



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE RUSSAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

ADRIANO KENNEDY BALBINO DO NASCIMENTO FILHO

APLICAÇÃO DE GAMIFICAÇÃO EM DISCIPLINA DE ALGORITMOS EM GRAFOS
NA UFC CAMPUS RUSSAS PARA MELHORIA DO DESEMPENHO DOS ALUNOS

RUSSAS

2026

ADRIANO KENNEDY BALBINO DO NASCIMENTO FILHO

APLICAÇÃO DE GAMIFICAÇÃO EM DISCIPLINA DE ALGORITMOS EM GRAFOS NA
UFC CAMPUS RUSSAS PARA MELHORIA DO DESEMPENHO DOS ALUNOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia de Software
do Campus de Russas da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Luiz Braga
Soares

RUSSAS

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F498a Filho, Adriano Kennedy.
APLICAÇÃO DE GAMIFICAÇÃO EM DISCIPLINA DE ALGORITMOS EM GRAFOS NA UFC
CAMPUS RUSSAS PARA MELHORIA DO DESEMPENHO DOS ALUNOS / Adriano Kennedy Filho. –
2026.
57 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas,
Curso de Engenharia de Software, Russas, 2026.
Orientação: Prof. Dr. Pablo Luiz Braga Soares.

1. Gamificação. 2. Jogos. 3. Implementação. I. Título.

CDD 005.1

ADRIANO KENNEDY BALBINO DO NASCIMENTO FILHO

APLICAÇÃO DE GAMIFICAÇÃO EM DISCIPLINA DE ALGORITMOS EM GRAFOS NA
UFC CAMPUS RUSSAS PARA MELHORIA DO DESEMPENHO DOS ALUNOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia de Software
do Campus de Russas da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Engenharia de Software.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pablo Luiz Braga Soares (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ms. Pitágoras Graça Martins
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Eurinardo Rodrigues Costa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À minha família, por sua capacidade de acolher, acreditar e investir em mim. Meus amigos, Por tornar a caminhada mais fácil, divertida e prazerosa. Malu minha namorada, e futura esposa, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

“Gamificação não é sobre jogos, é sobre aprender
como nos engajamos melhor.”

(Gabe Zichermann)

RESUMO

Hodiernamente, os desafios do ensino são discutidos e aprimorados para que se tenham métodos cada vez mais facilitados de aprendizado, abordando essa concepção, a gamificação na área da TI é um método muito funcional, visto que a cultura dos estudantes está muito ligada aos jogos. É inestimável, a importância da teoria de grafos para com a faculdade, mediante a isso essa pesquisa visa avaliar o impacto dos jogos na matéria de grafos, abordando-os através da gamificação, para o aprendizado tanto dos conceitos quanto da implementação de grafos, através de atividades de aplicações práticas e teóricas. Foi aplicado o estudo em turma de aproximadamente 50 alunos e comparada com a turma anterior a ela visando entender o impacto da gamificação, além de um formulário com a opinião das duas turmas, da passada em relação ao que achariam de uma implementação de gamificação na matéria e com a turma vigente sobre o que acharam da aplicação, no primeiro formulário houve perguntas nas quais foram respondidas com 5 opções: concordo totalmente, concordo, indiferente, discordo e discordo totalmente, a partir daí houve a compreensão do impacto que terá a aplicação da gamificação na matéria. Na turma na qual foi aplicada houve um formulário mais discursivo para que a coleta de dados fosse mais subjetiva e os resultados coletados fossem mais pessoais e informativos possibilitando uma visualização ampla, durante a coleta de dados foi constatado que 100 % dos alunos afirmaram que gostariam de aprender outros conteúdos com a gamificação.

Palavras-chave: Gamificação. Jogos. Implementação.

ABSTRACT

Today, teaching challenges are discussed and improved to develop increasingly easier learning methods. Addressing this concept, gamification in IT is a highly effective method, given that student culture is closely linked to games. The importance of graph theory in college is invaluable. Therefore, this research aims to evaluate the impact of games on graphs, addressing them through gamification, for learning both the concepts and implementation of graphs through practical and theoretical application activities. The study was administered to a class of approximately 50 students and compared with the previous class to understand the impact of gamification. In addition, a form was created to gather feedback from both classes: the previous class regarding their thoughts on implementing gamification in the subject and the class that implemented it regarding their thoughts on its application. The first form contained questions with only five answers: "I completely agree, I agree, I don't care, I disagree," and "I completely disagree." From there, the impact of applying gamification to the subject will be understood. In the class where it was administered, a more discursive form was used to ensure data collection was more subjective and the results were more personal and informative, allowing for a broad view. During data collection, it was found that 100% of students would like to learn other content with gamification.

Keywords: Gamification. Games. Implementation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Princípios da gamificação	23
Figura 2 – Neocubo Pirâmide Magnética de Neodímio	28
Figura 3 – Dispositivo Tapple	34
Figura 4 – Primeiro questionamento realizado no formulário	36
Figura 5 – Segundo questionamento realizado no formulário	36
Figura 6 – Terceiro questionamento realizado no formulário	37
Figura 7 – Quarto questionamento realizado no formulário	37
Figura 8 – Quinto questionamento realizado no formulário	38
Figura 9 – Sexto questionamento realizado no formulário	38
Figura 10 – Sétimo questionamento realizado no formulário	39
Figura 11 – Dados coletados do formulário	40
Figura 12 – Dados coletados do formulário	41
Figura 13 – Dados coletados do formulário	41
Figura 14 – Dados coletados do formulário	42
Figura 15 – Dados coletados do formulário	43
Figura 16 – Dados coletados do formulário	44
Figura 17 – Amostra de relatos dos alunos	44
Figura 18 – Dados coletados do formulário	45
Figura 19 – Dados coletados do formulário	45
Figura 20 – Amostra de relatos dos alunos	46
Figura 21 – Dados coletados do formulário	47
Figura 22 – Grafos criados pelos próprios alunos durante a atividade	48
Figura 23 – Grafos criados pelos próprios alunos	52
Figura 24 – Grafos criados pelos próprios alunos	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre os resultados das turmas 2024.2 e 2025.1	50
--	----

LISTA DE SIGLAS

<i>BFS</i>	Busca em largura
<i>DFS</i>	Busca em profundidade
<i>LGPD</i>	Lei Geral de Proteção de Dados
<i>TI</i>	Tecnologia da informação
<i>UFC</i>	Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO	15
2.1	Objetivos específicos	15
2.2	Justificativa	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1	Conceitos Introdutórios de Teoria dos grafos	18
3.2	Gamificação	22
3.3	Trabalhos relacionados	24
4	METODOLOGIA	26
4.1	Jogo 1 - Neocubo Magnético	26
4.1.1	<i>Os conceitos abordados durante a atividade</i>	27
4.1.2	<i>Regras da atividade</i>	27
4.1.3	<i>Sistema de perguntas e pontuação</i>	29
4.1.3.1	<i>Questões abordadas</i>	30
4.2	Jogo 2 – Tapple em Grafos	31
4.2.1	<i>Os conceitos abordados durante a atividade</i>	31
4.2.2	<i>Regras da atividade</i>	32
4.2.3	<i>Sistema de perguntas e pontuação</i>	32
4.2.4	<i>Questões abordadas</i>	33
5	ANÁLISE DOS RESUTADOS PRÉVIOS	35
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS	40
6.1	Impacto da Gamificação no Aprendizado	40
6.2	Engajamento e Diversão nas Atividades	40
6.3	Interesse em repetir a experiência	41
6.4	Redução do Estresse e Aumento do Interesse	41
6.5	Motivação para Aprender Grafos	42
6.6	Avaliação das atividades e conceitos aprendidos	43
6.7	Preferência entre os Jogos Gamificados	44
6.7.1	<i>Assiduidade durante a metodologia</i>	45
6.8	Relatos individuais, sugestões e comentários	45

6.9	Comparação com outros métodos de ensino	46
6.10	Comparação de aprovação da turma do semestre passado com a turma atual	49
7	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Atualmente os métodos de educação estão evoluindo compassadamente, a implementação de métodos que priorizem o ensino e facilite as aulas são de extrema importância para qualquer área de conhecimento, na área da tecnologia não é diferente, cada vez mais se faz necessário métodos de ensino mais inovadores.

Normalmente essa busca de novos métodos é realizada por meios externos como plataformas digitais ou até redes sociais, implementar esses métodos na própria rede de ensino facilitaria ainda mais essa disseminação de conhecimento e abrangência por parte de mais alunos.

A gamificação é uma ferramenta de extremo valor para aplicação desses métodos, que tem sete principais meios que são: resolução de problemas; enigmas; desafios, atividades premiadas; quiz; missões em grupos; e utilização de plataformas digitais. Estudos apontam que a gamificação tem vários pontos positivos no ensino, pois oferece mais dinamismo na aprendizagem tornando o processo mais envolvente e iterativo para os alunos (Delavy, 2021).

Além disso as pesquisas apontam que tem vários fatores um deles é que contribuem para que o jovem se recorde com mais facilidade do material trabalhado, pois o processo de absorção está ligado ao lúdico, além disso torna o processo de aprendizagem mais prazeroso e desenvolve autonomia. Contudo os profissionais da educação tinham receio de que os jogos fossem distrair os alunos, porém com a gamificação na educação aplicada mostra que é o oposto disso. Nas atividades, os estudantes conseguem aprimorar a concentração, pois é estimulada a competição saudável entre o grupo e é preciso muita atenção para solucionar os desafios de forma correta e avançar de fase nos games. (Delavy, 2021).

Um estudo do jornal *Science Direct* mostrou que alunos que usaram a gamificação tiveram um desempenho 89,45% superior aos que receberam apenas palestras (Baptista; Oliveira, 2019). Segundo Janel McGonigal, PhD e designer de jogos, todos os jogos têm quatro características principais estabelecem metas, criam regras, definem sistemas de feedback, contam com participação voluntária. Nessa perspectiva, os jogos usam essas características para estabelecer uma dinâmica de organização e estruturação de táticas, que despertam um interesse maior nas pessoas. Isso acontece, pois, esses elementos oferecem, para quem passa pela atividade, a sensação de conquista, de evolução e de conclusão. Assim, cria-se um incentivo maior para continuar no processo, para completar missões e passar de nível (McGonigal, 2017).

Paralelamente aos benefícios da gamificação, é necessário considerar os aspectos legais relacionados ao uso de dados pessoais nos ambientes educacionais. A lei geral de proteção

de dados Pessoais (LGPD), instituída pela lei nº 13.709/2018, tem como objetivo proteger os direitos de privacidade e liberdade dos cidadãos, regulando o uso de dados pessoais por empresas e órgãos públicos. A legislação estabelece regras claras sobre a coleta, armazenamento, tratamento e compartilhamento de informações, garantindo maior transparência e segurança (Brasil, 2018).

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma: no Capítulo 2, apresenta-se a Fundamentação Teórica, abordando os conceitos introdutórios da Teoria dos Grafos, os princípios da gamificação e os trabalhos relacionados, fornecendo o embasamento teórico necessário à pesquisa. No Capítulo 3, descreve-se a Metodologia adotada, detalhando o planejamento e a aplicação das atividades gamificadas, bem como as regras, o sistema de pontuação e os conteúdos trabalhados em cada jogo. No Capítulo 4, são apresentados os Resultados Prévios, com a análise dos dados coletados antes da implementação da proposta. No Capítulo 5, realiza-se a Análise dos Resultados obtidos após a aplicação da metodologia, considerando aspectos como motivação, engajamento e desempenho acadêmico dos discentes. Por fim, no Capítulo 6, são expostas as Considerações Finais, destacando as principais conclusões do estudo e suas contribuições para o ensino da disciplina de Algoritmos em Grafos.

2 OBJETIVO

O mundo pós-pandemia trouxe à tona alguns desafios para a educação que não são novos, mas foram intensificados por esta condição. O combate à evasão escolar, a garantia das aprendizagens e as mudanças ocasionadas pela tecnologia digital talvez sejam os mais significativos. Tornou-se lugar-comum dizer que para fazer frente a estes desafios ou outros é necessário inovar (Bitencourt, 2023).

Como foi citado por Bitencourt, é necessário inovar, muitas mudanças foram ocasionadas na sociedade devido a tecnologia, então a educação um ponto essencial da sociedade também deve se aperfeiçoar, e a gamificação é uma boa maneira de inovar, ainda mais se levarmos em conta como é importante a disciplina de algoritmos em grafos para o estudante de TI e como ela é subjetiva para criação de jogos e maneiras práticas de ensino

O trabalho tem como objetivo facilitar o aprendizado, tornar mais absorvível e inovar na educação. O desenvolvimento da ideia parte pelo princípio do dinamismo das aulas, trazer para dentro da sala de aula materiais do ambiente externo a faculdade que costuma ser o lazer de grande parte dos jovens, os jogos. Além disso, também resgata um ponto muito importante que é o lúdico, ter jogos que relembrem a infância e que traga aprendizado junto a isso, passa a ser muito atrativo para os estudantes.

Então tem como principal objetivo construir ferramentas de ensino que visem melhorar o desempenho dos discentes na disciplina de Algoritmos em Grafos, essas ferramentas físicas, foram desenvolvidas com cartas e com Neocubo de Neodímio (Figura 2 e Figura 3) com descrições mais precisas na metodologia.

2.1 Objetivos específicos

- Desenvolver atividades lúdicas baseadas em jogos interativos para o ensino da Teoria dos Grafos.
- Adaptar o jogo Tapple ao contexto da disciplina de Algoritmos em Grafos.
- Aplicar o Neocubo como ferramenta física para representação concreta de estruturas de grafos.
- Estimular o raciocínio ágil, a associação de ideias e a fixação dos conteúdos por meio de desafios em tempo limitado.
- Promover a participação ativa e colaborativa dos alunos no processo de aprendizagem.

- Reforçar os conteúdos ministrados em sala de aula por meio de atividades práticas.
- Coletar dados da aplicação da metodologia por meio de formulário disponibilizado via SIGAA.
- Avaliar a contribuição das ferramentas lúdicas para a compreensão dos conceitos da disciplina.

As ferramentas utilizadas foram lúdicas, remetendo a jogos interativos e envolventes. No jogo Tapple adaptado à Teoria dos Grafos (Figura 3), os alunos deveriam relacionar conceitos da disciplina com letras do alfabeto, utilizando o mecanismo original do jogo que consiste em pressionar letras ao responder rapidamente. A adaptação envolveu a apresentação de categorias temáticas, como algoritmos, tipos de grafos, propriedades e aplicações, desafiando os discentes a associarem um conceito válido a uma determinada letra, em tempo limitado. A atividade estimulou o raciocínio ágil, a associação de ideias e a fixação do conteúdo de forma colaborativa e divertida.

Já a segunda ferramenta utilizada foi o neocubo (Figura 2), um recurso físico composto por esferas metálicas e pinos magnéticos, manipulado pelos alunos para representar estruturas de grafos. Com ele, foram desenvolvidos problemas clássicos da disciplina, como Caminhos Hamiltonianos, Grafos Conexos e Grafos Eulerianos. A manipulação concreta desses elementos permitiu uma compreensão mais visual e intuitiva dos conceitos abordados.

As atividades foram aplicadas a partir de um planejamento didático que visava reforçar os conteúdos ministrados em sala. Os dados da pesquisa foram coletados por meio de um formulário disponibilizado via Sigaa, respondido voluntariamente pelos alunos da disciplina de Algoritmos em Grafos.

Objetiva-se, com essas ferramentas, envolver o aluno de maneira mais ativa no processo de aprendizagem, integrando suas vivências e referências externas ao ambiente acadêmico, e, assim, aprimorar a compreensão dos conteúdos da disciplina.

2.2 Justificativa

A gamificação, como proposta pedagógica, apresenta-se como uma estratégia eficaz para inovar e engajar os estudantes no processo de aprendizagem. Ao integrar elementos de jogos, como dinâmicas lúdicas, desafios, interação e competição saudável, cria-se um ambiente mais motivador e propício à aprendizagem significativa. Isso se torna especialmente relevante no ensino de Algoritmos em Grafos, uma disciplina com abstração e complexidade teórica,

frequentemente considerada desafiadora pelos alunos.

Nesse contexto, a adoção de metodologias ativas é essencial para tornar os conteúdos mais acessíveis e compreensíveis. A utilização do Jogo Tapple, adaptado para a disciplina, permite trabalhar conceitos por meio da categorização e raciocínio rápido, promovendo uma fixação eficiente e participativa dos conteúdos. Já o uso do neocubo proporciona a visualização prática dos conceitos por meio da construção de representações físicas de grafos, favorecendo a compreensão de propriedades como conexidade, grau de vértice e caminhos.

Portanto, o desenvolvimento da gamificação no ensino oferece uma metodologia complementar e enriquecedora. O uso de ferramentas físicas e estratégias lúdicas não apenas desperta o interesse dos estudantes, mas também contribui significativamente para a fixação dos conteúdos e o desenvolvimento do pensamento lógico. Essa proposta, ao mesclar o lúdico com o educativo, representa uma alternativa viável para melhorar o processo de ensino-aprendizagem em conteúdos técnicos e abstratos como os da Teoria dos Grafos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta o embasamento conceitual que sustenta o desenvolvimento deste trabalho. Inicialmente, são abordados os princípios da Teoria dos Grafos, contemplando definições formais, estruturas fundamentais e algoritmos clássicos amplamente utilizados na modelagem e resolução de problemas computacionais. Em seguida, discute-se a gamificação como estratégia metodológica aplicada ao contexto educacional, destacando seus fundamentos teóricos, elementos estruturais e potencial motivacional. Por fim, são analisados trabalhos relacionados que articulam teoria dos grafos e gamificação, situando a presente pesquisa no estado da arte e evidenciando suas contribuições.

3.1 Conceitos Introdutórios de Teoria dos grafos

A priori deve ser compreendido os conceitos do estudo, a Teoria dos Grafos é um campo da matemática dedicado à análise das relações entre elementos de um conjunto específico. Essas relações são representadas por meio de estruturas chamadas grafos, denotados por $G = (V, E)$, onde V é um conjunto não vazio de elementos chamados de vértices (ou nós), e E (arestas) é um subconjunto de pares não ordenados de V (Menezes, 2023).

Em Teoria dos Grafos, um vértice (ou nó) que pode representar um objeto ou uma entidade. Os vértices que se relacionam são conectados por arestas. Pode ser representada por uma linha ou arco entre dois pontos (vértices) do grafo num plano (Trudeau, 1993).

A origem da Teoria de Grafos começa em meados de 1736 com a publicação do trabalho de Leonhard Euler conhecido como o problema das sete pontes de Königsberg, foi uma importante cidade da Prússia, hoje chamada de Kaliningrado, cortada pelo rio pregel, o qual a dividia em duas ilhas. Havia uma ponte ligando uma ilha a outra e seis outras pontes, ligando-as as margens. A pergunta que intrigava aos moradores era se seria possível realizar um passeio pelas ilhas, passando uma única vez em todas as sete pontes, voltando ao ponto de origem (Freitas; Borges, 2015).

Euler, conseguiu mostrar uma solução, na qual utilizava um grafo para a resolução do problema, então se deu origem aos estudos matemáticos voltados a Teoria do Grafos.

Com o surgimento da Teoria dos Grafos vários estudiosos da área matemática resolveram investir em pesquisas na mesma área, então surgiu diversos conceitos que em parte serão abordados nesse trabalho.

A seguir, são detalhados os alguns dos principais conceitos da Teoria de Grafos, fundamentados em literatura acadêmica distintos.

Um **Caminho** é uma sequência de vértices distintos em que cada par consecutivo de vértices está conectado por uma aresta. Um **Ciclo** é um caminho fechado, ou seja, um caminho que começa e termina no mesmo vértice, sem repetir nenhum vértice (exceto o vértice inicial e final). Um **Grafo Conexo** é um grafo onde existe um caminho entre qualquer par de vértices. Um **Grafo Não Direcionado** é um grafo onde as arestas não possuem direção, ou seja, a conexão entre dois vértices é bidirecional. **Árvore**, na Teoria dos Grafos, é definida como um grafo simples, não direcionado, conexo e acíclico. Formalmente, um grafo $G = (V, E)$ é uma árvore se, e somente se, for conexo e não contiver ciclos. Equivalentemente, pode-se afirmar que um grafo com n vértices é uma árvore quando possui exatamente $n - 1$ arestas e não apresenta ciclos. Um **Grafo Direcionado** é um grafo onde cada aresta tem uma direção, sendo representada por um par ordenado de vértices (u, v) , indicando que a conexão parte de um vértice e chega a outro, as arestas são representadas por setas, em um grafo direcionado, o caminho neste tipo de grafo também deve seguir a direção das arestas e a conectividade é considerada se for possível alcançar qualquer vértice a partir de qualquer outro vértice. Um **Grafo Ponderado** é um grafo onde suas arestas possuem pesos ou custos associados a elas, esse peso pode representar distâncias, custos, tempos, ou outras métricas (Trudeau, 1993; Diestel, 2017). Derivados desses conceitos básicos, irei explicar a seguinte os conceitos utilizados nos jogos.

Um subgrafo de um grafo $G = (V, E)$, é um grafo $H = (V', E')$, onde V' é um subconjunto de V e E' é um subconjunto de E . Os subgrafos podem ser classificados como próprios (quando o grafo H for diferente do grafo G) ou geradores (quando os vértices de V' forem iguais aos vértices de V). A análise de subgrafos é essencial na identificação de propriedades locais dos grafos e no estudo de estruturas como árvores geradoras e caminhos (Harary, 1969). Diferentes formas de percorrer um grafo, além de **Caminho** e **Ciclo**, são definidas como:

- Passeio : sequência de vértices e arestas onde repetições são permitidas.
- Trilha : passeio sem repetição de arestas (Bondy; Murty, 1976).

Estes conceitos são fundamentais para a definição de rotas em grafos, essenciais em algoritmos de busca e análise estrutural.

Outros conceitos importantes da teoria dos grafos são conceitos relacionados a estruturas e tipos de grafos, conceitos como conectividade, grafos euleriano, grafo hamiltoniano,

conjunto dominante, conjunto independente, clique, coloração de vértices e aresta e grafos planares e bipartidos, todos utilizados no primeiro jogo e parcialmente no segundo.

A conectividade é a propriedade que assegura que, para quaisquer dois vértices, existe um caminho que os conecta, sendo vital para a integridade estrutural dos grafos (Gross; Yellen, 2018).

Grafos Hamiltonianos possuem um ciclo que visita cada vértice exatamente uma vez, associado a problemas de roteamento complexos, como o Caixeiro Viajante (Chartrand; Zhang, 2005). Grafos Eulerianos, por sua vez, contêm ciclos que percorrem todas as arestas uma única vez, condição garantida se todos os vértices possuírem grau par em grafos conexos (West, 2001).

Conjuntos dominantes são subconjuntos de vértices que dominam os vértices do grafo, pois cada vértice está dentro do conjunto ou é adjacente a um dos seus vértices. Conjuntos independentes são subconjuntos de vértices que não possuem arestas entre seus vértices, enquanto cliques são subconjuntos de vértices, todos vizinhos entre si. Esses conceitos são aplicados em problemas de controle e otimização em redes (Bondy; Murty, 1976)(West, 2001).

A coloração própria de vértices exige que vértices adjacentes tenham cores diferentes, aplicada em escalonamento e alocação de recursos (Jensen; Toft, 1995). A coloração própria de arestas segue lógica similar, garantindo que arestas que compartilham um vértice não tenham a mesma cor. O número mínimo de cores necessárias para uma coloração própria é denominado número cromático (West, 2001).

Grafos planares podem ser representados no plano sem cruzamento de arestas, tópico importante em topologia e visualização (Diestel, 2017).

Grafos bipartidos dividem os vértices em dois conjuntos disjuntos, de modo que não existam arestas ligando vértices dentro do mesmo conjunto. Essa característica é especialmente útil em problemas de emparelhamento e alocação de recursos em Algoritmos em Grafos (West, 2001)(Gross; Yellen, 2018).

Vale ressaltar que durante as aulas foram explorados alguns algoritmos que são eficientes e suportam diversas aplicações em Ciência da Computação e Engenharia, fornecendo bases para soluções eficientes em problemas envolvendo grafos, os algoritmos utilizados foram o algoritmo de Dijkstra, o algoritmo de Kruskal, o algoritmo de Prim e o algoritmo de Push-Relabel.

O algoritmo de Dijkstra é utilizado para encontrar o caminho de custo mínimo entre um vértice origem e todos os outros vértices de um grafo, desde que todas as arestas tenham pesos não negativos. Sua lógica baseia-se em uma abordagem gananciosa, onde o algoritmo

mantém uma estimativa de menor custo para cada vértice e, em cada iteração, escolhe o vértice com menor distância ainda não processado. Este algoritmo é amplamente utilizado em aplicações como roteamento de redes, GPS, jogos e sistemas logísticos (Cormen *et al.*, 2009).

O algoritmo de Kruskal é um método ganancioso voltado para encontrar a árvore geradora mínima de um grafo. Ele ordena todas as arestas por peso crescente e as insere na árvore de forma que não se formem ciclos, usando estruturas de união e busca (union-find) para verificar a formação de ciclos. É especialmente eficiente para grafos esparsos e é comumente aplicado em projetos de redes de comunicação, energia e circuitos (Sedgewick, 2002).

O Algoritmo de Prim também resolve o problema da árvore geradora mínima, mas de forma incremental. Ele começa com um único vértice e, a cada passo, adiciona a aresta de menor peso que conecta um vértice da árvore a um vértice fora dela. O algoritmo é eficiente em grafos densos e pode ser implementado usando filas de prioridade. Assim como Kruskal, é muito utilizado em redes e problemas de conectividade com custo mínimo (Sedgewick, 2002).

O Algoritmo de Push-Relabel, também conhecido como algoritmo de pré-fluxo, é utilizado para resolver o problema de fluxo máximo em redes de fluxo. Diferente de algoritmos baseados em aumento de caminho (como Ford-Fulkerson), o Push-Relabel trabalha com pré-fluxos, ou seja, permite que vértices temporariamente excedam a capacidade de entrada/saída. O algoritmo realiza operações de “push” (empurrar fluxo de um vértice para outro quando possível) e “relabel” (aumentar o rótulo de altura de um vértice quando não há mais empurrões válidos). Essa abordagem permite que ele seja extremamente eficiente em redes densas e complexas, sendo usado em logística, planejamento de transportes e otimização de recursos em fluxos (Cormen *et al.*, 2009).

A Teoria dos Grafos fornece uma base sólida para a modelagem de relações e estruturas em diversos contextos, desde redes de computadores até sistemas logísticos e sociais. Ao longo desta fundamentação, foram apresentados os principais conceitos, estruturas e algoritmos que sustentam a análise e a resolução de problemas complexos envolvendo vértices e arestas. Elementos como caminhos, ciclos, subgrafos, árvores geradoras, grafos ponderados e algoritmos clássicos como Dijkstra, Kruskal, Prim e Push-Relabel demonstram o potencial da área para representar cenários reais com precisão matemática e computacional.

Com essa base consolidada, é possível explorar novas abordagens didáticas e interativas que utilizam esses conceitos de forma lúdica. A próxima seção propõe a gamificação como uma estratégia de ensino que aproveita a abstração da Teoria dos Grafos para desenvolver ativi-

dades práticas e envolventes. Essa transição permite observar como os conteúdos teóricos podem ser aplicados no ambiente educacional de forma criativa e eficaz, promovendo o engajamento dos alunos e facilitando a aprendizagem por meio de jogos desenvolvidos com essa finalidade.

3.2 Gamificação

Outro ponto importante do estudo é a gamificação, a palavra gamificação provém da palavra inglesa game (jogo) e consiste na aplicação dos mecanismos e dinâmicas dos jogos no âmbito educativo-profissional para motivar e ensinar de forma lúdica.(Iberdrola, 2022)

Enquanto no artigo da gamefic define gamificação como a metodologia de derivar todos os elementos divertidos e envolventes encontrados em jogos e aplicando eles ao mundo real ou atividades corporativas. O processo de Gamificação tem como principal pilar o “foco no ser humano e na motivação” em realizar suas atividades. Tradicionalmente os sistemas e metodologias de gestão são focadas nas funções e consequentemente nas tarefas que cada pessoa é obrigada a realizar e cita plataformas internacionais que aplicam as técnicas de gamificação para aprendizagem como exemplo o Duolingo, plataforma de jogos para o aprendizado de inglês e outras línguas estrangeiras (Gamefic, 2022).

Uma pesquisa da Proesc (Proesc, 2021) divide os princípios da gamificação em oito pontos, são eles, vocação épica, desenvolvimento, criatividade, posse, sociabilidade, escassez, curiosidade e perda (figura 1).

A pesquisa fala que eles são responsáveis por deixar o estudante tão focado, pois trabalham algumas características intrínsecas do ser humano, como a competitividade, colaboração e a determinação para o desenvolvimento de um objetivo, que pode e deve ser o desenvolvimento educacional dos alunos, a pesquisa também dá o conceito do que é gamificação na educação que é a aplicação de dinâmicas de jogos em contextos educacionais com o objetivo de engajar os alunos, motivá-los e melhorar o processo de aprendizagem (Proesc, 2021).

Na mesma pesquisa feita pela Proesc, eles ensinam os conceitos básicos da aplicação da gamificação, definir seus objetivos educacionais é um deles, a pesquisa afirma que preestabelecer e entender quais os objetivos de aprendizagem e o que o deseja que o aluno desenvolva é um dos princípios básicos da gamificação. Outro ponto é escolher uma plataforma ou ferramenta de gamificação, no caso desse projeto a ferramenta será desenvolvida e não utilizada uma existente. Criar atividade e desafios gamificados é outro ponto básico, a pesquisa mostra que há a necessidade de criação de jogos com narrativas envolventes, missões e competições, sempre atento de

Figura 1 – Princípios da gamificação



Fonte: Proesc (2021).

que as atividades estejam alinhadas com os objetivos educacionais. Fornecer retorno constante, fornecer ao aluno uma resposta imediata sobre seu desempenho, pode ajudá lo a entender e indentificar seus erros, entender seu progresso e indentificar áreas de melhoria. Promover a colaboração e a competição saudável, Criar oportunidades para os alunos colaborarem entre si, trabalharem em equipe e competirem de forma saudável. Isso pode ser feito através de atividades cooperativas, jogos em grupo e desafios competitivos que incentivem a interação social e o engajamento. E por último, avaliar e ajustar continuamente, avaliar regularmente o impacto da gamificação na sala de aula e fazer ajustes conforme necessário, sempre escutando o parecer dos alunos, monitorando o progresso e ajustando o design do jogo compassadamente (Proesc, 2021).

A gamificação, tradução do termo em inglês “gamification”, pode ser entendida como a utilização de elementos de jogos em contextos fora de jogos, isto é, da vida real. O uso desses elementos – narrativa, feedback, cooperação, pontuações etc. – visa a aumentar a motivação dos indivíduos com relação à atividade da vida real que estão realizando (Murr; Ferrari, 2020).

No livro as autoras deixam claro o funcionamento da aplicação da gamificação e de

que a aplicação tem que ser feita da maneira correta, com o intuito de ensinar e não só de jogar.

A gamificação usa a estética, a estrutura, a forma de raciocinar presente nos games, tendo como resultado tanto motivar ações como promover aprendizagens ou resolver problemas, utilizando as estratégias que tornam o game interessante. Estas são as mesmas usadas para resolver problemas internos ao jogo, mas em situações reais. (Murr; Ferrari, 2020) Logo, se enquadra perfeitamente na proposta do TCC, que visa motivar a aprendizagem através desses jogos, com ações que o tornem interessante, que torne o aprendizado atrativo, mas ao mesmo tempo não perdendo a linha de aprendizado.

Reforçando as falas o livro "gamificação na educação" aborda os conceitos de forma claras e objetivas. No livro, eles falam que consideram que gamificação abrange a utilização de mecanismos de jogos para a resolução de problemas e para a motivação e o engajamento de um determinado público. Para os autores isso não significa, necessariamente, a participação em um jogo, mas a utilização dos elementos mais eficientes – como mecânicas, dinâmicas e estética – para reproduzir os mesmos benefícios alcançados com o ato de jogar (Fadel *et al.*, 2014).

Zichermann (2011) identifica que as pessoas são motivados a jogar por quatro razões específicas: para obterem o domínio de determinado assunto; para aliviarem o stress; como forma de entretenimento; e como meio de socialização. Esses aspectos podem ser analisados de forma conjunta ou separadamente. Além disso, os autores salientam quatro diferentes aspectos de diversão durante o ato de jogar: quando o jogador está competindo e busca a vitória; quando está imerso na exploração de um universo; quando a forma como o jogador se sente é alterada pelo jogo; e quando o jogador se envolve com outros jogadores (Zichermann, 2011).

Com base na mecânica de jogos, Fadel et al. (2014, p. 30) compreendem que o conceito de motivação tem como base a articulação das experiências vividas pelos indivíduos com a proposição de novas perspectivas “internas e externas de ressignificação desses processos, a partir do estímulo à criatividade, ao pensamento autônomo e propiciando bem-estar ao jogador” (Fadel *et al.*, 2014).

3.3 Trabalhos relacionados

Mestre dos grafos: uma possibilidade educacional baseada no conceito de gamificação para auxílio à aprendizagem da teoria dos grafos, um trabalho de gamificação em grafos online, realizado por Filipe Soares Martins em 2023, o trabalho consiste num jogo no meio digital, onde o aluno responde perguntas realizadas por uma mago e vai evoluindo no jogo

conforme for acertando as questões (Martins, 2023).

Promovendo a cooperação através da gamificação, realizado por Kleiton de Almeida Rufino, Um estudo que mostra que a gamificação pode ser uma aliada para melhorar um comportamento desejado em ambientes que utilizam as técnicas de scrum master e como a cooperação ajuda a equipe (Rufino, 2016).

‘Anti-Evasão’: uma framework de gamificação para aumentar o engajamento dos alunos nas disciplinas da UFC - Campus Quixadá, Realizado pela autora Roy Keane Ávila Teixeira, A aplicação da gamificação foi realizada com foco na participação dos alunos e se realmente foi envolvente para os mesmos e se incentivou a melhora do aprendizado e diminuiu a evasão dos mesmos no campus de da UFC de Quixadá (Teixeira, 2019).

4 METODOLOGIA

A metodologia consiste em aplicar dois jogos, o primeiro utiliza bolinhas metálicas que representariam vértices e barrinhas com condução de imã que representariam as arestas, com essas peças seria lançado desafios onde o aluno teria que delimitar através de uma certa quantidade de peças alguns conceitos de Teorias de Grafos, foram trabalhados conceitos fundamentais da Teoria dos Grafos, tais como subgrafos, conectividade e árvores; trilha, passeio, caminho e ciclo, incluindo as noções de maximal e máximo; grafos Hamiltonianos e Eulerianos; clique, conjunto independente e cobertura de vértices; coloração de vértices e coloração de arestas; grafos planares; bem como conjunto dominante e emparelhamento. A segunda atividade da metodologia utilizou uma versão adaptada do jogo Tapple, no qual os alunos precisavam relacionar letras do alfabeto com conceitos da Teoria dos Grafos. Cada rodada apresentava uma categoria temática, como algoritmos, tipos de grafos ou propriedades estruturais, e os participantes, em tempo limitado, deveriam indicar um termo relacionado àquela categoria que começasse com uma das letras disponíveis. A proposta visava reforçar o conteúdo de forma dinâmica e interativa, estimulando a memória, o raciocínio rápido e a fixação dos conceitos por meio da competição e da criatividade.

4.1 Jogo 1 - Neocubo Magnético

Os alunos foram a princípio divididos em grupos de 4 integrantes, após a divisão feita, foi preenchida uma planilha onde era passado os nomes dos integrantes de cada grupo, foram divididos horários da monitoria com espaço de 20 minutos para cada equipe para realização da atividade e foi realizado em dois dias, no primeiro dia foram realizados com 12 equipes e no segundo dia com 2 equipes, a atividade contou com a supervisão de um dos monitores enquanto aplicada pelo autor.

A atividade foi conduzida com a utilização de um instrumento denominado Neocubo Magnético (Figura 2), composto por 36 hastes metálicas magnéticas e 25 esferas metálicas. No desenvolvimento da proposta, as hastes representaram as arestas e as esferas os vértices, possibilitando a aplicação prática dos conceitos de grafos estudados previamente em sala de aula.

Cada integrante da equipe recebeu, por sorteio, um conceito relacionado à teoria dos grafos. A partir disso, foi incumbido de construir, utilizando o Neocubo, uma representação gráfica condizente com o conceito sorteado. Após a finalização da construção, os demais membros do grupo tiveram como tarefa identificar, de forma consensual, qual conceito havia

sido representado.

Esse processo foi repetido até que todos os integrantes tivessem realizado sua construção e participado da dinâmica de identificação. Como forma de incentivo à participação e ao engajamento na atividade, foi atribuída uma pontuação extra na avaliação aos discentes que se envolveram na gamificação.

4.1.1 Os conceitos abordados durante a atividade

Subgrafos, conectividade e árvores: explorando estruturas parciais dos grafos, relações de ligação entre vértices e grafos acíclicos com propriedades específicas;

Trilha, passeio, caminho e ciclo; maximal e máximo: abordando diferentes formas de percorrer um grafo, bem como os conceitos de conjuntos com propriedades de inclusão e otimização;

Grafos hamiltonianos e eulerianos: trabalhando com grafos que permitem percursos fechados passando por todos os vértices ou por todas as arestas, respectivamente;

Clique, conjunto independente e cobertura de vértices: analisando subconjuntos de vértices com características particulares quanto à adjacência e abrangência;

Coloração de vértices e coloração de arestas: aplicando técnicas de coloração para evitar conflitos em grafos, utilizando o menor número possível de cores;

Grafos planares: identificando grafos que podem ser representados no plano sem que haja cruzamento entre as arestas;

Conjunto dominante e emparelhamento: envolvendo vértices com capacidade de alcançar outros vértices e pares de vértices adjacentes disjuntos, respectivamente.

4.1.2 Regras da atividade

Cada equipe teve um tempo limite de 20 minutos para a realização da atividade, sem possibilidade de prorrogação. Dessa forma, foi imprescindível que os integrantes comparecessem pontualmente no horário previamente reservado. Em caso de atraso, o tempo de ausência foi descontado do tempo total da equipe, sem compensações.

As equipes foram compostas, obrigatoriamente, por quatro integrantes. Caso o grupo não estivesse completo no momento da atividade, a composição pôde ser ajustada com a inserção de qualquer outro discente disponível, a fim de completar os quatro participantes. A ausência de algum membro não implicou prejuízo ao grupo como um todo; no entanto, o aluno ausente

deixou de receber a pontuação extra e sua vez de construir um grafo foi redistribuída, por sorteio, a outro membro da equipe.

O agendamento do horário de participação de cada equipe deveria ser realizado até às 10h da segunda-feira, 12 de maio, por meio do preenchimento da planilha disponibilizada para tal fim.

Não foi permitido o uso de quaisquer materiais de apoio, tais como cadernos, apostilas, livros ou dispositivos eletrônicos, incluindo celulares, durante a realização da atividade.

A formação das equipes foi de responsabilidade dos próprios alunos, sendo facultada a livre organização entre os participantes.

Figura 2 – Neocubo Pirâmide Magnética de Neodímio



Fonte: super magnet (2025).

A atividade contou com a participação ativa de 51 alunos, que demonstraram en-

volvimento, comprometimento e entusiasmo ao longo de sua execução. A elevada adesão dos discentes refletiu o interesse pelo conteúdo trabalhado e a eficácia da proposta pedagógica, que aliou ludicidade e aplicação prática dos conceitos teóricos de grafos. Além disso, a dinâmica colaborativa favoreceu o desenvolvimento de habilidades como trabalho em equipe, raciocínio lógico e comunicação entre os participantes.

4.1.3 Sistema de perguntas e pontuação

Foram elaboradas 17 perguntas, organizadas em quatro categorias temáticas, das quais cada grupo deveria responder uma questão por categoria. Cada pergunta possuía um nível de dificuldade previamente definido, classificado como fácil, médio ou difícil.

Durante a atividade, os temas das questões foram previamente definidos pelo autor, cabendo às equipes apenas a escolha do nível de dificuldade entre fácil, médio e difícil. Cada equipe respondeu a quatro perguntas, sendo uma para cada integrante, com o limite máximo de três questões difíceis por grupo. Essa limitação exigiu uma escolha estratégica por parte dos participantes, levando em consideração o nível de conhecimento de cada membro.

Ao início da atividade, todas as equipes receberam 25 pontos iniciais pela participação, que foram acumulados ao longo das rodadas seguintes conforme o desempenho nas perguntas. As questões fáceis valiam 10 pontos, as médias 15 pontos e as difíceis 20 pontos. A pontuação relativa a cada questão era dividida entre o aluno responsável pela construção do grafo com o Neocubo e o restante do grupo: caso o aluno que elaborou a representação do conceito acertasse a questão correspondente, ele recebia metade da pontuação, enquanto a outra metade era atribuída ao grupo se este identificasse corretamente o conceito representado.

Após a construção do grafo por parte do membro designado, era realizada uma etapa de múltipla escolha, com quatro opções de conceitos da mesma categoria, para que os demais integrantes do grupo identificassem o conceito correto. Durante essa etapa, o grupo poderia escolher a dificuldade da pergunta a ser respondida, considerando os valores de pontuação aplicados a cada nível. Dessa forma, as equipes tinham a possibilidade de acumular até o máximo de 100 pontos ao final da atividade.

Essa metodologia buscou incentivar o trabalho colaborativo, o raciocínio crítico e a aplicação dos conhecimentos teóricos, ao mesmo tempo em que promovia uma competição saudável entre os grupos, valorizando o empenho individual e coletivo.

4.1.3.1 Questões abordadas

Foram desenvolvidas 19 perguntas, organizadas em quatro categorias temáticas, cada uma abordando diferentes aspectos da teoria dos grafos. As questões foram sorteadas para cada equipe conforme o nível de dificuldade escolhido pelos participantes, permitindo que os grupos definissem estrategicamente o grau de desafio a ser enfrentado em cada rodada da atividade. Cada aluno teve de solucionar uma questão de cada classe, garantindo a cobertura completa dos conteúdos trabalhados. A seguir, apresenta-se a descrição detalhada das categorias e respectivas questões, classificadas por nível de dificuldade:

1ª Classe: Grafos completos, grau de vértices, grafos conexos e grafos planares

- Grafo K_2 (fácil)
- Grafo K_3 (médio)
- Grafo de grau 2 (fácil)
- Grafo de grau 3 (médio)
- Criar um grafo conexo com 4 arestas de modo que quando 1 aresta for retirada, torna o grafo desconexo (fácil)
- Construir um grafo conexo com 8 arestas de modo que, ao remover duas arestas, o grafo se torne desconexo (médio)

2ª Classe: Grafos bipartidos

- Criar um grafo bipartido conexo com 4 vértices (fácil)
- Criar um grafo bipartido conexo com 6 vértices (médio)
- Criar um grafo bipartido conexo com 8 vértices (difícil)
- Criar um grafo bipartido desconexo com 4 vértices (médio)
- Criar um grafo bipartido desconexo com 6 vértices (difícil)
- Criar um grafo bipartido desconexo com 8 vértices (difícil)

3ª Classe: Grafos Hamiltonianos e Eulerianos

- Criar um grafo que seja simultaneamente Hamiltoniano e Euleriano (difícil). Esta questão foi aplicada a todos os alunos.

4ª Classe: Coloração de grafos e Coloração de vértices:

- Aplicar a coloração de vértices em um grafo com 4 vértices e 5 arestas (2 vértices roxos, 1 azul e 1 vermelho) (fácil)
- Aplicar a coloração de vértices em um grafo com 7 vértices e 10 arestas (3 vértices roxos, 2 azuis e 2 vermelhos) (médio)

- Aplicar a coloração de vértices em um grafo com 9 vértices e 14 arestas (3 vértices roxos, 2 azuis e 4 vermelhos) (difícil)
- Aplicar a coloração de arestas em um grafo com 5 vértices e 4 arestas (2 arestas roxas, 2 azuis) (fácil)
- Aplicar a coloração de arestas em um grafo com 7 vértices e 6 arestas (3 arestas roxas, 3 azuis) (médio)
- Aplicar a coloração de arestas em um grafo com 12 vértices e 13 arestas (4 arestas roxas, 4 azuis e 5 laranjas) (difícil))

4.2 Jogo 2 – Tapple em Grafos

Esta seção apresenta o segundo recurso pedagógico desenvolvido no âmbito do trabalho, denominado Tapple em Grafos, concebido como uma adaptação didática do jogo comercial Tapple. A proposta consistiu na incorporação da mecânica original do jogo a um contexto acadêmico, com o objetivo de revisar conteúdos da disciplina de Algoritmos e Teoria dos Grafos por meio de uma abordagem ativa e dinâmica. A atividade foi estruturada para estimular a agilidade cognitiva, o domínio da terminologia técnica e a consolidação conceitual, promovendo a participação coletiva e o engajamento dos estudantes em um ambiente competitivo controlado. Nos tópicos subsequentes, descrevem-se os conceitos abordados, as regras estabelecidas, o sistema de pontuação adotado e as categorias temáticas utilizadas na aplicação da atividade.

4.2.1 Os conceitos abordados durante a atividade

O segundo jogo desenvolvido foi uma adaptação do jogo comercial *Tapple*, com o intuito de revisar os principais conteúdos de *Algoritmos em Grafos* por meio de uma abordagem lúdica e dinâmica. O objetivo foi proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem alternativa, capaz de reforçar a terminologia técnica da disciplina e estimular o pensamento rápido e a memória associativa.

Para isso, foram elaboradas cinco cartas temáticas, cada uma relacionada a um conjunto específico de tópicos da matéria. As categorias abrangiam conteúdos da primeira e segunda metade do semestre, além de temas que exigiam uma visão integrada de todo o conteúdo, bem como nomes de algoritmos clássicos e estruturas ou figuras importantes estudadas ao longo do curso. Ao trabalhar com essas diferentes frentes de conhecimento, a atividade conseguiu abranger desde os conceitos fundamentais até os mais complexos, favorecendo a consolidação

dos aprendizados de maneira acessível e participativa.

4.2.2 Regras da atividade

A realização da atividade exigiu uma organização prévia por parte dos alunos. As equipes foram formadas com até quatro integrantes, porém não houve obrigatoriedade de que todos os grupos estivessem completos. Grupos com menos de quatro participantes puderam realizar a atividade normalmente, sem prejuízo à sua participação. Essa flexibilidade permitiu que todos os alunos interessados pudessem jogar, mesmo que houvesse ausência de colegas em suas equipes.

Foi estipulado um tempo máximo de 30 minutos por grupo, sem tolerância para atrasos. O agendamento dos horários foi feito por meio de uma planilha online, a ser preenchida até às 10h da segunda-feira, dia 09 de julho. Para assegurar a igualdade de condições entre as equipes, não foi permitido o uso de nenhum material de apoio durante a execução do jogo, como cadernos, livros, apostilas ou dispositivos eletrônicos.

A supervisão da atividade ficou sob responsabilidade de monitores e orientadores, que acompanharam as rodadas e avaliaram a validade das palavras utilizadas. Dessa forma, garantiu-se o cumprimento das regras e a integridade da dinâmica.

4.2.3 Sistema de perguntas e pontuação

A mecânica do jogo seguiu a lógica do tapple original, porém com adaptações para o contexto educacional. Em cada rodada, o grupo sorteava uma carta temática e os integrantes se revezavam citando palavras relacionadas ao tema sorteado. Cada jogador tinha 10 segundos para pronunciar um termo condizente com a categoria, iniciando com uma letra ainda não utilizada no dispositivo, e em seguida pressionar essa letra no tabuleiro.

A mesma letra não poderia ser usada mais de uma vez por rodada, e as palavras não podiam ser repetidas. Caso um jogador pressionasse uma letra e citasse uma palavra incorreta ou fora do escopo do tema, o próximo integrante deveria utilizar a mesma letra e corrigir a jogada com um termo válido. A rodada terminava quando todas as 20 letras disponíveis fossem utilizadas ou quando todos os membros da equipe fossem eliminados.

Ao final das cinco rodadas, contabilizou-se o número total de letras pressionadas corretamente. Essa quantidade serviu como base para o sistema de pontuação, convertendo o desempenho da equipe em pontuação extra na nota da disciplina. A distribuição foi definida da

seguinte forma:

- 70 letras ou mais: 1,00 ponto extra;
- 50 a 69 letras: 0,75 ponto extra;
- 40 a 49 letras: 0,50 ponto extra;
- 20 a 39 letras: 0,25 ponto extra.

Esse sistema incentivou os alunos a pensarem estrategicamente e a colaborarem entre si para maximizar seu desempenho, valorizando tanto o conhecimento individual quanto a capacidade de atuação coletiva sob pressão.

4.2.4 Questões abordadas

As cinco cartas temáticas criadas para a atividade foram pensadas para cobrir diferentes dimensões dos conteúdos estudados na disciplina. A primeira carta reuniu conceitos introdutórios, como grafos completos, grau de vértices, conectividade e grafos planares. Já a segunda focou em grafos bipartidos, tanto conexos quanto desconexos, com variações em quantidade de vértices e estrutura.

A terceira carta propôs desafios de integração de conteúdos, onde os alunos precisavam recorrer à totalidade do material visto ao longo do curso para construir respostas coerentes e bem fundamentadas. A quarta carta abordou nomes de algoritmos clássicos, como Dijkstra, Kruskal, Prim e outros discutidos em aula. Por fim, a quinta carta explorou nomes de estruturas e figuras presentes na teoria dos grafos, como cliques, ciclos, conjuntos dominantes, colorações, entre outros, além de personalidades importantes para a área.

A diversidade dos temas propostos exigiu dos alunos não apenas conhecimento técnico, mas também criatividade e domínio de vocabulário. Essa abordagem reforçou a aprendizagem de forma leve e eficaz, transformando o conteúdo tradicional em um desafio estimulante. Ao final da atividade, foi possível perceber o entusiasmo dos alunos e o fortalecimento da compreensão conceitual, o que reforça o valor de metodologias ativas no ensino de conteúdos abstratos como a teoria dos grafos.

Figura 3 – Dispositivo Tapple



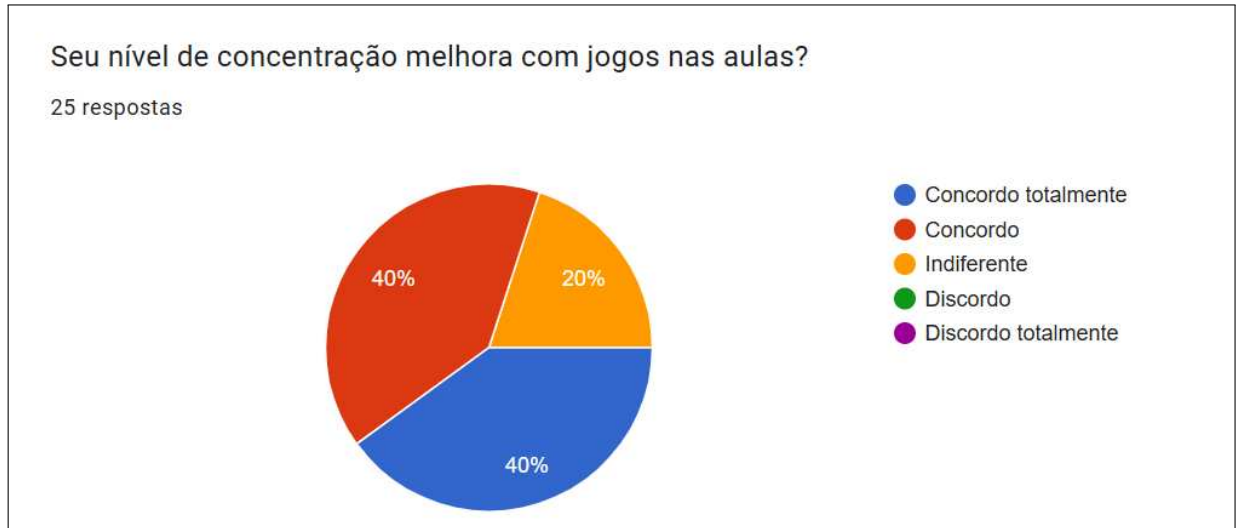
Fonte: Magazine Luiza

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS PRÉVIOS

Previamente a implementação foi desenvolvido uma pesquisa com os alunos da turma atual, nele são realizados questionamentos sobre a aplicação da gamificação e de jogos na matéria, nesse tópico será realizado a leitura e análise das informações coletadas. A turma era composta por 55 alunos e 25 deles responderam o formulário, que constava com 7 perguntas que só podiam ser respondidas com 5 opções: Concordo totalmente, concordo, indiferente, discordo e discordo totalmente. As perguntas eram em volta de 2 pontos, se os jogos fariam com que a matéria fosse facilitada e se para o aluno se tornaria mais atrativo as aulas com aplicações de jogos (Figura 4).

No primeiro gráfico é questionado sobre a concentração e se jogos fariam com que melhorasse ela nas aulas. 80% dos alunos que responderam afirmaram que concordavam com a melhoria da concentração, enquanto 20% afirma ser indiferente em relação a afirmação (Figura 4). Já na segunda pergunta, onde questiona se os jogos tornariam a matéria melhor, 100% afirma que a prática melhoraria a matéria (Figura 5). Com esses dados foram aplicadas mais 5 perguntas onde apenas 4% afirmam que discordam que os jogos supririam a necessidade de aplicações (Figura 9). Enquanto isso, 96% da turma afirma que abordar conteúdos com jogos torna a aula mais dinâmica e facilitaria enxergar o assunto (Figura 10, Figura 7 e Figura 6). De acordo com os mesmos 24% são indiferentes sobre, porém 76% acreditam que existe uma necessidade de mais aplicação em grafos (Figura 8). Análise dos gráficos é bem objetiva, é fácil tirar dos resultados preliminares que a gamificação impactaria de forma favorável pra grande maioria dos alunos.

Figura 4 – Primeiro questionamento realizado no formulário



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 5 – Segundo questionamento realizado no formulário



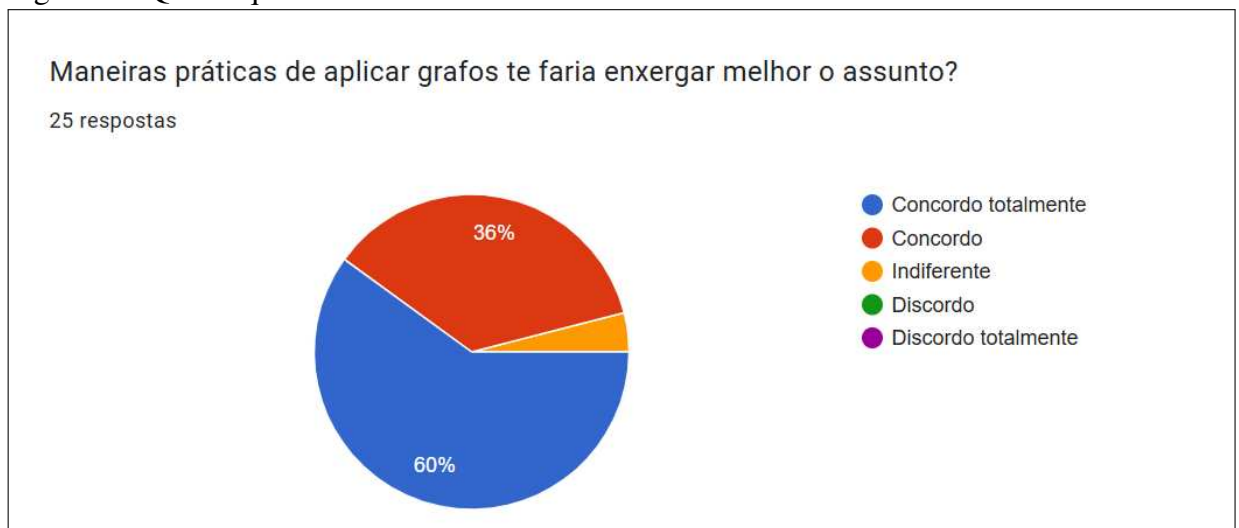
Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Figura 6 – Terceiro questionamento realizado no formulário



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Figura 7 – Quarto questionamento realizado no formulário



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Figura 8 – Quinto questionamento realizado no formulário



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Figura 9 – Sexto questionamento realizado no formulário



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Figura 10 – Sétimo questionamento realizado no formulário



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A pesquisa de opinião foi aplicada com o objetivo de avaliar a percepção dos estudantes em relação à aplicação da gamificação no ensino de teoria dos grafos. As questões foram estruturadas em formato de múltipla escolha, escala de avaliação e respostas abertas. Além de comparação com outros métodos de ensino.

6.1 Impacto da Gamificação no Aprendizado

Posteriormente foi realizado um formulário com a turma da qual a gamificação foi implementada para que fosse coletado os resultados em relação a aprendizagem na matéria, foram diversos relatos nos quais a maior parte afirma que a gamificação ajudou muito na aprendizagem, enquanto outra parte afirma ter ajudado parcialmente e uma minoria nega ter ajudado (Figura 11), então os resultados e comentários dos participantes serão abordados.

Figura 11 – Dados coletados do formulário

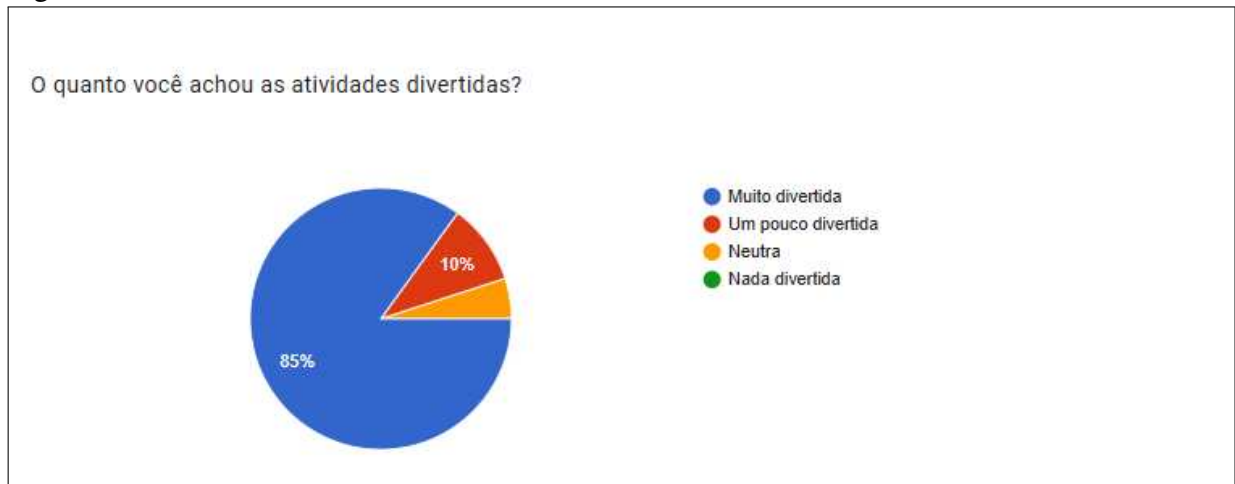


Fonte: elaborado pelo autor (2025).

6.2 Engajamento e Diversão nas Atividades

Durante o trajeto da gamificação, um dos parâmetros buscados era o engajamento e a diversão do aluno, visando que o ambiente fosse confortável para facilitar o aprendizado, na coleta vemos que superiormente esse objetivo foi alcançado cerca de 95% dos participantes afirmam ter se divertido nas dinâmicas e 85% deles afirma ter se divertido muito, apenas 5% mantiveram uma postura neutra, e nenhum aluno considerou as atividades “nada divertidas” (Figura 12), o que reforça mais ainda que o parâmetro foi alcançado.

Figura 12 – Dados coletados do formulário



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

6.3 Interesse em repetir a experiência

De forma assídua, os alunos que participaram da experiência, afirmam em totalidade, que participariam e gostariam de aprender novamente através da gamificação outros conteúdos (Figura 13), indicando a aceitação total da estratégia lúdica e a importância dos aspectos abordados para a produção da mesma.

Figura 13 – Dados coletados do formulário



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

6.4 Redução do Estresse e Aumento do Interesse

Conforme ilustrado na figura 14, 90% dos participantes relataram que a gamificação tornou o aprendizado mais interessante e menos estressante. Apenas uma pequena parcela respondeu negativamente ou de forma neutra (Figura 14), mostrando que a metodologia de

implementação dos jogos, pode diminuir a tensão do aprendizado, deixando de forma mais leve e menos enervada.

Figura 14 – Dados coletados do formulário



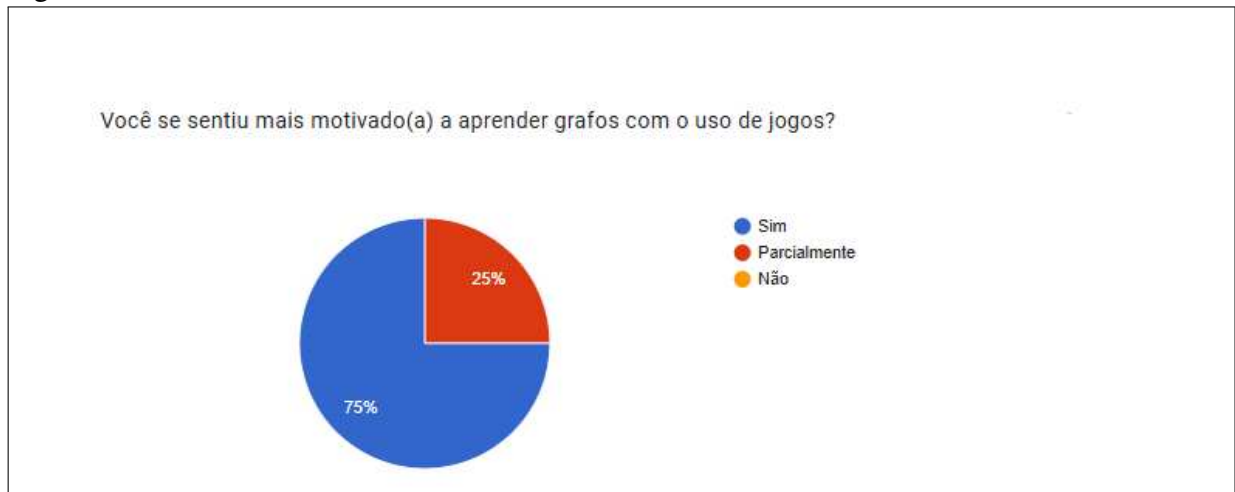
Fonte: elaborado pelo autor (2025).

6.5 Motivação para Aprender Grafos

A análise dos dados apresentados na Figura 15 evidencia o papel significativo da gamificação no estímulo à motivação dos alunos para o aprendizado de conteúdos relacionados à teoria dos Grafos. De acordo com os resultados, 75% dos participantes afirmaram ter se sentido mais motivados a aprender os conceitos após a aplicação dos jogos educativos, enquanto os outros 25% indicaram ter experimentado um aumento parcial na motivação. Notavelmente, nenhum dos respondentes declarou ter sentido desmotivação, o que sugere uma aceitação positiva da metodologia adotada(Figura 15).

Esse aumento de motivação pode ser atribuído ao caráter lúdico e dinâmico das atividades gamificadas, que proporcionam um ambiente de aprendizado mais envolvente, desafiador e interativo, contrastando com métodos tradicionais frequentemente vistos como teóricos e monótonos. Ao transformar os conteúdos abstratos dos grafos em experiências práticas e participativas, os jogos promovem maior engajamento dos estudantes, incentivando-os a colaborar, competir saudavelmente e buscar soluções criativas para os problemas propostos.

Figura 15 – Dados coletados do formulário



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

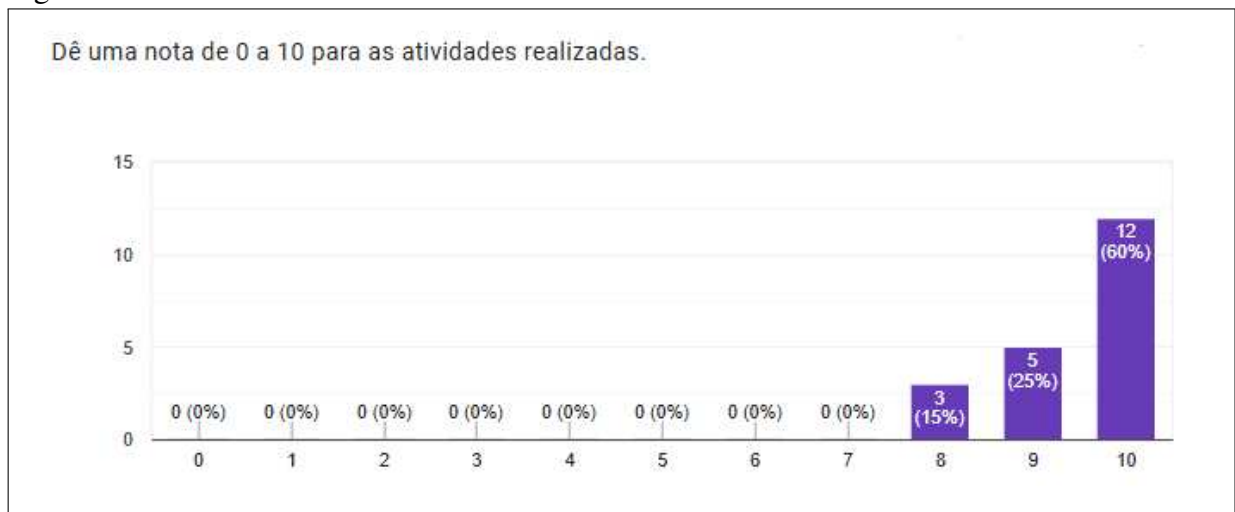
6.6 Avaliação das atividades e conceitos aprendidos

A avaliação das atividades gamificadas revelou uma aceitação amplamente positiva por parte dos alunos, 60% dos estudantes atribuíram nota máxima (10) às atividades realizadas, 25% deram nota 9 e 15% nota 8, o que medianamente resulta num avaliação de 9,45 em uma escala de 0 a 10 (Figura 16). Esses dados indicam uma elevada satisfação geral com a metodologia utilizada, refletindo o impacto positivo que a gamificação pode exercer no ambiente educacional.

Além disso, nas questões abertas, os alunos descreveram uma variedade de conceitos que conseguiram aprender ou reforçar por meio da experiência gamificada. Entre os conteúdos citados, destacam-se conceitos básicos e intermediários da teoria dos grafos, como caminho, clique, conexo, passeio, grau de vértice, grafos bipartidos, grafos planares e não planares, grafos eulerianos e hamiltonianos, além de componentes conexas. Também foram mencionados algoritmos fundamentais, como o algoritmo de Prim e os algoritmos de busca em profundidade (DFS) e em largura (BFS), demonstrando que as atividades contribuíram tanto para a introdução quanto para a consolidação de conhecimentos teóricos e práticos (Figura 17 e Figura 18).

Muitos estudantes relataram ainda que a gamificação serviu como uma ferramenta eficaz de revisão e fixação, ajudando-os a relembrar conteúdos já apresentados anteriormente. Outros destacaram o aumento na motivação para estudar, impulsionados pelo desejo de se sair bem nas atividades lúdicas, o que reforça a importância da gamificação como estratégia de ensino engajadora e significativa (Figura 17 e Figura 18).

Figura 16 – Dados coletados do formulário



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Figura 17 – Amostra de relatos dos alunos

Você aprendeu algum conceito novo com o(s) jogo(s)? Se sim, qual(is)?

Na verdade me ajudou muito a revisar os conceitos já estudados.

Não muito

caminho, clique, conexo, passeio, Grau de um vértice, Grafo bipartido, Grafos Planar e Não Planar, Hamiltoniano, Euleriano, regiões, componente conexas e outros.

Sim, todos

Alguns algoritmos

Não

Sim, principalmente da primeira parte do conteúdo em relação a grafos eulerianos e hamiltonianos.

Algoritmos Usados em grafos

Dfs e BFS

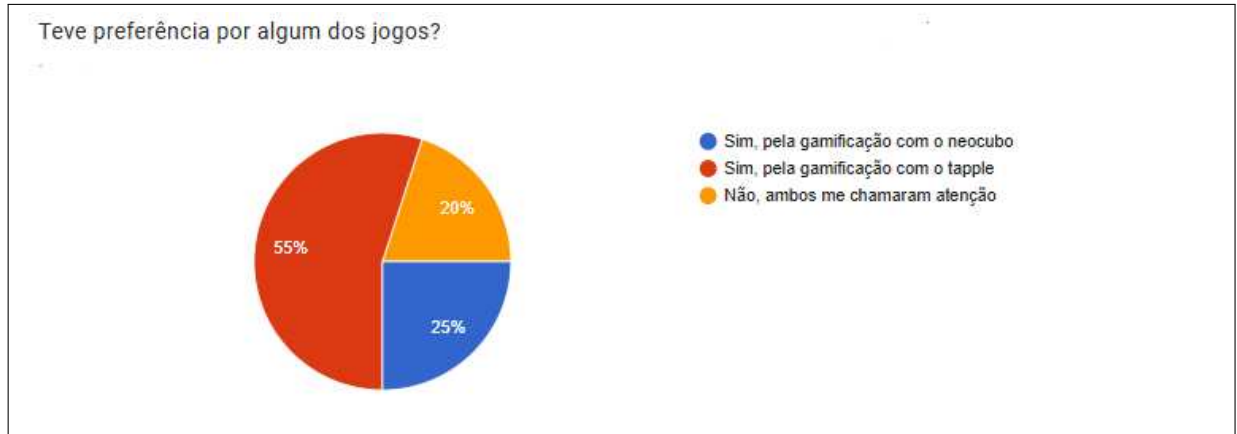
Fonte: elaborado pelo autor (2025).

6.7 Preferência entre os Jogos Gamificados

Quando questionados sobre a preferência entre as atividades gamificadas, 55% dos participantes indicaram preferência pela gamificação com o jogo Tapple, enquanto 25% demonstraram preferência pelo jogo com o Neocubo. Já 20% dos alunos afirmaram que ambos os

jogos chamaram sua atenção de forma equilibrada, sem preferência clara. Esses dados sugerem que, mostra que ambas os métodos lhe chamaram a atenção (Figura 18).

Figura 18 – Dados coletados do formulário

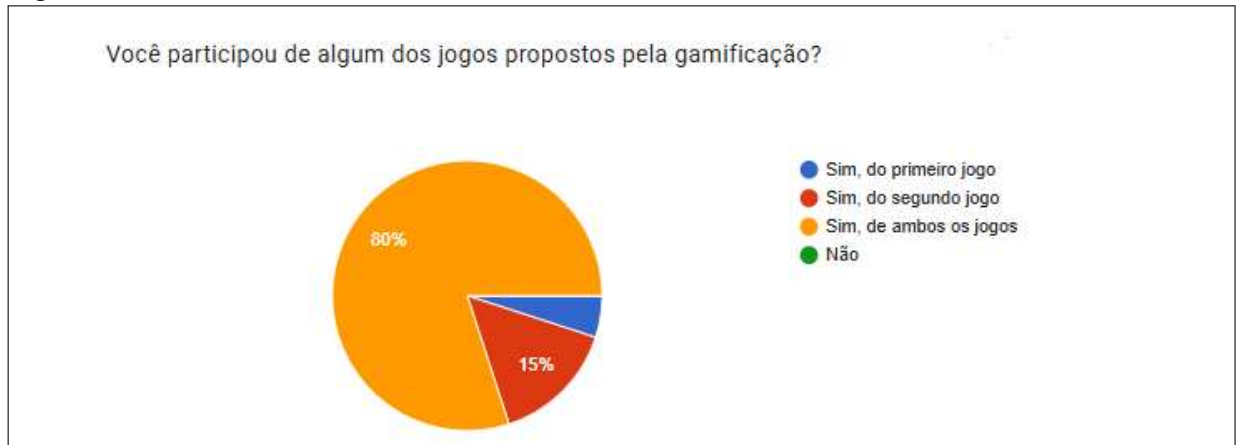


Fonte: elaborado pelo autor (2025).

6.7.1 Assiduidade durante a metodologia

Vale ressaltar que nem todos os alunos que participaram da metodologia participaram de ambos os jogos, um parcela menor participou apenas de um dos jogos (Figura 19).

Figura 19 – Dados coletados do formulário



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

6.8 Relatos individuais, sugestões e comentários

Na pesquisa, reservei um espaço para que relatos individuais, sugestões e comentários fossem feitos em relação a gamificação, os mais diversos relatos foram coletados, entre eles tivemos relatos de que foi importante e que deu confiança antes da prova, temos também que

uma das questões realizadas na metodologia caiu durante a prova, recorrentemente teve relatos de que a gamificação ajudou nos estudos prévios da prova e na absorção do conteúdo estudado, o que pode ter resultado em melhores notas. Com isso, mais uma vez é notável que a aplicação da metodologia de gamificação é viável para o ensino da teoria dos grafos e que a aplicação da mesma consolida e permite melhor ensino (Figura 20).

Além disso, temos comentários nos quais afirmam a consolidação do conhecimento, diversão durante a gamificação, o pedido de uma continuidade dessa metodologia e uma afirmação de boa experiência, o que nos mostra que o ambiente universitário está preparado e aberto há novas metodologias de ensino, ou até a união delas (Figura 21).

Figura 20 – Amostra de relatos dos alunos

A gamificação te auxiliou em algum momento específico da matéria que queira compartilhar conosco?

Sim

Me ajudou mais na segunda parte da disciplina

N/A

Nos estudos para a segunda prova e nos estudos para a primeira prova.

Sim, ao resolver a prova tinha uma questão que foi simplesmente igual ao da gamificação

Na primeira parte da disciplina

Me ajudou a relembrar conceitos importantes

Sim, foi um bom estudo e treino antes da prova, me ajudou a me deixar mais confiante sobre o que sei.

Foi interessante a dinâmica

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

6.9 Comparação com outros métodos de ensino

Os métodos tradicionais de ensino, especialmente nas áreas exatas, são majoritariamente centrados na exposição oral do conteúdo, uso de lousa, resolução de exercícios repetitivos e avaliações escritas. Embora essa abordagem tenha consolidado fundamentos teóricos ao longo

Figura 21 – Dados coletados do formulário

Deixe um comentário ou sugestão sobre a experiência.

Com relação a minha experiência, eu particularmente achei uma forma dinamica e intuitiva de ensinar sobre palavras chaves da disciplina de grafos e sobre como elaborar grafos utilizando o neocubo, ambos foram bem interessantes, só senti um pouco mais de dificuldade com o tapple.

Otima

foi perfeito

Ótima experiência, foi a melhor gamificação que participei, adorei a forma como foi aplicada e conhecimento foi muito bem abordado.

Continue com isso

boa experiência pricipalmente na primeira gamificação.

legal, pois além de auxiliar o aprendizado, diverte um pouco.

Gostei muito da gamificação, me ajudou demais

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

dos anos, estudos demonstram que ela pode gerar desmotivação, dificuldade de retenção e baixo engajamento, especialmente entre estudantes do ensino médio e superior. Segundo (Freire, 1996), o ensino meramente transmissivo tende a reduzir o aluno a um agente passivo, limitando seu envolvimento cognitivo com o conteúdo. Em contraste, a aplicação da gamificação no ensino de grafos promoveu significativamente a motivação dos estudantes (75% dos alunos relataram estar mais motivados), compreensão de conceitos e avaliações altamente positivas, com média geral de nota 9,45 atribuída às atividades.

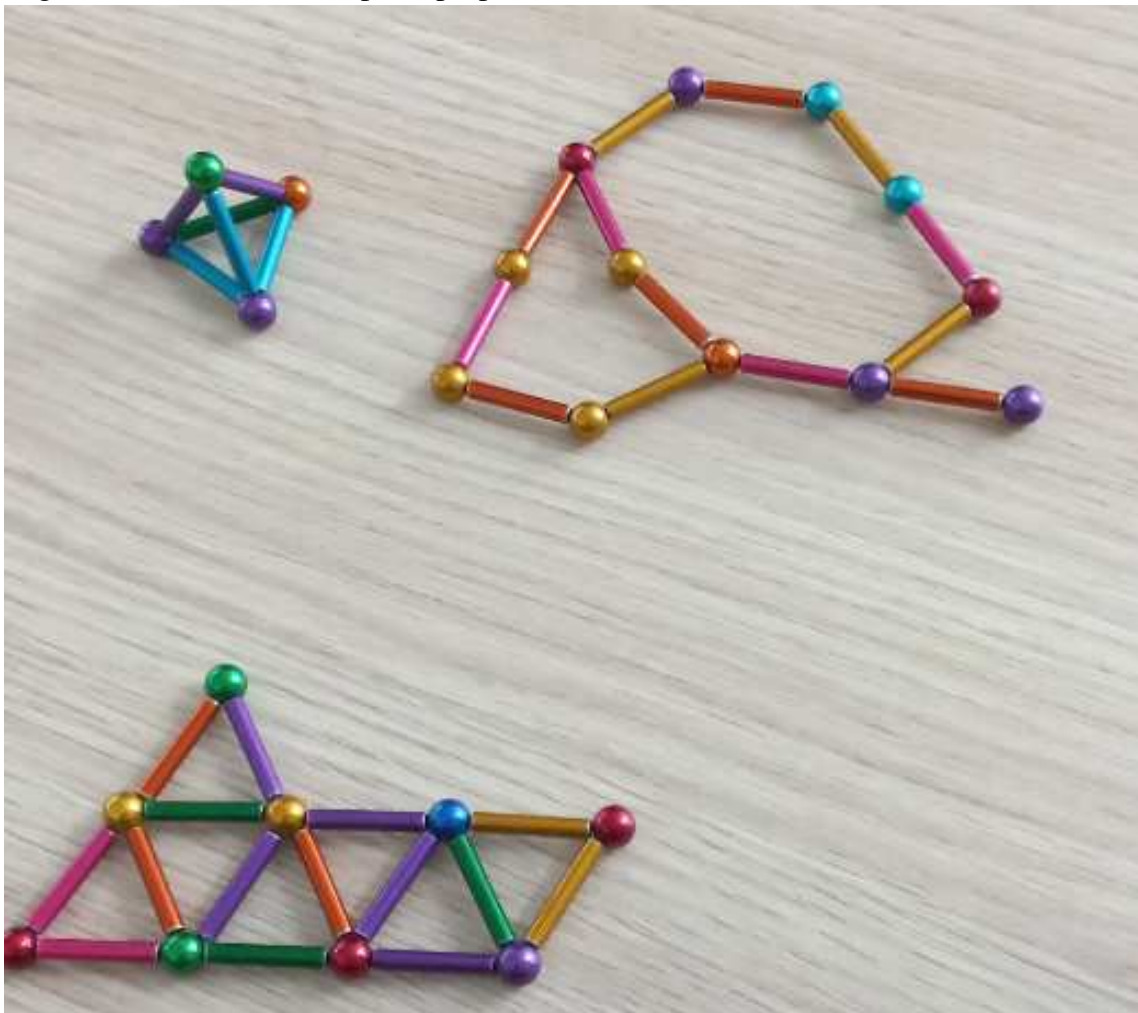
Pesquisas de (Prince, 2004) e (Freeman *et al.*, 2014) indicam que métodos ativos, como o ensino baseado em jogos, superam o tradicional em indicadores como desempenho acadêmico e retenção de conhecimento. Em uma meta-análise envolvendo mais de 225 estudos, constatou-se que o ensino tradicional apresenta taxas de reprovação 55% maiores que abordagens ativas. Nesse cenário, a gamificação surge como uma alternativa eficaz por integrar elementos lúdicos (como competição, objetivos claros e parecer imediato) ao processo de aprendizagem, criando um ambiente mais atrativo e participativo.

Além disso, os dados coletados neste trabalho revelam que a gamificação permitiu a fixação de conceitos importantes da Teoria de Grafos, como grafos Eulerianos, Hamiltonianos,

algoritmos de busca e conexidade, o que reforça seu potencial enquanto metodologia complementar ao ensino tradicional. A combinação entre práticas pedagógicas convencionais e técnicas gamificadas forma uma abordagem híbrida que favorece diferentes estilos de aprendizagem, permitindo tanto a sistematização teórica quanto a experimentação prática e colaborativa.

Portanto, ao comparar com métodos tradicionais, a gamificação se destaca não apenas como inovação didática, mas como estratégia eficaz para aumentar o engajamento, melhorar o desempenho e estimular a aprendizagem significativa em conteúdos tradicionalmente considerados abstratos ou desafiadores, como a Teoria dos Grafos (Figura 22, Figura 23 e Figura 24).

Figura 22 – Grafos criados pelos próprios alunos durante a atividade



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

6.10 Comparação de aprovação da turma do semestre passado com a turma atual

Com o intuito de avaliar os possíveis efeitos da aplicação da metodologia da gamificação no processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Algoritmos em Grafos, realizou-se uma análise comparativa entre os desempenhos obtidos por duas turmas distintas. A turma do semestre 2024.2 não contou com a implementação da metodologia gamificada, enquanto a turma do semestre 2025.1 participou integralmente das atividades lúdico e educacionais propostas.

No semestre 2024.2, a turma foi composta por 55 discentes, dos quais 28 (50,9%) foram aprovados diretamente. Dezesete estudantes (30,9%) realizaram a avaliação final, resultando em apenas quatro aprovações adicionais, totalizando 32 alunos aprovados (58,2%) ao término do período letivo. Em contrapartida, verificaram-se 4 reprovações diretas (7,3%), 6 reprovações por infrequência (10,9%) e 13 reprovações após a avaliação final, compondo um total de 23 discentes reprovados (41,8%)(Tabela 1).

Na turma correspondente ao semestre 2025.1, que contou com a utilização de jogos gamificados como ferramentas complementares de ensino, os dados preliminares apontam um cenário acadêmico mais favorável. Dos 64 alunos matriculados, 47 (73,4%) foram aprovados diretamente. Observou-se ainda 5 reprovações diretas (7,8%), 1 reprovação por infrequência (1,6%) e 11 estudantes (17,2%) que se submeteram à avaliação final. No momento da elaboração deste trabalho, os resultados definitivos da etapa final ainda se encontravam em processo de consolidação no qual, que se firmará no dia 08 de agosto de 2025 (Tabela 1).

A comparação entre os dois semestres revela um aumento de 22,5 pontos percentuais na taxa de aprovação direta, passando de 50,9% em 2024.2 para 73,4% em 2025.1 (Tabela 1). Essa variação positiva sugere que a introdução da gamificação no ambiente educacional pode ter influenciado de forma valorosa no desempenho acadêmico dos discentes. Embora múltiplos fatores possam interferir nos resultados de aprendizagem, os dados obtidos reforçam a hipótese de que o uso de metodologias ativas, fundamentadas em elementos lúdicos e interativos, contribui para o maior engajamento dos alunos, facilita a assimilação de conteúdos e promove melhores índices de aprovação.

Tabela 1 – Comparação entre os resultados das turmas 2024.2 e 2025.1

Categoria	2024.2	2025.1
Total de discentes	55	64
Aprovados direto	28 (50,9%)	47 (73,4%)
Reprovados direto	4 (7,3%)	5 (7,8%)
Reprovados por falta	6 (10,9%)	1 (1,6%)
Fizeram a final	17 (30,9%)	11 (17,2%)
Aprovados após a final	4 (7,3%)	<i>Não consolidado</i>
Reprovados após a final	13 (23,6%)	<i>Não consolidado</i>
Aprovados total	32 (58,2%)	<i>Não consolidado</i>
Reprovados total	23 (41,8%)	<i>Não consolidado</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

7 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo investigar a eficácia da gamificação no processo de ensino-aprendizagem da Teoria dos Grafos, utilizando duas atividades lúdicas distintas: uma baseada no jogo Tapple e outra utilizando o neocubo magnético. Ambas as propostas foram desenvolvidas com o intuito de facilitar a compreensão de conceitos abstratos por meio da aplicação prática e dinâmica dos conteúdos abordados em sala de aula.

A aplicação das atividades revelou impactos positivos no engajamento dos estudantes. Conforme os dados obtidos, 75% dos participantes afirmaram sentir-se mais motivados a aprender grafos com o uso dos jogos, enquanto os 25% restantes indicaram motivação parcial (Figura 15). Nenhum estudante declarou ausência de motivação, o que evidencia o potencial da gamificação como recurso didático para despertar o interesse pela disciplina.

No que diz respeito à avaliação das atividades, todos os estudantes atribuíram notas entre 8 e 10, sendo que 60% deram nota 10, 25% nota 9 e 15% nota 8. A média geral das avaliações foi de 9,45 (Figura 16), demonstrando elevado grau de aprovação e satisfação com a metodologia proposta. Os comentários qualitativos também indicaram que os jogos auxiliaram na assimilação e revisão de conceitos essenciais.

Dentre os conhecimentos adquiridos ou reforçados, destacam-se estruturas como caminho, ciclo, passeio, clique, componentes conexas, grafos bipartidos, Eulerianos, Hamiltonianos, grafos planares e não planares, além de algoritmos como busca em profundidade (DFS), busca em largura (BFS), Prim, Kruskal e Dijkstra. Os relatos apontam que a gamificação contribuiu para consolidar o conteúdo abordado anteriormente, promovendo uma aprendizagem mais ativa e significativa.

A união entre a gamificação e os métodos tradicionais de ensino se mostrou especialmente eficaz. Ao combinar atividades práticas e interativas com o embasamento teórico convencional, foi possível criar um ambiente de aprendizagem mais equilibrado, acessível e atrativo. Essa integração permitiu que os alunos compreendessem os fundamentos formais da disciplina ao mesmo tempo em que desenvolviam habilidades de resolução de problemas de maneira lúdica e envolvente.

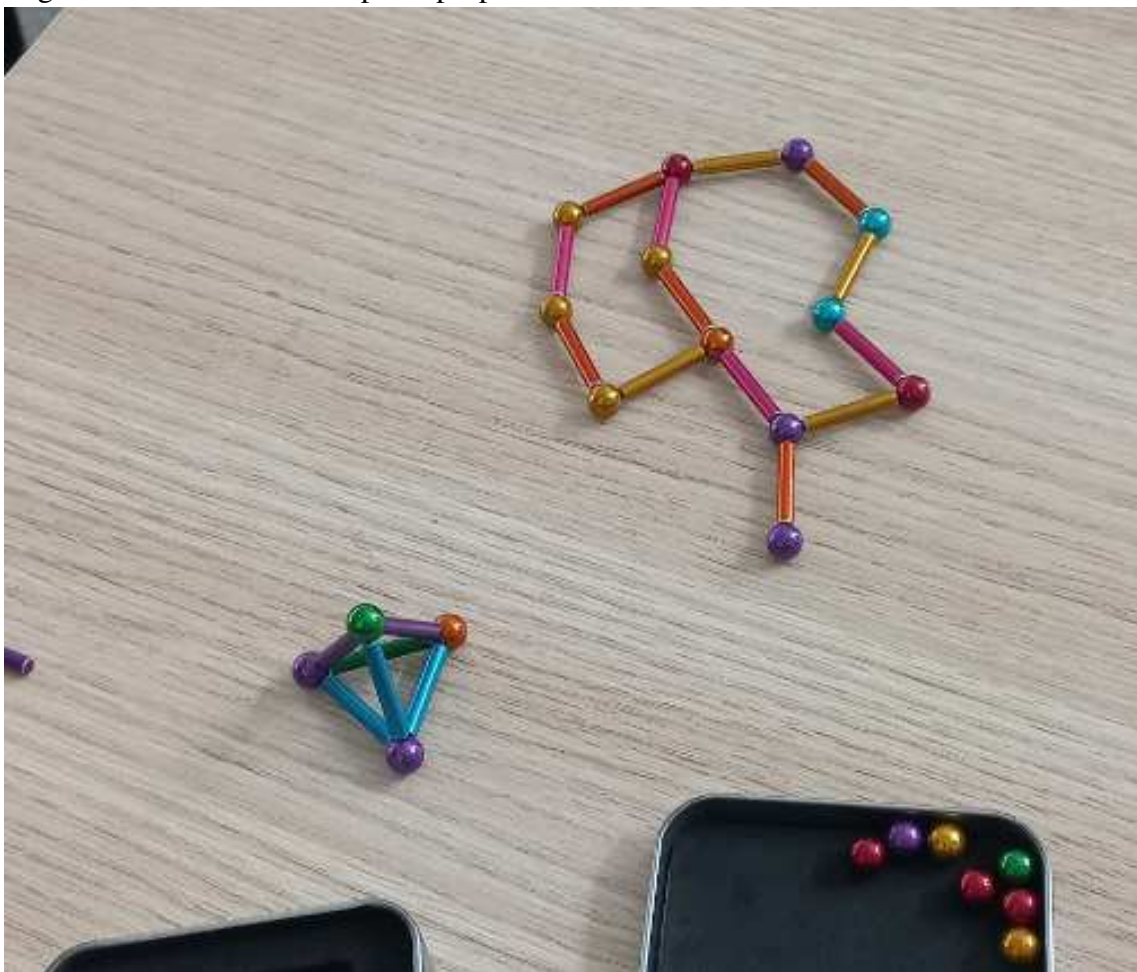
Quanto à preferência entre os jogos, 55% dos alunos manifestaram maior afinidade com a gamificação baseada no Tapple, enquanto 25% preferiram a atividade com neocubo, e 20% relataram interesse equilibrado por ambas (Figura 18). Essa diversidade evidencia a importância de se trabalhar com diferentes estratégias pedagógicas para contemplar variados

perfis de aprendizagem.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a gamificação é uma abordagem eficiente no ensino de tópicos relacionados à teoria dos grafos, especialmente por proporcionar um ambiente de aprendizagem mais interativo, colaborativo e motivador. A utilização de jogos permitiu aos alunos vivenciar os conceitos na prática, desenvolver o raciocínio lógico e aplicar os algoritmos de forma concreta.

Recomenda-se, portanto, a integração de metodologias gamificadas ao currículo de disciplinas que envolvam algoritmos, estruturas de dados e raciocínio lógico, a fim de potencializar o aprendizado e reduzir a evasão causada por dificuldades conceituais. Trabalhos futuros poderão ampliar o escopo dessa investigação para outros conteúdos da Ciência da Computação ou mesmo para outras áreas do conhecimento, promovendo a inovação educacional e contribuindo para a formação crítica e autônoma dos estudantes.

Figura 23 – Grafos criados pelos próprios alunos



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Figura 24 – Grafos criados pelos próprios alunos



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

REFERÊNCIAS

- Bitencourt, S. Inovar em educação é fazer o essencial bem feito. Educação em pauta, 2023.
- Bondy, J. A.; Murty, U. S. R. **Graph Theory with Applications**. [S.l.]: Macmillan, 1976.
- Brasil. **LEI Nº 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018**. 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que dispõe sobre a proteção de dados pessoais no Brasil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 23 fev. 2025.
- Chartrand, G.; Zhang, P. **Introduction to Graph Theory**. [S.l.]: McGraw-Hill, 2005.
- Cormen, T. H.; Leiserson, C. E.; Rivest, R. L.; Stein, C. **Introduction to Algorithms**. 3. ed. [S.l.]: MIT Press, 2009.
- Delavy, T. **A gamificação pode transformar qualquer atividade em um jogo**. 2021. Um artigo que dispõe de informações sobre a gamificação. Disponível em: <https://edupulses.io/o-que-e-gamificacao/>. Acesso em: 11 fev. 2025.
- Diestel, R. **Graph Theory**. [S.l.]: Springer, 2017. v. 2000.
- Fadel, I. M.; Ulbricht, V. R.; Batista, C. R.; Vanzin, T. **Gamificação na educação**. [S.l.]: Pimenta Cultural, 2014. 300p., 2014. v. 1.
- Freeman, S.; Eddy, S. L.; McDonough, M.; Smith, M. K.; Okoroafor, N.; Jordt, H.; Wenderoth, M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 2014.
- Freire, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 23. ed. [S.l.]: Paz e Terra, 1996.
- Freitas, A.; Borges, L. M. As pontes de Königsberg. . C.Q.D. - Revista Eletrônica Paulista de Matemática, dez. 2015. Bauru, v. 5, p, 2015.
- Gamefic. **Gamificação: o que é, como aplicar e quais os seus principais benefícios?** 2022. Um artigo que contém informações sobre a gamificação. Disponível em: <https://www.gamefic.me/blog/o-que-e-gamificacao-o-guia-definitivo/>. Acesso em: 27 fev. 2025.
- Gross, J. L.; Yellen, J. **Graph Theory and Its Applications**. 3. ed. [S.l.]: CRC Press, 2018.
- Harary, J. **Graph theory**. [S.l.]: Addison-Wesley, 1969. ISBN 978-0201410332.
- Iberdrola. **Gamificação: quando o treinamento se torna um jogo**. 2022. Um artigo que contém informações sobre a gamificação. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/talentos/o-que-e-gamificacao>. Acesso em: 27 fev. 2025.
- Jensen, T. R.; Toft, B. **Graph Coloring Problems**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1995.
- Martins, F. S. Mestre dos grafos : uma possibilidade educacional baseada no conceito de gamificação para auxílio à aprendizagem da teoria dos grafos. INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, 2023.

McGonigal, J. **A realidade em jogo**. [S.l.]: Best Seller, 2017. v. 2011.

Menezes, E. **Resumo da teoria dos grafos**. 2023. Resumo teoria dos grafos. Disponível em: www.estrategiaconcursos.com.br. Acesso em: 23 fev. 2025.

Murr, C. E.; Ferrari, G. **ENTENDENDO E APLICANDO A GAMIFICAÇÃO**. [S.l.]: UFSC, 2020. v. 1.

Prince, M. Does active learning work? a review of the research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. 3, p. 223–231, 2004.

Proesc. **Gamificação na educação: saiba o que é e como aplicar nas aulas**. 2021.

Um artigo que contém informações sobre a gamificação. Disponível em: <https://www.proesc.com/blog/como-utilizar-gamificacao-na-educacao-online-para-engajar-alunos/>. Acesso em: 27 fev. 2025.

Rufino, K. d. A. Promovendo a cooperação através da gamificação. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2016.

Sedgewick, R. **Algorithms in C: Graph Algorithms**. [S.l.]: Addison-Wesley, 2002.

Teixeira, R. K. ‘anti-evasão’: uma framework de gamificação para aumentar o engajamento dos alunos nas disciplinas da ufc - campus quixadá. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2019.

Trudeau, R. J. **Introduction to Graph Theory**. [S.l.]: Dover Publications, 1993. v. 1.

West, D. B. **Introduction to Graph Theory**. [S.l.]: Prentice Hall, 2001.

Zichermann, G. **Gamification by Design**. [S.l.]: O’Reilly Media, 2011. v. 1.