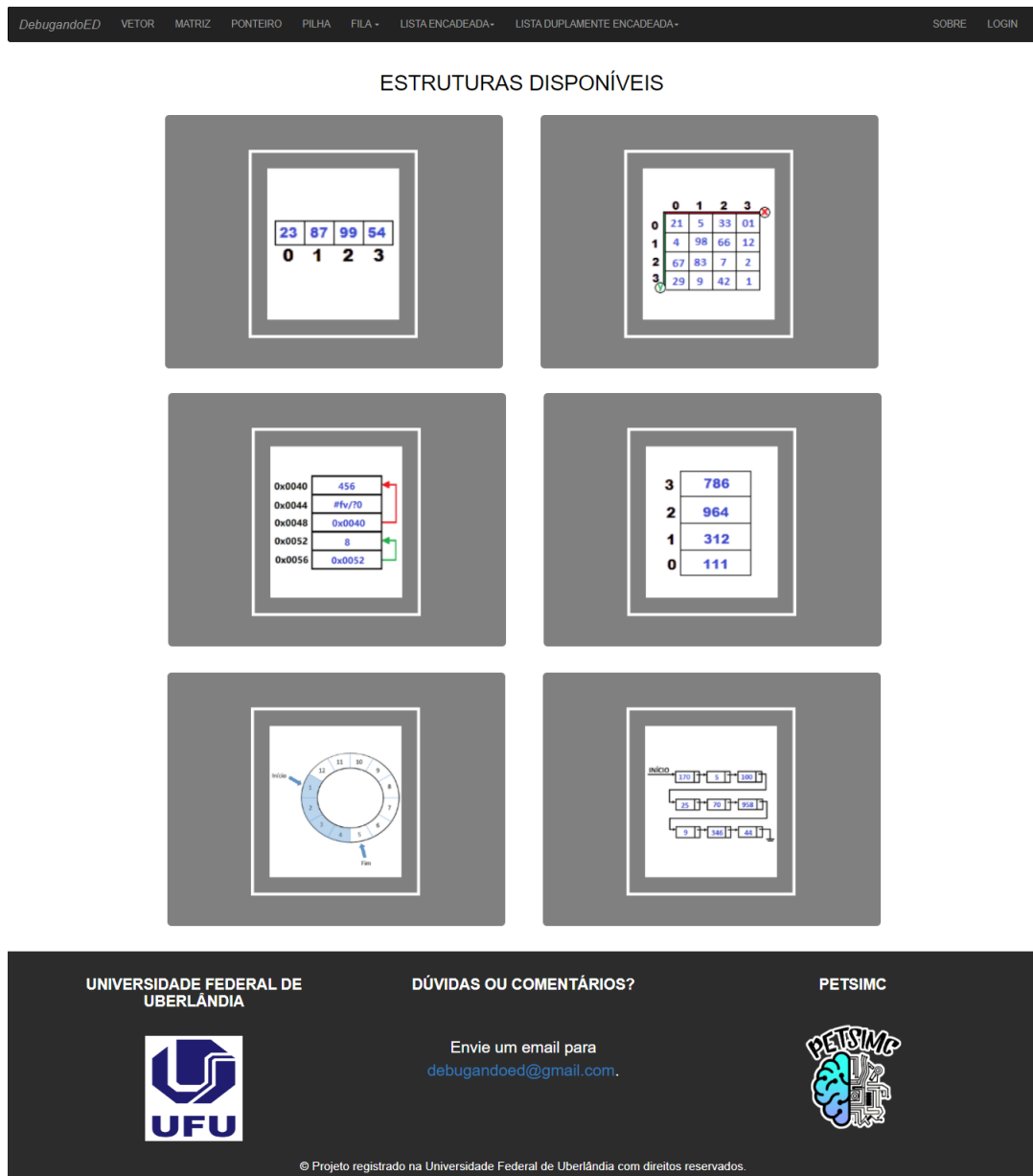


Figura 17 – Tela inicial completa da plataforma DebugandoED.

3.3.2 Desafios

Nas próximas Figuras serão exibidos somente os conteúdos centrais, visto que o sistema possui uma estrutura semelhante em todas as páginas. Dessa forma será possível visualizar e compreender melhor o fluxo de navegação, tornando-os mais simples no decorrer das explicações dos textos.

A Figura 23 é uma seção específica da Figura 22 (parte central), que se concentra nos desafios. Esses desafios são um dos elementos discutidos por Kapp (2012) e podem ser iniciados/visualizados somente após o *login*. De acordo com a abordagem adotada por Seroa, Bertoldo e Neves (2018), todas as estruturas estão bloqueadas inicialmente, exceto a de vetor. A liberação das outras estruturas é feita ao concluir uma missão de cada estrutura em ordem sequencial.

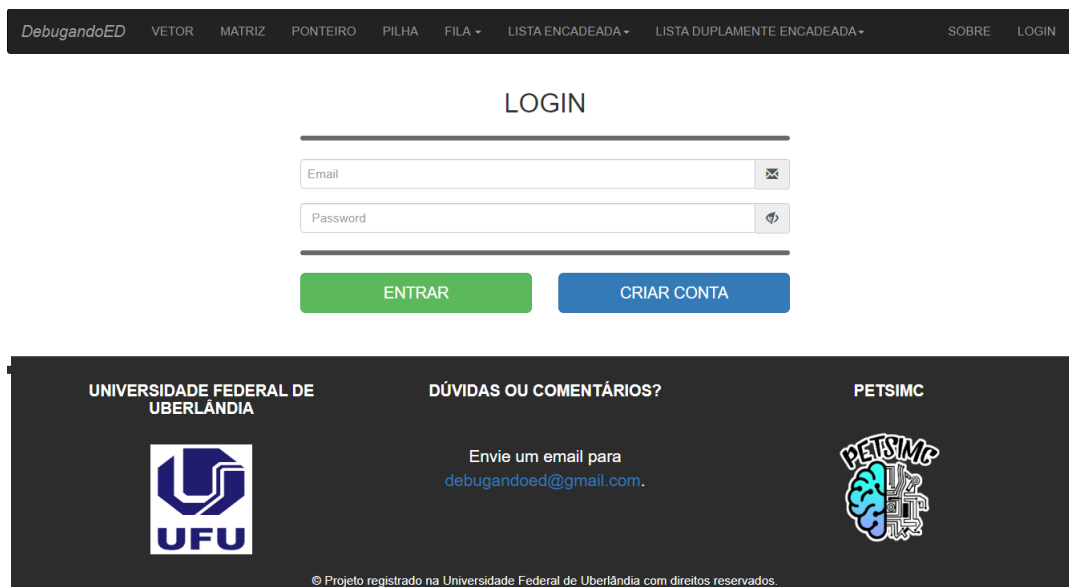
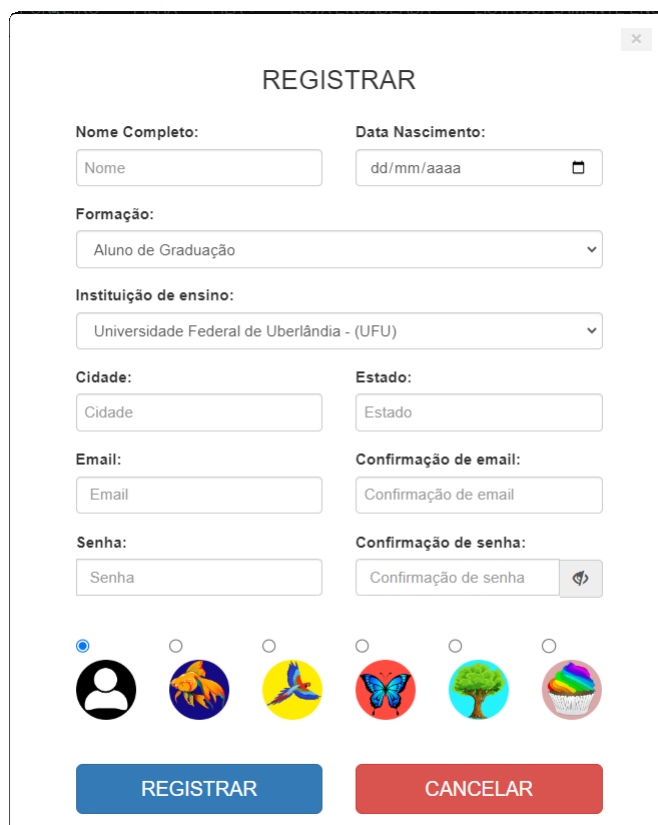
Figura 18 – Tela de *login* da plataforma DebugandoED.

Figura 19 – Janela demonstrando o cadastro no sistema.

Dessa forma, na perspectiva da programação, quando um usuário se cadastra no sistema, são inseridos valores em uma tabela no banco de dados que armazena itens relacionados aos desafios. O email é o identificador de cada usuário, sendo possível determinar se as estruturas estão bloqueadas ou desbloqueadas. Para o vetor, o valor inicialmente recebido é igual a 1, indicando estar desbloqueado, enquanto que as demais estruturas

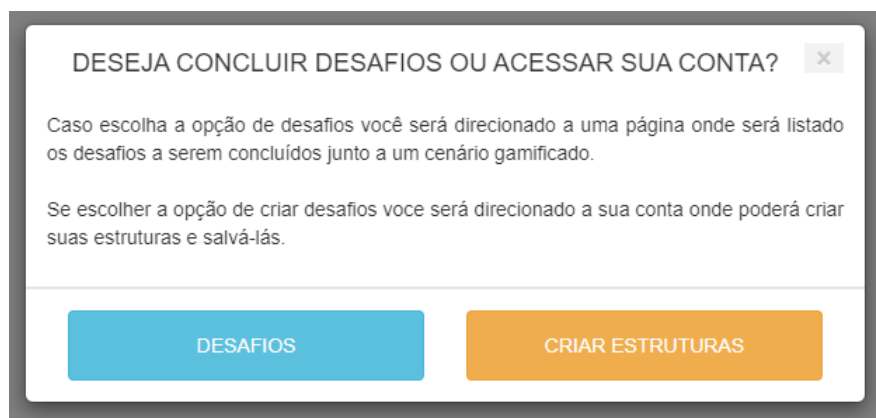


Figura 20 – Escolha dos cenários.

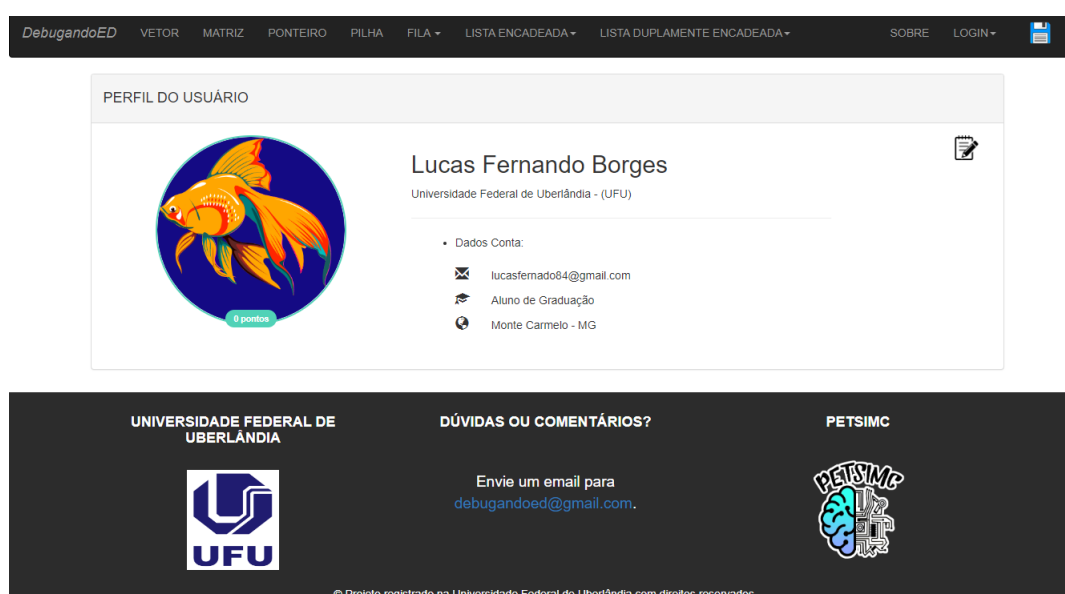


Figura 21 – Exemplo da tela completa do perfil do usuário.

recebem valor 0, indicando estarem bloqueadas. Ao efetuar o *login* o sistema busca essas informações no banco de dados e as armazena na sessão. Essa sessão é criada e utilizada pela linguagem *PHP* para armazenar os dados de interação durante o tempo em que o usuário permanecer logado.

Assim, para visualizar os desafios, o usuário deve clicar no botão **VER DESAFIOS**. Após essa ação, a tela será direcionada automaticamente para a seção **Desafio**. Nessa seção, é possível visualizar os níveis dos desafios disponíveis para cada estrutura (Figura 24). Os níveis e as pontuações são elementos importantes na gamificação, de acordo com Kapp (2012), e foram incorporados na plataforma. Esses mesmos elementos também foram utilizados por Toda et al. (2013) no sistema *IADIS*, por Costa et al. (2014) no *DSLEP* e por Seroa, Bertoldo e Neves (2018) no *TesterDs*.

Os níveis de cada estrutura são definidos como fácil, médio e difícil, com a possibilidade de serem somados 5, 7 ou 10 pontos respectivamente a pontuação total do usuário, em caso de acerto da resposta. Esses níveis foram definidos com o objetivo de atribuírem



Figura 22 – Tela inicial completa do sistema.



Figura 23 – Layout dos desafios no cenário gamificado.

maior pontuação para desafios mais complexos. Uma vez que tal abordagem incentiva o indivíduo a se desafiar e esforçar-se mais, o que pode gerar melhores resultados. Além disso, essa estratégia pode ser usada para equilibrar o nível de dificuldade dos diferentes desafios.

Para apresentar tais níveis de desafios disponíveis ou finalizados para os usuários, internamente, o sistema realiza uma busca no banco de dados para verificar a existência de desafios disponíveis e, armazena os dados na sessão atual. Internamente é realizada a verificação de cada nível através de estruturas condicionais, de forma a exibir a situação ao



Figura 24 – Níveis da estrutura, nesse caso, vetor.

usuário. Tais fluxos de operações de listagem e escolha de desafios foram implementados tendo como base o diagrama da Figura 25, o qual inicia o fluxo com o usuário na página de desafios e o sistema lista os desafios disponíveis. Posteriormente o usuário escolhe a estrutura e a dificuldade e realiza as manipulações. Caso ocorra algum erro durante esse fluxo a página é recarregada automaticamente.

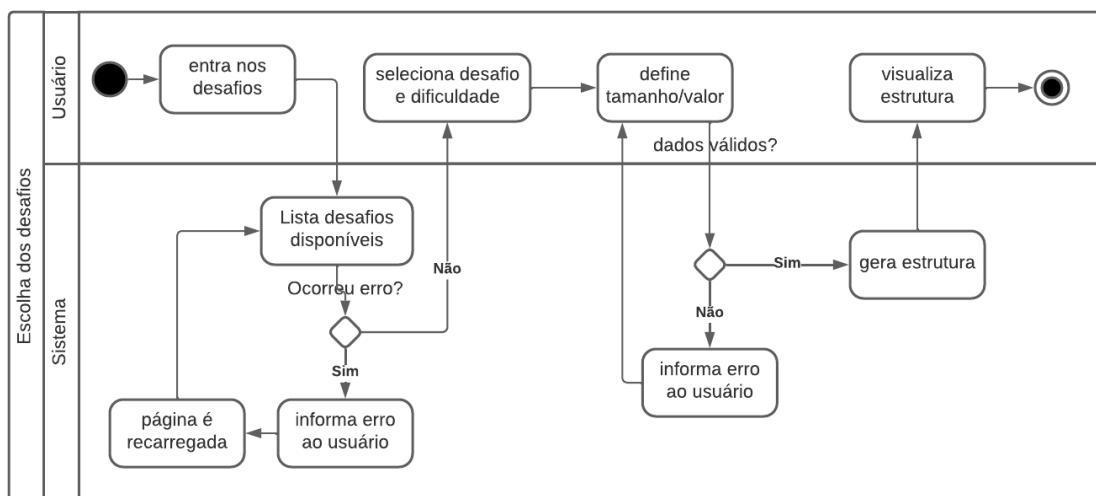


Figura 25 – Diagrama de atividades para a escolha dos desafios.

O usuário ao selecionar um nível, é direcionado para uma tela que contém a descrição da missão (Figura 26). Nessa tela é possível visualizar o cronômetro de tempo, detalhes do desafio (descrição, dificuldade e pontuação adicional). É importante observar que ao carregar essa tela, o tempo disponível para concluir a missão é de 5 minutos e o cronômetro inicia a contagem regressiva. O tempo de 5 minutos foi escolhido aleatoriamente para conclusão dos níveis. Esse tempo possivelmente será revisto quando forem aplicados testes com os usuários.

No contexto da programação, a página de seleção de desafios é construída com base



Figura 26 – Exemplo de descrição do desafio de nível fácil de vetor.

nos dados armazenados na sessão atual do usuário. Durante o carregamento da página, é realizada uma leitura desses dados, o que permite a personalização da página. Para o cronômetro foi criado um elemento *HTML* com *id timer* para exibir os números. O código foi implementado em *JavaScript* utilizando a função *setInterval* para diminuir o contador de tempo a cada segundo e atualizar o conteúdo do elemento *HTML*. Para ter o formato de “mm:ss”, foi utilizada uma função de conversão *toISOString*.

De acordo com a estrutura selecionada, o usuário tem a opção de escolher o tamanho inicial (exceto listas e ponteiros, que não possuem tamanho inicial a ser definido). Após a escolha, o sistema direciona o usuário para a tela de manipulação da estrutura (Figura 27), que para este exemplo foi escolhido o desafio de Nível Fácil para Vetor. Neste momento, o usuário deve realizar as operações descritas no desafio e, ao concluí-lo, deve clicar no botão **Finalizar**. É importante observar que o usuário tem a opção de desistir do desafio a qualquer momento, clicando no botão **Desistir**. Nesse caso, será direcionado novamente para a tela de escolha dos desafios sem penalizações ou diminuição de pontos.

A correção das missões é realizada pelo próprio sistema que compara a resposta do usuário com a resposta presente no banco de dados. Vale lembrar que os desafios não deixam brechas para serem criadas várias repostas corretas e diferentes.

Utilizando ainda a Figura 27 como exemplo, deve ser inserido em um vetor de 5 posições, os primeiros 5 números primos existentes em ordem crescente. Portanto, a única possível resposta devem ser os valores 2, 3, 5, 7, 11. Após o usuário clicar no botão **Finalizar**, o sistema acessa os dados desse desafio armazenados na sessão atual e compara posição por posição com a resposta do usuário. Caso a resposta esteja correta, os dados referentes a este desafio são atualizados no banco de dados, assim a pontuação do usuário deve ser atualizada de acordo com a pontuação do nível em questão. Em seguida, as variáveis que armazenavam a resposta são apagadas. Se a resposta estiver errada, as

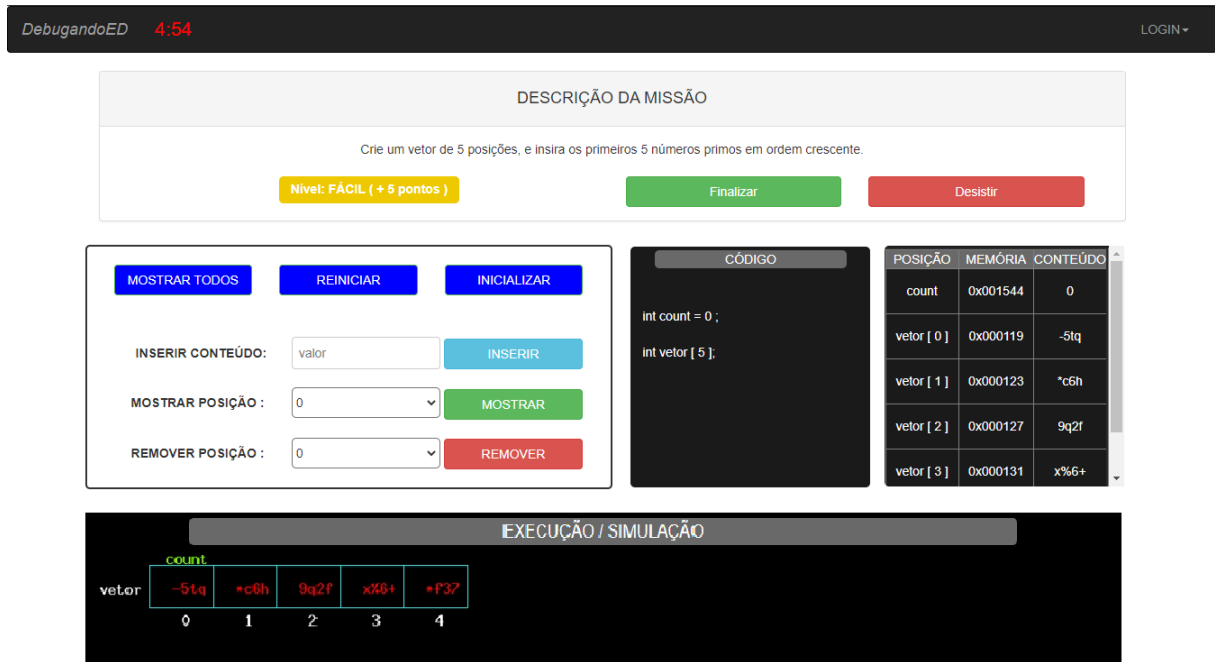


Figura 27 – Exemplo de manipulação do desafio da estrutura vetor.

mesmas variáveis de resposta do usuário também são modificadas, e no banco é atualizado um campo que contém a data referenciando o dia em que o desafio foi respondido de forma incorreta. Para este fluxo, teve-se como base o diagrama da Figura 28.

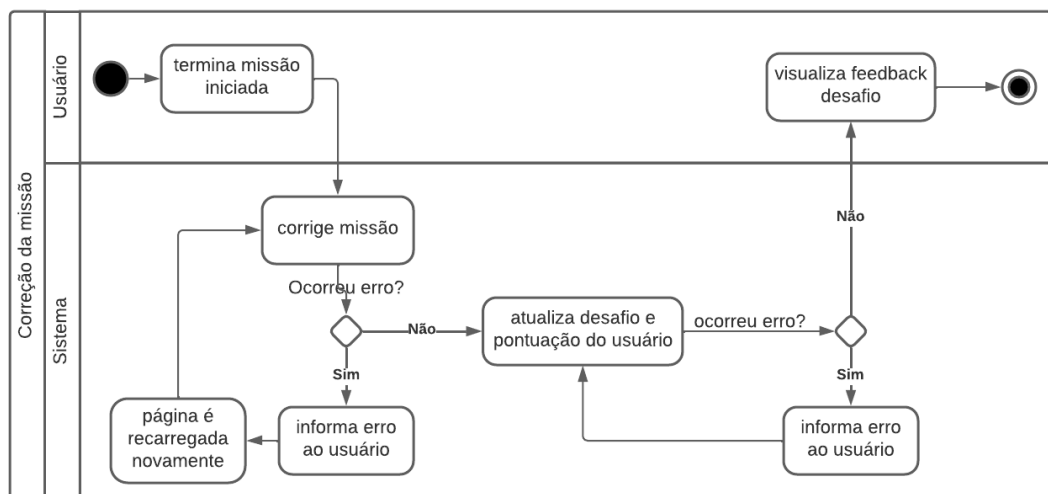


Figura 28 – Diagrama de atividade da correção dos desafios.

Como resultado, ao concluir o primeiro desafio da estrutura Vetor, os desafios de Matrizes são desbloqueados (Figura 29). Assim, ao desbloquear todas as estruturas, o sistema possui um *layout* que pode ser visualizado na Figura 30.

DESAFIOS DISPONÍVEIS:



Figura 29 – Desbloqueio das estruturas em ordem sequencial.

DESAFIOS DISPONÍVEIS:



Figura 30 – Layout com todos os desafios desbloqueados.

3.3.3 Feedbacks

Outro elemento da gamificação abordado por Kapp (2012) o qual foi incorporado no sistema são os *feedbacks*, sendo utilizados também por Seroa, Bertoldo e Neves (2018) e Toda et al. (2013). No DebugandoED é possível verificar quando um usuário finaliza todos os desafios de uma estrutura específica, concluindo os desafios dos níveis fácil, médio e difícil, de acordo com a quantidade existente no banco de dados. Em reconhecimento, a estrutura é premiada com o selo de campeão (coroa amarela na Figura 31), evidenciando um *feedback* positivo. Similarmente, outro exemplo ocorre após finalizar uma missão, neste caso o sistema mostra uma mensagem visual de acerto ou erro (Figura 32 e 33).

Internamente, o sistema após realizar a correção, armazena em uma variável na sessão atual um valor referenciando o acerto ou erro. Ao recarregar a página de desafios é realizado uma verificação do valor armazenado nesta variável, utilizando-se de uma estrutura condicional para realizar o *feedback* correto. Ao final da operação é realizado um

DESAFIOS DISPONÍVEIS:



Figura 31 – Selo de campeão da estrutura.

Figura 32 – *Feedback* negativo resposta desafio.

esvaziamento da variável por meio da atribuição de um valor nulo.

3.3.4 Medalhas e recompensas

Conforme mencionado por Kapp (2012), outro elemento fundamental presente em sistemas de gamificação e utilizados também por Seroa, Bertoldo e Neves (2018), Toda et al. (2013) e Costa et al. (2014) são as medalhas ou recompensas. Estas foram incorporadas no sistema DebugandoED (Figura 34). O nome das medalhas e os emblemas foram criados baseados no aplicativo do Duolingo. Inicialmente todas as medalhas aparecem bloqueadas, e de acordo com a sua conclusão, ficam coloridas e portanto indicam que foram alcançadas. Outro detalhe é que ao passar o cursor do *mouse* sobre cada medalha, são exibidas coloridas em uma caixa de informações no canto direito.



Figura 33 – Feedback positivo resposta desafio.



Figura 34 – Quadro de medalhas implementadas.

A Figura 35 apresenta um exemplo de uma medalha que foi concedida ao usuário após a conclusão bem-sucedida de um desafio envolvendo vetores. Quando todas as medalhas são desbloqueadas, o *layout* da página do usuário é similar ao apresentado na Figura 36.

Na perspectiva de desenvolvimento, para as medalhas aparecerem coloridas é realizado uma busca no banco de dados, em uma tabela que contém informações sobre as 12 medalhas. Assim pra cada medalha é verificado se o valor retornado é 0 ou 1 (bloqueada e desbloqueada, respectivamente), e apresentada a imagem correta ao usuário.

O processo de desbloqueio das medalhas foi baseado no diagrama da Figura 37, em que o usuário visualiza as medalhas e suas respectivas descrições. Após o usuário realizar as operações necessárias para desbloqueio, o sistema verifica se atende aos critérios esta-

CONQUISTAS



Figura 35 – Quadro de medalhas conquistadas.

CONQUISTAS

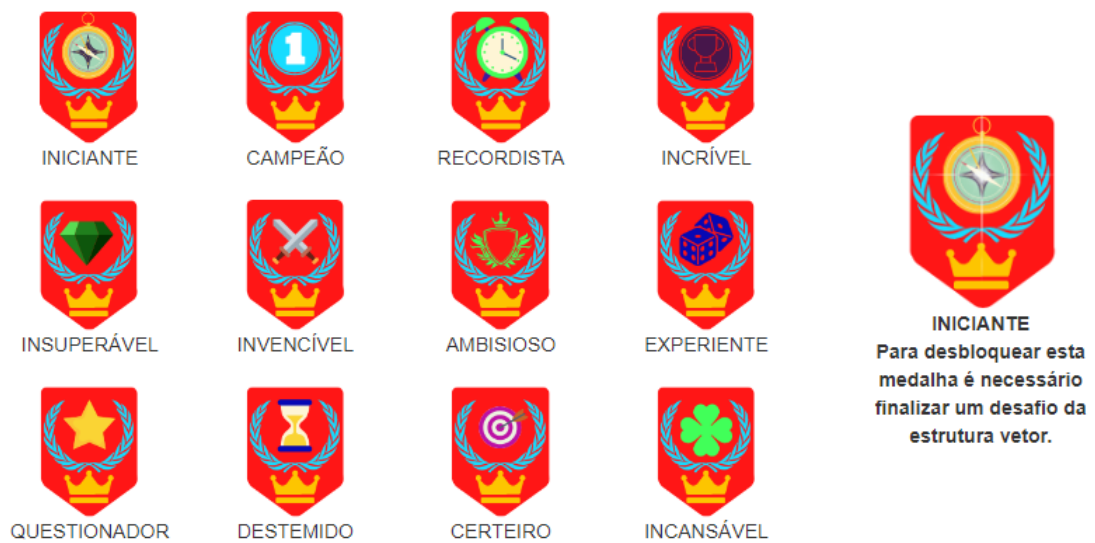


Figura 36 – Quadro de medalhas concluídas.

belecidos e realiza a operação de desbloqueio ou não da medalha, de forma a atualizar no banco de dados. A implementação desse processo foi realizado por meio da utilização de estruturas condicionais distribuídas nos arquivos do sistema. Essas estruturas permitem a verificação dos critérios necessários para a atribuição das medalhas, por meio da comparação dos dados de implementação do usuário armazenados na sessão atual.

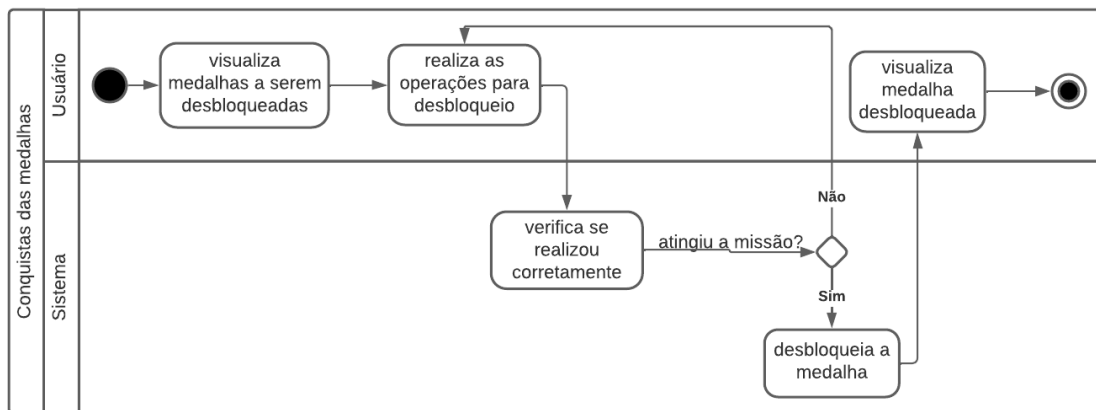


Figura 37 – Diagrama de atividades do desbloqueio das medalhas.

3.3.5 Ranking

O último elemento fundamental presente em sistemas de gamificação, como mencionado por Kapp (2012) é o *ranking*, utilizado também por Seroa, Bertoldo e Neves (2018), Toda et al. (2013) e Costa et al. (2014). Dessa forma, este elemento permite aos usuários visualizarem sua posição em relação aos outros usuários do sistema, baseado nas pontuações obtidas através da conclusão dos desafios. O *ranking* é atualizado em tempo real, permitindo que os usuários possam acompanhar sua evolução (Figura 38). Foi implementado com o objetivo de aumentar a motivação, porém seguindo a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) (BRASIL, 2018).

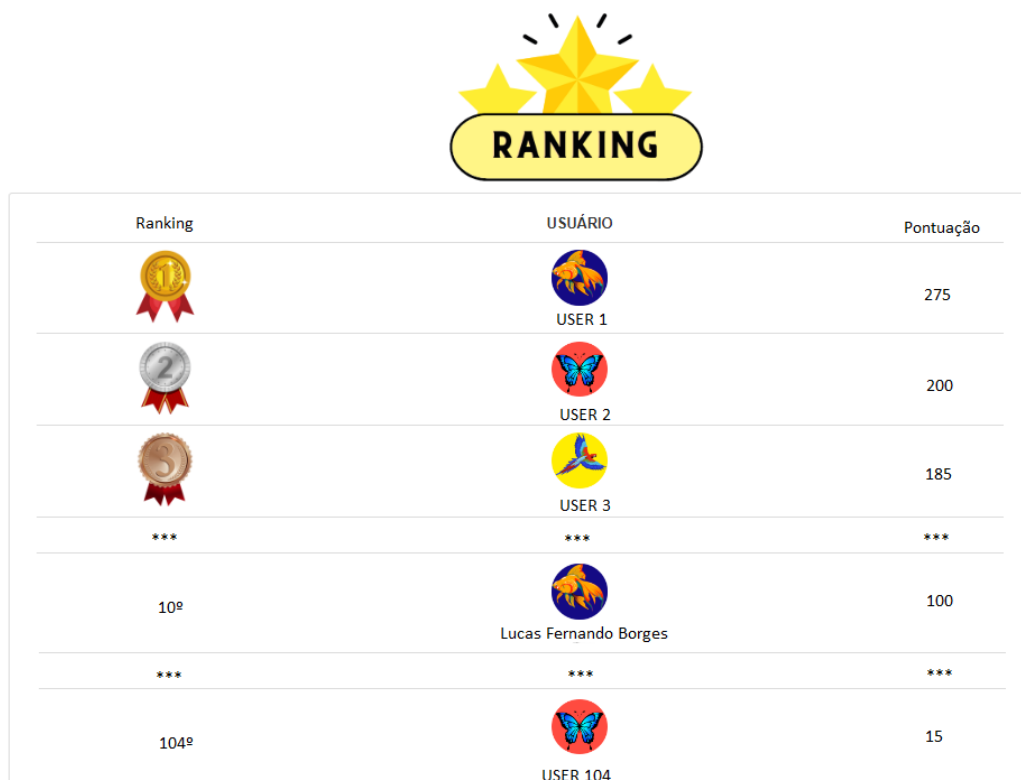


Figura 38 – *Ranking* dos usuários na plataforma DebugandoED.

Tendo como base o diagrama da Figura 39, na codificação responsável pela exibição do *ranking*, o sistema realiza uma consulta no banco de dados, retornando os três primeiros usuários com a maior pontuação. Isso permite que o usuário veja se ele está entre os melhores na classificação e possa ter uma noção de sua posição em relação aos outros usuários. Se o usuário atual não estiver entre os três primeiros, o sistema retornará a posição do usuário na classificação. Caso ocorra algum erro durante esse processo, o sistema exibe uma mensagem informativa ao usuário, e a página é recarregada.

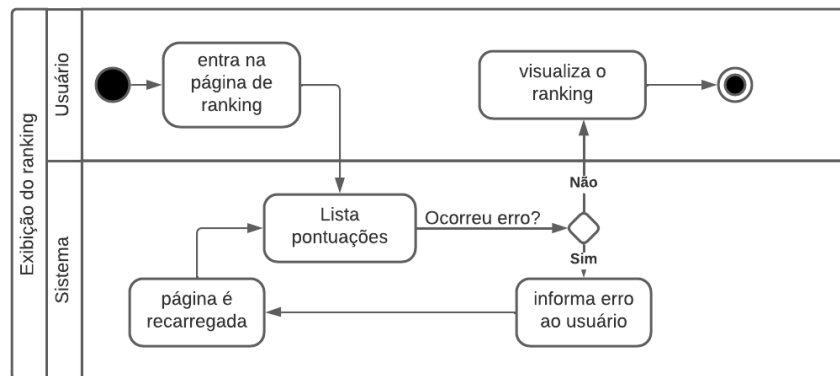


Figura 39 – Diagrama de atividade da exibição do *ranking*.

3.4 Avaliação dos Resultados

A incorporação dos elementos da gamificação na plataforma DebugandoED foi alcançada, contudo, ainda não foi disponibilizada publicamente. Mesmo assim, será proposto para ser aplicado em sala de aula como meio de testes e tangenciamento do nível de desempenho dos alunos, após a aprovação no comitê de ética da Universidade.

A plataforma DebugandoED sem a gamificação vem sendo divulgada por meio de artigos e participações em congressos e revistas especializadas, tais como TechWeek¹, WTDC² e SBSI³, o que tem proporcionado a ampliação da divulgação da mesma.

A plataforma *Google Analytics* vem sendo utilizada para medir a interação dos usuários com o sistema, e os dados obtidos em fevereiro de 2023, mostraram cerca de 29 novos usuários nos últimos 90 dias, apenas com a versão mais simplificada sem a gamificação, (Figura 40). A plataforma desde que foi implementada registra a interação de cerca de 163 usuários (Figura 41). E apresentou um tempo de interação de 4 minutos e 12 segundos na criação das estruturas, com cerca de 443 sessões abertas, apenas com a versão disponibilizada sem a gamificação.

¹ <<https://techweek.facom.ufu.br/>>

² <<https://eventos.ufu.br/wtdcc2021>>

³ <<https://sbsi2021.facom.ufu.br/>>

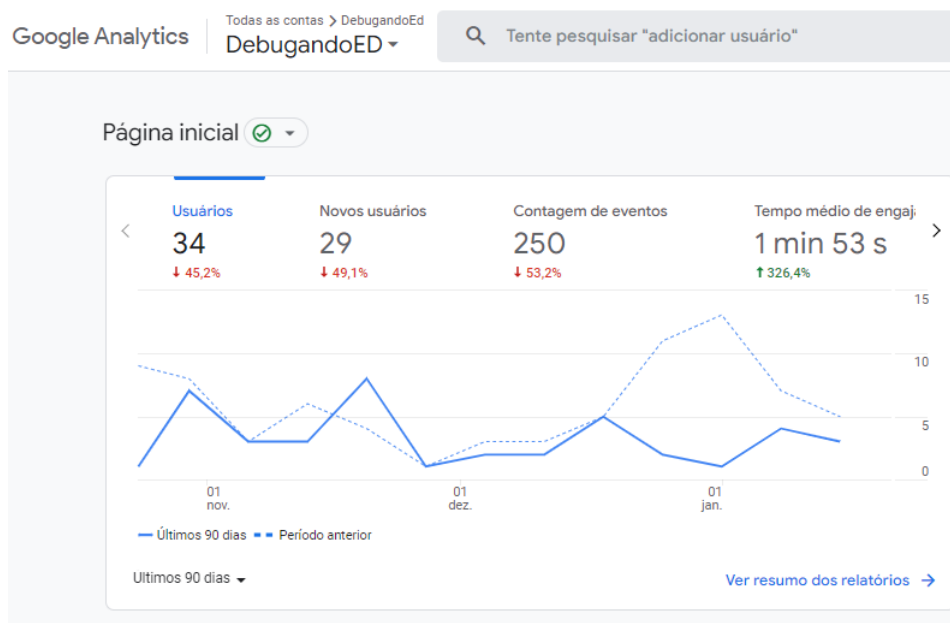


Figura 40 – Dados do *Google Analytics* para novos usuários.



Figura 41 – Dados do *Google Analytics* contendo os usuários e tempo de engajamento.

Conclusão

A gamificação tem sido uma tendência crescente na educação e seu uso no ensino de Estruturas de Dados tem mostrado resultados promissores. O presente trabalho teve como objetivo aplicar técnicas de gamificação em um simulador de Estruturas de Dados, a fim de melhorar a aprendizagem e a motivação dos estudantes.

O sistema, que anteriormente era apenas uma ferramenta de ensino técnico, ganhou nova roupagem com a incorporação da gamificação. Os usuários são desafiados a completarem tarefas e desafios, ganhando pontos e conquistando novos níveis. O *feedback* instantâneo e as recompensas virtuais ajudam a manter os usuários engajados e motivados a continuarem aprendendo.

Além disso, a gamificação adicionou uma camada de personalização ao sistema, permitindo que os usuários estabeleçam metas pessoais e trabalhem para alcançá-las. Isso aumenta a sensação de realização, motivando-os a continuarem usando o sistema.

Por meio da incorporação de técnicas de gamificação, os objetivos propostos foram alcançados, em sua maioria, com sucesso. Foi possível adicionar elementos de jogos como pontuações, desafios e *feedbacks*, que torna o processo de aprendizagem mais atrativo e divertido, o que ajuda a evitar a saturação cognitiva dos usuários. Além disso, a inclusão de recursos de avaliação automatizada permite um acompanhamento mais preciso do progresso dos usuários e uma adaptação mais rápida às necessidades individuais.

Entretanto em decorrência do semestre contendo um tempo menor para finalização, não foi possível atingir todos os objetivos específicos. Um dos objetivos era quantificar e qualificar o uso da plataforma dentro de sala de aula tanto para os alunos quanto para os professores, a fim de avaliar a aceitação e a facilidade de uso. Embora tenha sido possível coletar algumas informações qualitativas através de entrevistas, não foi possível obter dados quantitativos suficientes para uma análise precisa.

Outro objetivo não alcançado, porém de extrema importância é quantificar os níveis de aprovação e reprovação antes e depois da adoção da ferramenta no ambiente universitário. Ficará para um trabalho futuro, pois serão necessárias muitas informações para uma afirmação ou negação mais precisa.

4.1 Principais Contribuições

Durante o desenvolvimento deste trabalho, os conceitos adquiridos e utilizados nesta plataforma, foram aplicados em etapas de desenvolvimento também no estágio que realizei, contribuindo para o melhor desenvolvimento dos sistemas *web* e até dos aplicativos.

Além disso, a plataforma foi desenvolvida para auxiliar os professores em sala de aula, fornecendo uma ferramenta pedagógica eficaz para o ensino de estruturas de dados. A plataforma permite que os professores acompanhem o progresso dos alunos, adaptando suas aulas de acordo com as necessidades individuais de cada um.

Outra contribuição importante deste trabalho foi a clareza sobre o que são simuladores e sua contribuição para a comunidade científica. O simulador/plataforma desenvolvida foi apresentada em artigos e resumos científicos através de eventos que ocorreram no país.

4.2 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, planeja-se implementar a funcionalidade de geração de relatórios e estatísticas na plataforma, visando facilitar a análise e o estudo dos dados por parte do professor, caso deseje utilizá-los em suas aulas. Deseja-se que, o sistema apresente quais estruturas os alunos estão tendo mais dificuldade, quais desafios possuem maiores taxas de erro, assim como tangenciar através dos acertos os conteúdos mais assimilados e compreendidos.

Pretende-se após aprovação pelo comitê de ética, a quantificação do desempenho e resultados dos participantes que utilizarem a plataforma como ferramenta de estudo, com os que não utilizarem. Almeja-se coletar métricas de usabilidade como taxa de abandono, tempo de uso e número de interações, e se os resultados apresentam aumento significativo na taxa de retenção dos usuários e um menor tempo de realização das tarefas quando comparado com a plataforma sem a implementação da gamificação.

Estuda-se também a criação e implementação de outras estruturas como árvores, tabelas *hashs*, grafos, fluxo de redes, etc, e criação de desafios pra cada uma dessas estruturas.

Além disso, sugere-se a implementação de novos níveis e novos desafios de forma a diversificar a interação dos usuários dentro do sistema. Nesse caso, estuda-se ser implementado uma função para a submissão de cadastro de novos desafios na plataforma. Ainda neste ponto projeta-se uma maneira diferente de inserção e correção das missões, como o sistema suportar a importação de arquivos *.csv*, *.txt*, entre outros.

Por último, pretende-se a adoção e implementação de outras linguagens para a exemplificação dos comandos para a criação de estruturas de dados, não estando limitada apenas a linguagem C, mas podendo escolher entre as linguagens *Java*, *Python*, etc.

4.3 Contribuições em Produção Bibliográfica

A plataforma DebugandoED tem contribuído significativamente para o avanço do conhecimento na área de simulação de sistemas para a área da educação.

Algumas das contribuições em produção bibliográfica do sistema incluem:

1. Apresentação do trabalho “Software DebugandoED” na TechWeek 2020, sendo um evento acadêmico da Faculdade de Computação - FACOM/UFU, realizada anualmente e que busca promover a integração das comunidades acadêmicas e profissionais que atuam na área de Tecnologia da Informação, principalmente em Uberlândia e região. Foi apresentado o DebugandoED, concorrendo no evento de mostra de *software*, alcançando o 3º lugar¹.
2. Publicação de artigo nos anais estendidos do Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI) 2021, sendo um evento sem fins lucrativos, realizado pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) através da sua Comissão Especial de Sistemas de Informação. Foi apresentado o artigo “O ensino de Estrutura de Dados auxiliado por uma Plataforma Didática na Web” (BORGES; MARTINEZ; RIBEIRO, 2021a), sobre o estudo da plataforma DebugandoED².
3. Apresentação do trabalho “DebugandoEd” na TechWeek 2021, evento acadêmico da Faculdade de Computação - FACOM/UFU. Foi apresentado o DebugandoED com novas funcionalidades, concorrendo no evento de mostra de *software*, alcançando o 1º lugar³.
4. Publicação e apresentação do trabalho “Aplicação de técnicas da gamificação na Plataforma DebugandoED” na TechWeek 2022⁴, evento acadêmico da Faculdade de Computação - FACOM/UFU.

¹ <<http://www.techweek.facom.ufu.br/mostra-de-software>>

² <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi_estendido/article/view/15351>

³ <<http://www.techweek.facom.ufu.br/mostra-de-software-2021>>

⁴ <https://techweek.facom.ufu.br/sites/default/files/2023-01/Anais_XVIWTDCC.pdf>

Referências

- AGUIAR, E. V. B. As novas tecnologias e o ensino-aprendizagem. **VÉRTICES, Rio de Janeiro**, v. 10, p. 63–71, 2008. Citado na página 18.
- ANASTASIOU, L. d. G. C.; ALVES, L. P. et al. Estratégias de ensinagem. **Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**, v. 3, p. 67–100, 2004. Citado na página 17.
- BAKER, R. S. et al. Testers and visualizers for teaching data structures. **ACM SIGCSE Bulletin**, ACM New York, NY, USA, v. 31, n. 1, p. 261–265, 1999. Citado na página 19.
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active learning: Creating excitement in the classroom. 1991 ASHE-ERIC higher education reports**. [S.l.]: ERIC, 1991. Citado na página 12.
- BORGES, L. F.; MARTINEZ, A. C.; RIBEIRO, T. P. O ensino de estrutura de dados auxiliado por uma plataforma didática na web. In: SBC. **Anais Estendidos do XVII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação**. [S.l.], 2021. p. 37–40. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 56.
- _____. O ensino de estrutura de dados auxiliado por uma plataforma didática na web. In: **Anais Estendidos do XVII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 37–40. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi_estendido/article/view/15351>. Citado na página 13.
- BORGES, M. A. Avaliação de uma metodologia alternativa para a aprendizagem de programação. In: **VIII Workshop de Educação em Computação–WEI**. [S.l.: s.n.], 2000. p. 15. Citado na página 13.
- BRASIL. **Plano Nacional de Educação (PNE). Lei Federal n. 10.172, de 9/01/2001**. Brasília, DF: Ministério da Educação (MEC), 2001. Acessado em 13 de janeiro de 2023. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/L10172.pdf>>. Citado na página 22.
- _____. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Lei Federal n. 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2018. Acessado em 12 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709compilado.htm>. Citado na página 51.

- COOPER, A. et al. **About face: the essentials of interaction design**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2014. Citado na página 38.
- CORMEN, T. H. et al. Algoritmos: teoria e prática. **Editora Campus**, v. 2, p. 296, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 19.
- COSTA, E. B. et al. Dslep (data structure learning platform to aid in higher education it courses). **International Journal of Computer and Systems Engineering**, v. 8, n. 4, p. 1143–1148, 2014. Citado 8 vezes nas páginas 6, 33, 34, 35, 38, 42, 48 e 51.
- COSTA, S. S. et al. Um estudo exploratório dos games para introdução ao pensamento computacional. In: **Anais do 7o CONAHPA-Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem. Anais**. [S.l.: s.n.], 2015. Citado na página 29.
- CSIKSZENTMIHALYI, M.; CSIKZENTMIHALY, M. **Flow: The psychology of optimal experience**. [S.l.]: Harper & Row New York, 1990. v. 1990. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.
- FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Renote**, v. 11, n. 1, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 12, 14 e 20.
- FIGUEIREDO, K. et al. Uma abordagem gamificada para o ensino de programação orientada a objetos. In: SBC. **Anais do XXIII Workshop sobre Educação em Computação**. [S.l.], 2015. p. 316–325. Citado 3 vezes nas páginas 6, 26 e 27.
- GONÇALVES, B. et al. Elementos de gamificação aplicados no ensino-aprendizagem de programação web. In: SBC. **Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação**. [S.l.], 2019. p. 1–10. Citado 3 vezes nas páginas 6, 27 e 28.
- GOODRICH, M. T.; TAMASSIA, R. **Estruturas de Dados & Algoritmos em Java**. [S.l.]: Bookman Editora, 2013. Citado na página 19.
- HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does gamification work?—a literature review of empirical studies on gamification. In: IEEE. **2014 47th Hawaii international conference on system sciences**. [S.l.], 2014. p. 3025–3034. Citado na página 20.
- IZEKI, C.; NAGAI, W.; DIAS, R. Experiência no uso de ferramentas online gamificadas na introdução à programação de computadores. In: **Anais do XXII Workshop de Informática na Escola**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2016. p. 301–310. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16426>>. Citado na página 13.
- KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2012. Citado 10 vezes nas páginas 12, 14, 20, 21, 25, 40, 42, 47, 48 e 51.
- MACEDO, L. de; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. **Aprender com jogos e situações-problema**. [S.l.]: Artmed Editora, 2009. Citado na página 37.
- MACHADO, L. S.; MORAES, R. M.; NUNES, F. Serious games para saúde e treinamento imersivo. **Abordagens práticas de realidade virtual e aumentada**, SBC Porto Alegre, v. 1, p. 31–60, 2009. Citado na página 19.

- MARTINS, C.; GIRAFFA, L. M. M.; LIMA, V. M. do R. Gamificação e seus potenciais como estratégia pedagógica no ensino superior. **Renote**, v. 16, n. 1, 2018. Citado na página 25.
- MATAI, P. H. L. dos S.; MATAI, S. Ensino cooperativo: o conhecimento das competências. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 24, n. 2, 2008. Citado na página 18.
- MCGONIGAL, J. **Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world**. [S.l.]: Penguin, 2011. Citado na página 14.
- MINUZI, N. A. et al. Gamificação na educação profissional e tecnológica. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 7, n. 1, 2018. Citado na página 26.
- MIZUKAMI, M. d. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. [S.l.]: Editora Pedagógica e Universitária São Paulo, 1986. Citado na página 18.
- ODEN, J. T. et al. Revolutionizing engineering science through simulation. **National Science Foundation Blue Ribbon Panel Report**, v. 65, 2006. Citado na página 19.
- PAIVA, M. R. F. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE-Revista de Políticas Públicas**, v. 15, n. 2, 2016. Citado na página 18.
- PINHEIRO, E. G. Castells, manuel. a sociedade em rede. são paulo: Paz e terra, 1999. v. 1. **Informação & Sociedade**, Universidade Federal da Paraíba-Programa de Pós-Graduação em Ciência da ... , v. 10, n. 2, 2000. Citado na página 13.
- PRENSKY, M. Nativos digitais, imigrantes digitais. **On the horizon**, v. 9, n. 5, p. 1–6, 2001. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 13.
- _____. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. [S.l.]: Editora Senac São Paulo, 2021. Citado na página 18.
- RIBEIRO, L. R. d. C. Aprendizagem baseada em problemas (pbl): uma experiência no ensino superior. Edufscar, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- SCHMITZ, B.; KLEMKE, R.; SPECHT, M. Effects of mobile gaming patterns on learning outcomes: a literature review. **International Journal of Technology Enhanced Learning**, Inderscience Publishers, v. 4, n. 5-6, p. 345–358, 2012. Citado na página 22.
- SEROA, I.; BERTOLDO, H.; NEVES, V. Testerd: uma maneira fácil e estimulante para aprender estruturas de dados. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. [S.l.: s.n.], 2018. v. 29, n. 1, p. 864. Citado 9 vezes nas páginas 6, 30, 31, 38, 40, 42, 47, 48 e 51.
- SIGNORI, G.; GUIMARÃES, J. C. F. de. Gamificação como método de ensino inovador. **International Journal on Active Learning**, v. 1, n. 1, p. 66–77, 2016. Citado na página 20.
- TANAKA, S. et al. Gamification, inc.: como reinventar empresas a partir de jogos. mjb Press, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 22.

- TENENBAUM, A. M.; LANGSAM, Y.; AUGENSTEIN, M. J. **Estruturas de dados usando C**. [S.l.]: Pearson Makron Books, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 19.
- THOMANN, G. L. Duolingo e os elementos dos jogos: um estudo de caso. Faculdade de Tecnologia de Americana, 2016. Citado na página 26.
- TODA, A. et al. Interactive learning enviroment for data structures with gamification concepts. **WWW/Internet. IADIS**, 2013. Citado 10 vezes nas páginas 6, 30, 31, 32, 33, 38, 42, 47, 48 e 51.
- TOLOMEI, B. V. A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. **EAD em foco**, v. 7, n. 2, 2017. Citado na página 25.
- ZABALZA, M. Á.; BERAZA, M. Á. Z. **Competencias docentes del profesorado universitario: calidad y desarrollo profesional**. [S.l.]: Narcea Ediciones, 2003. v. 4. Citado na página 25.
- ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps**. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2011. Citado na página 14.