

Game of Code: desenvolvimento e avaliação de uma atividade gamificada para disciplinas de programação

Sidney Araujo Melo^{1*}Carlos de Salles Soares Neto²¹Universidade Federal Fluminense, Instituto de Computação, Brasil²Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Informática, Brasil

RESUMO

Nos últimos anos, a gamificação tornou-se uma ferramenta popular de engajamento, sendo empregada amplamente em diversos âmbitos, de aplicativos em *smartphones* a atividades de gerência empresarial. Na esfera educacional, a gamificação adiciona ao ambiente de aprendizado as capacidades intrínsecas dos *games* de reter e motivar o usuário a agir e tomar decisões. Este trabalho relata o processo de desenvolvimento de uma experiência de gamificação em uma disciplina de algoritmos, denominada *Game of Code* (GoC) e suas aplicações. O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento do GoC e resultados obtidos em termo de engajamento e desempenho ao longo da aplicação do mesmo. Foram utilizados o *framework* de Werbach e a taxonomia de Bartle como ferramentas suporte ao desenvolvimento do GoC, além de questionários para avaliação de resultados. Por fim, os dados coletados apontam efeitos positivos no desempenho e engajamento dos alunos e sugestões para melhoria do modelo gamificado.

Palavras-chave: *gamification*, educação, motivação.

1 INTRODUÇÃO

Os *games* (jogos digitais) são uma forma de entretenimento bastante popular entre públicos de todas as idades. Dentro do contexto dos jogos digitais, surge um fenômeno que tem sido amplamente utilizado em diversas áreas tais como turismo, marketing, gestão e educação: a gamificação.

Gamificação é o uso de técnicas e elementos de jogos aliados ao *game thinking* (raciocínio usado em jogos) e ao *game design* em um contexto fora dos jogos (aplicações na vida cotidiana), com o objetivo de tornar uma atividade mais divertida, interessante ou envolvente [3] [7]. Acredita-se que a gamificação é uma poderosa ferramenta para realizar essa tarefa, uma vez que a técnica tem como objetivo principal influenciar o comportamento do usuário através do aumento do engajamento deste em suas atividades.

Cursos de graduação na área de informática enfrentam problemas do primeiro ao último períodos letivos. Um dos grandes problemas enfrentados é a alta taxa de desistência[5] presente principalmente nos primeiros períodos do curso. Entretanto, outro problema enfrentado por professores, e menos explorado que a evasão nos primeiros períodos, é a falta de engajamento e motivação apresentada por alunos em disciplinas mais avançadas.

No ensino de computação, o uso da gamificação é recorrentemente apontado como uma possível solução, tanto para a falta de motivação e engajamento dos alunos quanto para altos índices de evasão ou desistência. Assim, este artigo propõe uma atividade gamificada chamada *Game of Code* (GOC) para uma disciplina avançada de algoritmos com enfoque em resolução de problemas computacionais, apresentando a atividade desde sua concepção à sua aplicação e resultados.

*e-mail: sidneyaraujomelo@gmail.com

O artigo é organizado da seguinte forma. Na Seção 2 são apresentados os conceitos fundamentais do trabalho proposto. A Seção 3 fundamenta a metodologia de criação da atividade gamificada. Em seguida, o produto da metodologia é apresentado na Seção 4. Na Seção 5 são apresentados os resultados do uso da atividade na turma. Na seção 6 são apresentadas sugestões de melhorias para a atividade proposta, obtidos ao fim do período de aplicação do *Game of Code*. Finalmente, são feitas considerações finais e discutem-se os trabalhos futuros desta pesquisa na Seção 7.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos fundamentais para o entendimento do desenvolvimento de gamificação e sua posterior aplicação. A Seção 2.1 apresenta os conceitos fundamentais de gamificação. A Seção 2.2 apresenta o *framework* utilizado para desenvolvimento do *Game of Code*. Finalmente, a Seção 2.3 apresenta o conceito da taxonomia de Bartle e relaciona suas classes com elementos de gamificação.

2.1 Gamificação

O termo “gamificação” (do original inglês: *gamification*) significa a aplicação de elementos utilizados no desenvolvimento de jogos eletrônicos, tais como estética, mecânica e dinâmica, em outros contextos não relacionados a jogos [6]. Seu principal objetivo é modificar a relação homem-máquina, de modo a torná-la mais motivadora e envolvente [10].

Segundo Zichermann e Cunningham, a gamificação possui sete elementos primários. São eles: conquistas (*achievements*), pontuação, níveis, tabelas de *ranking*, selos (*badges*), desafios/missões, engajamento inicial e demais ciclos de engajamento [16]. Sena e Coelho adicionam ainda dois elementos: barras de progressão e *gifting* [9].

Kapp, por sua vez, vai além e define gamificação como a aplicação cuidadosa e considerada de raciocínio de jogos para resolução de problemas e encorajamento do aprendizado, utilizando todos os elementos de jogos que são apropriados [6]. Essa definição é importante pois estabelece a gamificação como um metaconceito, do qual os jogos educativos, também conhecidos como jogos sérios, encaixam-se como subconjunto da gamificação.

Por outro lado, Deterding et al. define a gamificação como o uso de elementos de *design* característico de jogos em contexto de não-jogo[3]. A partir dessa definição, distingue-se a gamificação de jogos sérios, brinquedos e *gameful design* através das dimensões jogar/brincar e todo/partes. A Figura 1 representa essa distinção, na qual a gamificação difere do jogo sério por conter apenas elementos de jogos enquanto difere do *playful design* por sua interação e experiência baseada em regras de jogo.

Não é possível determinar se um sistema empírico é “uma aplicação gamificada” ou um “jogo”, sem tomar como recurso as intenções do designer ou as experiências do usuário[3]. Ainda, comparados com jogos e *software* utilitários, uma qualidade distinta de aplicações gamificadas são sua relativa abertura a variantes modos situacionais de engajamento.

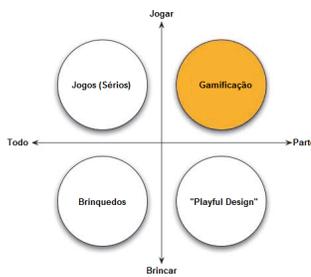


Figura 1: Gamificação entre jogar, brincar, todo e partes. Adaptado de Deterding [3]



Figura 2: Taxonomia de Bartle

2.2 Framework de Werbach

O primeiro passo para a gamificação é a etapa de elaboração do design ou projeto do jogo que, no caso do ensino universitário, pode ser desenvolvido em conjunto com a etapa de planejamento de ensino da disciplina [2]. Utilizando conhecimentos de negócios e do ramo da psicologia comportamental, Werbach e Hunter[15] desenvolveram um *framework* para guiar a criação de projetos gamificados, que possui seis passos:

- Definir objetivos corporativos: descrever de forma precisa os objetivos da gamificação e a relação com os objetivos do negócio/processo que será gamificado [2].
- Delinear comportamentos desejados: definir comportamentos desejados e relacioná-los com os objetivos definidos previamente.
- Descrever seus jogadores: traçar um perfil dos jogadores.
- Destacar os ciclos de atividade: a gamificação é baseada em ciclos de dois níveis diferentes, micro e macro, que precisam ser planejados e definidos neste passo. No nível micro, são estabelecidas as atividades e feedbacks da gamificação e no macro, o processo da jornada e de evolução dos jogadores [2].
- Não esquecer a diversão: seleção, validação e refinamento dos elementos de gamificação aplicados no âmbito da diversão.
- Implementar as ferramentas apropriadas: definir encontrar ferramentas e/ou plataformas que serão utilizadas para a execução da gamificação.

O *framework* de Werbach foi aplicado na concepção da atividade *Game of Code*.

2.3 Taxonomia de Bartle

Em 1996, Bartle propôs uma categorização de jogadores de acordo com a fonte de interesse dos mesmos em um jogo [1]. A Figura 2 mostra a taxonomia de Bartle e a configuração de suas quatro categorias. Cada categoria é definida como a combinação dos elementos nos eixos horizontal (jogadores ou mundo) e vertical (ação ou interação). São elas:

- Predadores: Identificados pelo interesse em agir sobre os demais jogadores. Estão interessados em competir com os outros e vencer. Gostam de uma combinação de prazeres envolvendo competição e destruição [8].
- Realizadores: Identificados pelo interesse em agir sobre o mundo do jogo. Têm como objetivo principal alcançar os objetivos do jogo. Seu principal prazer é o desafio[8].

- Socializadores: Identificados pelo interesse em interagir com os demais jogadores. Seus objetivos principais são cooperação e comunidade.
- Exploradores: Identificados pelo interesse em interagir com o mundo do jogo. Têm como objetivo principal conhecer a amplitude do jogo. Seu principal prazer é a descoberta[8].

O trabalho de Sena e Coelho[9] relaciona cada elemento da gamificação (técnicas de engajamento) apresentado previamente às categorias da taxonomia de Bartle (perfil do jogador) e às características reforçadoras inerentes a cada elemento. Essa relação encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1: Relação entre técnicas de engajamento e subjetividade [9].

Técnicas de engajamento	Características reforçadas	Perfil do jogador
Conquistas e Selos	Autonomia, autoconfiança, desafio, feedback, metas, escapismo, compulsão.	Realizadores, Socializadores, Exploradores
Desafios e Missões	Motivação intrínseca, autoconfiança, desafio, feedback, metas, escapismo, compulsão.	Realizadores, Exploradores
Tabelas de Ranking	Autonomia, autoconfiança, desafio, metas, interação social.	Predadores, Socializadores
Barra de Progresso	Motivação intrínseca, autoconfiança, desafios, feedback, metas, compulsão.	Todos
Gifting	Interação social.	Socializadores

3 METODOLOGIA

Nessa seção é apresentada a metodologia de desenvolvimento do *Game of Code* e seu ciclo de vida. A concepção e design do *Game of Code* inicia-se através do *framework* de Werbach. Conforme apresentado no Capítulo 2, o *framework de Werbach* apresenta seis etapas para a elaboração de projetos gamificados: definição de objetivos corporativos, delineamento de comportamento, descrição de jogadores, definição dos ciclos de atividades, elementos de diversão e implementação de ferramentas. Ao término da etapa de elaboração da gamificação, obtém-se um protótipo do *Game of Code*. Esse protótipo é então transcrito para um *Game Design Document*(GDD), uma vez que este dispõe as regras de forma mais acessível para alunos e professores.

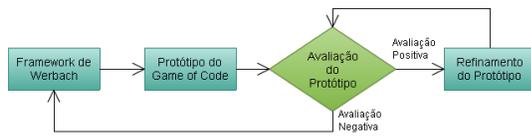


Figura 3: Metodologia de desenvolvimento do *Game of Code*

O protótipo de gamificação é então aplicado e submetido a avaliações por parte dos alunos. O objetivo da avaliação é determinar se o protótipo atinge seu objetivo principal: manter alunos engajados nas atividades de resolução de problemas. Não atingir este objetivo implica em uma falha fundamental na concepção do protótipo e, por consequência, em um retorno ao *framework* de Werbach. Já em caso de avaliações positivas, aproveita-se o *feedback* dos alunos para melhoria do protótipo. Estas melhorias refletem-se na modificação das regras contidas no GDD. A estrutura do desenvolvimento pode ser observada na Figura 3.

4 DESENVOLVIMENTO

O processo de elaboração do protótipo do *Game of Code* inicia-se com os seis passos descritos no *framework* de Werbach. O protótipo desenvolvido foi aplicado na turma de Algoritmos II do período 2016.1 do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão.

4.1 Definição dos objetivos corporativos

Os objetivos principais do *Game of Code* são o aumento no engajamento, motivação e desempenhos dos alunos na disciplina. A ferramenta pode ainda ser aplicada de forma central ou acessória à disciplina, cabendo ao professor definir a melhor forma de usufruto.

4.2 Delineamento de comportamentos desejados

Para atingir os objetivos propostos, os seguintes comportamentos desejados são incentivados: proatividade na busca do conhecimento, confiança em suas habilidades e na de seus pares, comprometimento com a resolução das tarefas, trabalho em equipe, pensamento estratégico e resiliência diante de tarefas complexas.

4.3 Descrição de jogadores

Para o desenvolvimento do protótipo, foi feita uma pesquisa com a turma de Algoritmos II do período 2016.1 do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão. O público era composto por 25 alunos devidamente matriculados, todos do sexo masculino e com idade média de 23 anos (máximo 30 e mínimo 20). A pesquisa foi feita utilizando questionários e tem como objetivo uma visão panorâmica do perfil da turma.

Os critérios utilizados para obter este perfil foram sua classificação conforme a taxonomia de Bartle e a quantidade de horas de programação média por semana. O primeiro critério é essencial pois possibilita tomada de decisões importantes na elaboração do protótipo com base no que motiva cada classe de jogador. O segundo critério é importante para definir a carga de questões a serem distribuídas na primeira versão da atividade.

As Figuras ?? e ?? mostram o resultado da pesquisa. Os participantes se concentraram nas classes Realizador e Predador. As duas classes estão relacionadas à ação sobre o mundo do jogo e sobre os demais jogadores, respectivamente. Isso implica que a maior parte dos alunos é motivada pela vitória sobre desafios impostos pelo jogo ou pelos demais jogadores. Por outro lado, constata-se que grande parte dos alunos dedicam pouco tempo à atividade de programação, entre 2 a 10 horas semanais.



(a) Classificação da turma conforme a taxonomia de Bartle (b) Quantidade de horas de programação por semana

Figura 4: Resultados da descrição de jogadores

4.4 Definição dos ciclos de atividades

Para aplicação do *Game of Code*, divide-se a disciplina em conjuntos de semanas, os quais chamaremos de temporada. Traçando um paralelo, cada temporada equivale a um terço da disciplina. Por sua vez, cada temporada é composta por dois episódios de igual duração. Cada episódio apresenta um conjunto novo de conteúdos conforme estabelecido pela ementa da disciplina e implica em um novo conjunto de atividades para os participantes. Cada tarefa é uma atividade nos moldes de maratonas de programação e deve ser submetida e aceita por um *Online Judge* (como o UVA [14] ou SPOJ [11]), ambiente virtual capaz de receber códigos para solucionar um determinado problema, testá-lo e determinar se o problema é completamente solucionado a partir daquele código. Desta forma, o aluno possui, em caso de sucesso, *feedback* imediato sobre seu desempenho. No início do episódio, tarefas são distribuídas coletiva e individualmente. Ao fim do episódio, tarefas concluídas geram recursos para os jogadores.

Conforme essa configuração, a disciplina de Algoritmos II foi dividida em três temporadas de quatro semanas, cada temporada composta por dois episódios de duas semanas no protótipo. Cada episódio abre um novo conjunto de tarefas, das quais são distribuídas duas tarefas coletivas para cada grupo e uma tarefa individual para cada jogador.

4.5 Elementos de diversão

O nome *Game of Code* remete à popular série de TV *Game of Thrones* e parte do vocabulário da atividade deriva de uma ambientação medieval. Os grupos são organizados em trios denominados guildas, onde cada integrante ocupa o papel de Cavaleiro, Lorde ou Conselheiro. Cada trio é formado por um membro de cada papel. Cada papel possui uma mecânica específica, descrita através de uma característica e uma habilidade, e o objetivo das guildas é acumular a maior quantidade de pontos de influência. Pontos de influência são obtidos a partir do cumprimento de atividades coletivas e individuais e definem o desempenho da guilda e seus componentes durante a temporada. Outro recurso utilizado no *Game of Code* é o ouro, usado para influenciar a distribuição das tarefas coletivas e individuais, além da obtenção de itens.

A Tabela 2 mostra as características e habilidades de cada papel. Características são como propriedades passivas que geram recompensa para cada tarefa individual resolvida. Habilidades são propriedades que precisam ser ativadas pelo jogador para que esta causem seu efeito. Cada guilda tem o direito de utilizar uma habilidade de um dos integrantes a cada temporada em apenas um episódio, ou seja, uma vez que uma habilidade é usada em um episódio, todas as demais ficam inutilizáveis até o fim da temporada corrente.

Cada episódio inicia-se com a apresentação de um novo conjunto de tarefas. Os participantes possuem um tempo para ler e analisar as tarefas disponíveis. Em seguida, realiza-se a distribuição das tarefas em um leilão. Esse leilão fundamenta-se na capacidade de

Tabela 2: Papéis do *Game of Code*.

Papel	Característica	Habilidade
Lorde	Ganha 5 moedas de ouro a cada tarefa individual resolvida.	Julgamento por Combate: Ganha um ponto de influência extra para sua guilda para a tarefa individual do episódio corrente.
Cavaleiro	Ganha um ponto de influência extra para sua guilda a cada tarefa individual resolvida.	Tempo: Aumenta o prazo da entrega das tarefas em uma semana para sua guilda.
Conselheiro	Adiciona um personagem secundário que irá ajudar a guilda até o fim do semestre a cada tarefa individual resolvida.	Dica: o professor da disciplina junta-se à guilda por 20 minutos.

análise dos problemas propostos e a quantidade de moedas de ouro que cada guilda possui. O ouro ainda é utilizado para obter itens ou personagem secundários. Itens são utilizados para obter facilidades durante um determinado episódio, já os personagens secundários são elementos passivos que geram valor em espaços de tempo pre-determinado. Por exemplo, uma guilda que possui o personagem "Mercador" gera 5 de ouro extra a cada episódio. Alguns personagens secundários só podem ser atingidos através do Conselheiro.

No protótipo aplicado na disciplina de Algoritmos II, cada guilda iniciou com 50 moedas de ouro, entretanto, seu uso foi limitado somente aos leilões. Itens e personagens secundários obtidos através de ouro não foram implementados nesse protótipo.

4.6 Ferramentas

Para o *Game of Code*, os espaços utilizados são o espaço físico das aulas presenciais (sala de aula e laboratório de informática) e o *UVa Online Judge*[14], através do qual os alunos devem submeter os códigos de suas questões e obter um aceite para realizar a tarefa. Cada questão resolvida gera um ponto de influência, os quais podem determinar pontos adicionais ou notas finais para a disciplina. O controle é feito pelo professor e cada guilda é informada de sua situação ao início de cada episódio. Além disso, apresenta-se a cada episódio o ranking de cada papel, contendo os três mais eficientes Lordes, Cavaleiros e Conselheiros da turma de acordo com a quantidade de atividades resolvidas, tendo como critério de desempate a data do aceite da tarefa.

Para o controle das atividades desenvolvidas no protótipo, foram utilizadas planilhas contendo as informações relevantes de todas as tarefas, guildas e alunos.

4.7 Aplicação do protótipo

O protótipo foi aplicado na turma de Algoritmos II do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). O *Game of Code* foi uma atividade que durou cerca de 3 meses. Cada temporada possui um mês de duração, cada qual dividido em dois episódios de duas semanas de duração. Os conteúdos programáticos de cada episódios encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3: Tabela de ementa por episódio.

Episódio	Ementa
1	Aquecimento: problemas <i>ad-hoc</i>
2	Divisão e Conquista, Recursão e Permutação
3	<i>Backtracking</i> (força bruta)
4	Programação Dinâmica
5	Representação de Grafos, Algoritmos Gulosos
6	Problemas com Grafos

4.8 Avaliação do protótipo

Para avaliação do protótipo, foram aplicados questionários em diferentes momentos: no início do semestre (Q1), no meio do semestre (Q2, durante a segunda temporada) e ao fim do semestre (Q3,

após o término da disciplina). Foi utilizada uma adaptação do questionário *Students' Motivation towards Science Learning* (SMTSL) proposto por Tuan et al para medir e acompanhar o desenvolvimento da turma em termos de engajamento e motivação [12]. Além disso, nos dois últimos questionários (Q2 e Q3) foram adicionadas perguntas sobre o uso da gamificação na disciplina.

O questionário SMTSL tem como objetivo medir seis fatores:

1. Autoeficiência: Crença do aluno em sua capacidade de aprendizagem.
2. Estratégias ativas de aprendizado: Busca do aluno por estratégias de organização do conhecimento aprendido.
3. Valor do aprendizado da matéria: Importância da capacidade de resolver problemas, questionar, estimular o raciocínio e relacionar os estudos com problemas do dia-a-dia.
4. Objetivo de desempenho: Competição entre alunos pela atenção de seus pares.
5. Objetivo de conquista: Sensação de satisfação paralela ao aprendizado.
6. Estímulo do ambiente de aprendizado: influência da interação entre alunos e instrutores e métodos de ensino na motivação dos alunos.

Para avaliar a aplicação da gamificação, destaca-se o item 6 - Estímulo do ambiente de aprendizado, por tratar diretamente do impacto de métodos diversificados de ensino na motivação do aluno. Não obstante, os demais fatores também foram avaliados. Cada fator possui afirmativas relacionadas à percepção do aluno, o qual deve responder em uma escala de 1 a 5, onde 1 representa discordância total e 5 concordância total da afirmação[4], também conhecida como Escala de Likert.

As perguntas adicionais presentes nos dois últimos questionários, questionam diretamente o aluno sobre o *Game of Code* e também utilizam a escala de Likert. No questionário final há ainda questões dissertativas para comentários, críticas e sugestões ao protótipo.

5 RESULTADOS

Nessa seção são apresentados os resultados da avaliação do GOC e suas consequências para o próximo ciclo de desenvolvimento do mesmo. As subseções seguintes apresentam inicialmente os resultados para cada fator do questionário SMTSL e avaliação da gamificação.

5.1 Autoeficiência

A avaliação do fator autoeficiência mostrou que a turma manteve-se estável durante a disciplina, com uma pequena recessão principalmente no segundo questionário (Q2), aplicado no meio do semestre. A Figura 5 mostra uma relação entre as afirmativas "Tenho certeza que posso ir bem em algoritmos 2", das quais se espera valores altos e crescentes (em azul), e "Eu não me sinto capaz de entender

conceitos importantes de algoritmos”, das quais se espera valores pequenos e decrescentes (em vermelho). Foi observado que ambas as perguntas obtiveram acréscimo ao longo da disciplina. Isso aponta que os alunos possuem confiança de seu desempenho na disciplina ao passo que perderam confiança quanto ao entendimento dos conceitos ensinados.

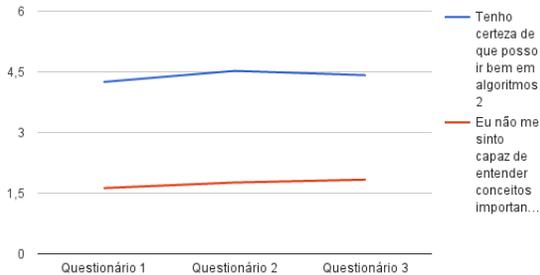


Figura 5: Comparação entre duas perguntas sobre autoeficiência.

Interpreta-se que o motivo por trás dessas estatísticas seja resultado do uso das regras do *Game of Code* que dão peso considerável às atividades coletivas. Dessa forma, o aluno que não desenvolve completamente seus conhecimentos pode ainda possuir um bom desempenho em função do desempenho do grupo. O fato de que itens e outras mecânicas facilitantes, ligadas ao cerne das regras de jogo, não foram implementadas no protótipo avaliado, corroboram essa interpretação.

5.2 Estratégias ativas de aprendizado

A avaliação do fator estratégias ativas de aprendizado mostrou progresso na percepção da turma quanto às estratégias exploradas nas perguntas. Em geral, as perguntas relacionam-se com a tentativa de conectar e identificar conflitos entre conhecimentos novos e conhecimentos prévios e pela busca de elementos complementares à passagem do conhecimento do professor para o aluno. Os resultados obtidos mostram que a porcentagem de discordâncias relacionadas ao uso dessas estratégias diminuiu em todas as perguntas ao longo do tempo. Este é um comportamento esperado por esta pesquisa.

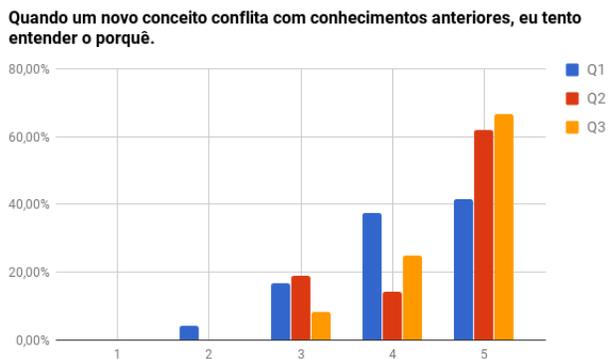


Figura 6: Gráfico de respostas à afirmação “Quando um novo conceito conflita com um conhecimentos anteriores, eu tento entender o porquê”.

A Figura 6 mostra a evolução das respostas à afirmativa “Quando um novo conceito conflita com conhecimentos anteriores, eu tento

entender o porquê” e ilustra a redução gradativa das discordâncias à essa estratégia.

5.3 Valor do aprendizado da matéria

A avaliação do fator valor do aprendizado da matéria constatou que todos os alunos da disciplina estavam cientes da importância dos conhecimentos aprendidos na disciplina. Todas as afirmativas em todos os questionários aplicados obtiveram média acima de 4.

5.4 Objetivo de desempenho

A avaliação do fator objetivo de desempenho mostrou grande discordância quanto à objetivos relacionados à obtenção da atenção do professor e demais alunos. Foram obtidos também valores em torno de 3 (não concorda nem discorda das afirmativas) quanto à obtenção de boas notas e destaque quanto a suas habilidades em todos os questionários aplicados. Interpreta-se que esses valores médios estejam ligados a dois fatores:

- a escolha da disciplina por parte de alguns alunos não partiu do interesse pelo conteúdo oferecido;
- a proporção entre alunos que se encaixam nas categorias de jogador Predador (motivado pela imposição de suas habilidades sobre os demais) e as demais categorias.

A Figura 7 mostra a distribuição das respostas a afirmativa “Eu participo de Algoritmos 2 para programar melhor que os demais”. As proporções de concordâncias (4 e 5) aproximam-se à proporção de jogadores do tipo Predador, conforme mostrado na Figura ??.

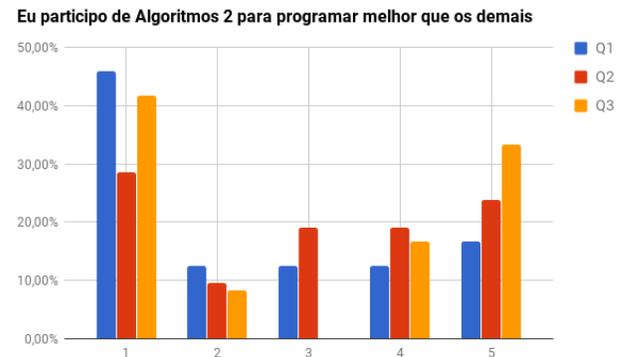


Figura 7: Gráfico de respostas à afirmação “Eu participo de Algoritmos 2 para programar melhor que os demais.”

5.5 Objetivo de conquista

A avaliação do fator objetivo de conquista mostrou que as principais fontes de satisfação são resolução de problemas considerados difíceis (média de 4.9 no questionário Q3), confiança no próprio aprendizado (média de 4.7 no questionário Q3) e boas notas (média de 4.3 no questionário Q3). O reconhecimento de professores e demais alunos teve em média valor 3 em todos os questionários. A Figura 8 mostra a distribuição das respostas a afirmativa “Eu me sinto mais satisfeito quando consigo resolver um problema difícil”. Atividades desafiadoras foram recorrentes durante a disciplina no formato gamificado, o que explica o aumento progressivo de concordâncias da afirmação.



Figura 8: Gráfico de respostas à afirmação “Eu me sinto mais satisfeito quando consigo resolver um problema difícil”.

5.6 Estímulo do ambiente de aprendizado

A avaliação do fator estímulo do ambiente de aprendizado apontou que o fato do conteúdo da disciplina ser desafiador e excitante possuía influência na motivação da turma, uma vez que a média de respostas a essas duas características foi acima de 4 em todos os questionários aplicados.

Quanto ao método de aprendizado, é importante dar atenção especial às afirmativas “Eu me sinto motivado a estudar algoritmos pois o professor usará métodos variados de ensino”, cujo gráfico de respostas é apresentado na Figura 9, e “Eu me sinto motivado a participar das aulas pois os outros alunos estarão envolvidos em discussões”, cujo gráfico de respostas é apresentado na Figura 10.

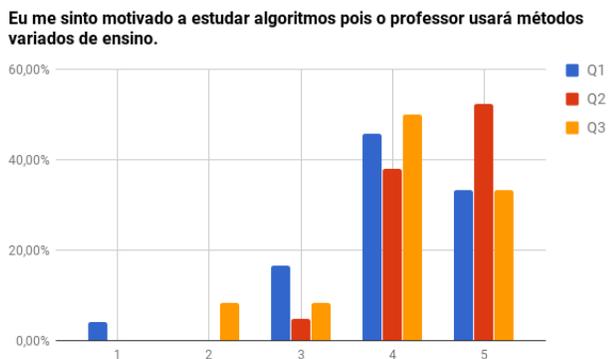


Figura 9: Gráfico de respostas à afirmação “Eu me sinto motivado a estudar algoritmos pois o professor usará métodos variados de ensino”.

A afirmativa relacionada a métodos variados apresenta um acréscimo entre os questionários Q1 e Q2 e torna a decrescer no questionário Q3, mantendo-se o tempo todo com média acima de 4 pontos. Acredita-se que a gamificação é responsável pelo valor alto nesta afirmativa, embora o decréscimo entre os questionários Q2 e Q3 decorra do fato de que apenas este método tenha sido utilizado durante a disciplina inteira. Já a afirmativa relacionada à discussão entre alunos apresenta valores bem distribuídos nos dois primeiros questionários e passa a se concentrar nos valores acima de 3 no questionário Q3. O impacto positivo do trabalho em equipe na motivação do aluno é um dos comportamentos esperados pela gamificação.

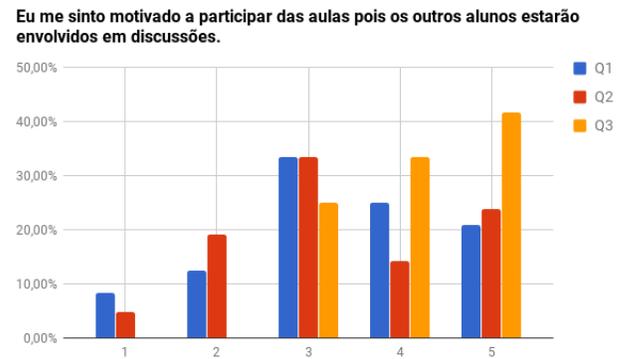


Figura 10: Gráfico de respostas à afirmação “Eu me sinto motivado a participar das aulas pois os outros alunos estarão envolvidos em discussões”.

5.7 Avaliação direta da gamificação

Para avaliar o uso da gamificação com os alunos foram utilizadas as seguintes afirmações na escala Likert:

- A disciplina gamificada é mais divertida que uma disciplina não-gamificada.
- A disciplina gamificada é mais interessante que uma disciplina não-gamificada.
- A disciplina gamificada é mais motivante que uma disciplina não-gamificada.
- A gamificação da disciplina não prejudica meu aprendizado.
- A gamificação poderia ser usada em outras disciplinas.

É importante frisar que as afirmativas acima foram adicionadas nos questionários aplicados no meio (Q2) e fim do semestre (Q3), uma vez que apenas nestes momentos os alunos já teriam tido contato com o protótipo.



Figura 11: Gráfico de respostas à afirmação “A disciplina gamificada é mais divertida que uma disciplina não-gamificada.”

As Figuras 11 e 12 mostram a distribuição das respostas às afirmações “A disciplina gamificada é mais divertida que uma disciplina não-gamificada” e “A disciplina gamificada é mais interessante que uma disciplina não-gamificada”. O gráfico aponta concordância com ambas as afirmações, mostrando que a aplicação de



Figura 12: Gráfico de respostas à afirmação “A disciplina gamificada é mais interessante que uma disciplina não-gamificada.”

elementos de jogos através da gamificação em disciplinas possui o potencial de tornar a mesma mais divertida e interessante para uma parte considerável dos alunos.

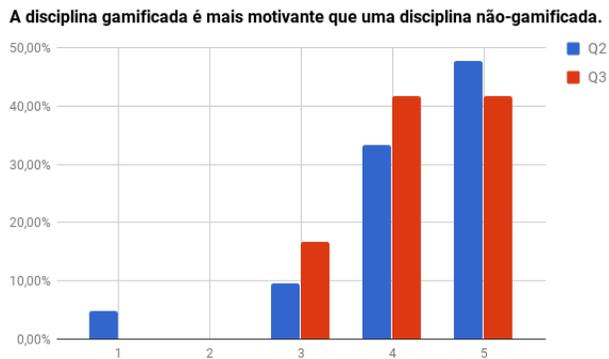


Figura 13: Gráfico de respostas à afirmação “A disciplina gamificada é mais motivante que uma disciplina não-gamificada.”

A Figura 13 mostra a distribuição das respostas às afirmações “A disciplina gamificada é mais motivante que uma disciplina não-gamificada” e toca o cerne da pesquisa desenvolvida. Embora as respostas de valor 4 e 5 tenham se mantido majoritárias nos dois questionários, é possível perceber um deslocamento na direção dos valores 3 e 4. Ainda assim, no questionário Q3, não houve discordância em nenhum grau acerca da motivação e a concordância parcial e total manteve-se acima de 80%, o que configura impacto positivo na motivação da turma.

As Figuras 14 e 15 mostra a distribuição das respostas às afirmações “A gamificação da disciplina não prejudica meu aprendizado” e “A gamificação poderia ser usada em outras disciplinas”.

Embora a afirmativa sobre o grau de não-prejuízo sentido pelos alunos durante a gamificação tenha atingido valores altos nos dois questionários, uma pequena parte dos alunos se sentiu prejudicada pelo uso da gamificação em termos de aprendizado. Nas questões dissertativas e espaços para comentários, alguns alunos apontaram a falta de materiais de apoio e leitura durante a disciplina, o que é compreensível uma vez que o protótipo aplicado do *Game of Code* aumentou a carga prática da disciplina em virtude das constantes atividades de resolução de problemas.

Em contrapartida, a afirmativa acerca do uso da gamificação em outras disciplinas teve suas respostas concentradas fortemente no va-



Figura 14: Gráfico de respostas à afirmação “A gamificação da disciplina não prejudica meu aprendizado.”



Figura 15: Gráfico de respostas à afirmação “A gamificação poderia ser usada em outras disciplinas.”

lor 5, o que mostra grande aceitação de métodos gamificados por parte da turma.

Alguns relatos pertinentes foram feitos por alunos sobre a atividade nas perguntas discursivas dos últimos questionários: “A gamificação é um estímulo a mais, o que torna a cadeira mais interessante. O sistema de desafios semanais mantém a gente focado na cadeira.” Para muitos, “o fato de lidar com um sistema de avaliação mais constante que o normal e o estímulo ao trabalho em equipe” é uma das maiores vantagens da disciplina gamificada. Alguns alunos reclamaram sobre a falta de competição entre as equipes. Esses alunos em sua maioria encaixam-se na categoria Predadores. Cerca de 60% dos alunos não responderam a pergunta sobre o que mais lhe desagradava na atividade.

5.8 Comparação de desempenho

Em termos de desempenho, foram comparadas as notas das primeiras avaliações entre as últimas três turmas (2013, 2014 e 2015) da mesma disciplina na qual o GoC foi aplicado. É importante ressaltar que a mesma disciplina fora previamente gamificada em 2015, em formato semelhante ao *Game of Code*, divergindo na quantidade de membros por guilda e nos papéis apresentados. Essa comparação pode ser observada na Tabela 4, ordenadas cronologicamente. As notas de alunos desistentes não foi usada para computar as médias e desvios padrões apresentados a seguir.

Observando a tabela, é possível concluir que o desempenho da turma nos anos de 2015 e 2016, nos quais alguma gamificação foi aplicada na disciplina de Algoritmos II, foi maior que nos anos de

Tabela 4: Comparação das notas das primeiras, segundas e terceiras avaliações nas últimos quatro períodos.

Turma	Avaliação 1		Avaliação 2		Avaliação 3	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
2013	5.83	3.11	5.04	3.16	6.87	3.81
2014	6.36	4.03	4.73	3.44	6.26	3.17
2015	7.95	1.11	8	2.82	8.1	2.87
2016	8.72	1.59	6.64	3.35	6.85	1.87

2013 e 2014. Tanto na primeira quanto na segunda avaliação, a média de notas de 2016 mantém-se acima da média das turmas de 2013 e 2014. Na terceira avaliação, a média da turma de 2016 foi muito próximo ao desempenho das turmas sem gamificação, embora o desvio padrão entre as notas tenha sido menor. A partir disso, acredita-se que a gamificação possuiu impacto positivo no desempenho dos alunos, principalmente nos dois primeiros terços da disciplina. Quanto ao desempenho encontrado na última avaliação ao comparar a turma de 2016 com as anteriores, a duração reduzida do calendário acadêmico para 2016.2 é apontada como principal fator, uma vez que nesse ponto as tarefas se tornam mais complexas, demandando assim mais tempo para sua resolução do que anteriormente.

6 REFINAMENTO DO *Game of Code*

A etapa de refinamento do *Game of Code* foi realizada a partir das respostas coletadas nas questões dissertativas sobre a experiência dos alunos durante o protótipo do *Game of Code*. No geral, seis tópicos foram mencionados frequentemente em termos de sugestões e reclamações às atividades praticadas. São elas: pouca interação entre equipes, o tempo de duração dos leilões, subutilização do papel Conselheiro, poucas recompensas para aspectos de qualidade do código, utilização limitada de ouro e problemas de logística. Esses seis tópicos são discutidos e soluções são sugeridas nas seções a seguir.

6.1 Interação entre equipes

Segundo a taxonomia de Bartle, os tipos de jogadores que buscam interação com outros jogadores são Predadores e Socializadores. Conforme apresentado na Figura ??, 33,3% dos participantes encontram-se no tipo Predador, enquanto apenas 8,3% são Socializadores. Uma vez que há predominância de Predadores, uma possível solução para o problema da falta de interação entre equipes é a adição de alguma mecânica de combate entre equipes.

A solução concebida foi A Batalha de Guildas. A Batalha de Guildas é um evento de jogo iniciado quando duas equipes, uma desafiante e outra desafiada, aceitam participar de um combate. Uma vez iniciado o evento, ambas as equipes recebem uma mesma questão inédita relacionada a qualquer tópico já apresentado na disciplina, com prazo de validade igual ao final do episódio vigente e uma recompensa em ouro determinada pelo professor. A primeira equipe a resolver a questão recebe a recompensa total em ouro. Uma vez que uma equipe resolve a questão através do *UVa Online Judge*, a equipe adversária possuirá apenas oito horas para resolver a questão e obter um terço do valor da recompensa em ouro; caso contrário, a equipe nada ganha.

6.2 Leilão

Os leilões de questões possuíam dois momentos. No primeiro, os alunos deveriam ler o enunciado das questões e assim analisar a complexidade das mesmas. No segundo, as guildas deveriam dar lances usando o ouro para obter as questões de sua preferência e influenciar assim a distribuição de questões individuais e coletivas. Entretanto, várias regras de leilão foram experimentadas durante os seis episódios da atividade. A mudança no formato do leilão foi um dos problemas apontados pelos participantes, uma vez que essa

mudança acarretava em uma maior duração dessa etapa do episódio. Outros participantes apontaram diretamente a existência do leilão como um problema, uma vez que tomava parte de um horário da disciplina.

Uma sugestão dada pelos próprios participantes através dos questionários foi determinar e limitar os tipos de leilões e adicionar ao GDD a descrição de cada tipo de leilão, tal que todos saibam de antemão como o ocorrerá a distribuição de questões e custos dos lances. Além disso, acredita-se que realizar os leilões virtual e assíncronamente, através de um ambiente web próprio limitaria o uso do horário de aula nesta atividade do *Game of Code*. São sugeridos dois formatos de leilão:

- As guildas fazem lances para definir a ordem em que poderão escolher suas questões;
- As guildas fazem lances para cada questão. Nesse formato, cada desafio é visitado individualmente e a(s) guilda(s) com maior lance recebe(m) aquela questão, ficando assim incapaz de fazer lances nas próximas questões.

6.3 Subutilização do papel Conselheiro

Durante o protótipo do *Game of Code*, nenhuma guilda utilizou a habilidade do papel Conselheiro, que permitiria que o professor participasse ativamente da guilda por 20 minutos. Em geral, as equipes com dificuldades utilizaram o poder do Cavaleiro para aumentar o prazo de entrega das atividades, enquanto equipes com desempenho mediano e bom utilizaram o poder do Lorde para gerar um ponto de influência a mais. Além disso, a influência dos NPCs (Non-playable characters, ou personagens não-jogáveis) obtidos através das questões do Conselheiro a cada capítulo foi pouco expressiva ao longo do protótipo.

Tabela 5: Lista de NPCs obtíveis pelo Conselheiro após refinamento.

Nome	Ciclo	Descrição
Mercador	Episódio	Gera 5 de ouro por episódio
Mago do Tempo	Temporada	Permite resolver uma questão incompleta de um episódio passado.
Alquimista	Episódio	Gera 1 de ouro para cada questão não resolvida
Juiz de Batalha	Episódio	Aumenta em 50% a recompensa obtida através de Batalhas de Guildas
Ladino	Temporada	Permite resolver uma questão coletiva de outra guilda no lugar de uma questão coletiva da sua guilda
Mineiro	Episódio	Gera 1 de ouro para cada questão resolvida
Mão do Rei	Única	A questão individual do conselheiro gera 1 ponto de influência coletiva

Para balancear essa classe, a habilidade Dica do Conselheiro passa a adicionar o professor à guilda por 40 minutos ou um monitor da disciplina por 1 hora e 30 minutos. Quanto aos NPCs obtidos pelo Conselheiro, que foram apontados como pouco expressivos no

decorrer do protótipo, foi criada a lista apresentada na Tabela 5. O NPC que será obtido a cada episódio fica a cargo do professor.

A coluna *Ciclo* da Tabela 5 determina o espaço de tempo entre os usos de um determinado NPC. Dessa forma, NPCs com ciclos de episódios podem realizar seus efeitos durante todos os episódios; NPCs com ciclos de temporada podem ter seus efeitos usados apenas uma vez por temporada; o NPC Mão do Rei é o único NPC que só pode ser usado uma vez.

Apesar dos NPCs adicionados terem como objetivo tornar o papel do Conselheiro mais importante no âmbito do *Game of Code*, uma parte de suas recompensas estão relacionadas ao ouro e não aos pontos de influência. Dessa forma, parte do sucesso do refinamento da classe depende da solução do tópico de utilização limitada de ouro, discutido na Seção 6.5. A motivação e episódios sugeridos para obtenção de cada NPC encontram-se na tabela 6.

6.4 Recompensas para aspectos de qualidade do código

O refinamento do *Game of Code* quanto a aspectos de qualidade do código resume-se à obtenção de troféus individuais para características como legibilidade, eficiência e etc. O uso dos troféus é uma característica recorrente de aplicativos gamificados em geral e até então não estava presente no *Game of Code*. Sua utilização, entretanto, é sugerida fortemente pela literatura para jogadores dos tipos Realizador, Socializador e Explorador. Os três tipos de jogadores somam 67,7% dos participantes do protótipo do *Game of Code*, o que corrobora com a inserção dessa mecânica. A adição dos troféus implica ainda em uma dificuldade: definir métricas de qualidade para o código e avaliá-lo a partir das métricas definidas, trabalho este que ficaria à cargo de professores e monitores da disciplina.

6.5 Utilização limitada de ouro

Durante o protótipo do *Game of Code*, o ouro foi utilizado unicamente durante os leilões de questões, nos quais as equipes influenciavam a distribuição de questões coletivas e individuais de acordo com as regras do leilão, a fim de obter questões de suas predileções após a etapa de análise. Ao final do experimento, muitas guildas possuíam ainda uma quantidade considerável de ouro.

O protótipo não possuía um elemento chave dos *jogos*: itens. No contexto do *Game of Code*, itens são efeitos de uso unitário que geram facilidades para a guilda que podem ser obtidos em troca de ouro. Uma vez que é necessário acumular ouro para obter essas facilidades, torna-se indispensável não só o bom desempenho do grupo em geral como também a obtenção de NPCs (característica do conselheiro) e participação em Batalha de Guildas. A Tabela 7 mostra os itens que serão utilizados na nova versão do *Game of Code*. Os itens podem ser adquiridos a qualquer momento do jogo e, ao serem utilizados, deixam de fazer parte do inventário da guilda.

Parte dos itens são semelhantes aos NPCs, diferenciado por seu modo de obtenção e uso único por compra. Alguns itens, entretanto, não possuem efeitos semelhantes aos dos NPCs apresentados anteriormente, são eles: a Poção de Habilidade, o Ovo de Dragão, a Espada Mágica e o Pequeno Exército. Estes itens possuem alto custo, dificultando o acesso aos mesmos por guildas com desempenho baixo ou guildas com histórico de lances altos. O item Poção de Habilidade potencializa o bom desempenho de uma guilda durante uma temporada, os itens Espada Mágica e Pequeno Exército resolvem automaticamente uma questão e, portanto, devem ser obtidos através da combinação de bom desempenho e economia. O item Ovo de Dragão, por sua vez, é semelhante aos dois anteriores, possuindo o mesmo custo que a Espada Mágica e o Pequeno Exército, mas exige planejamento e bom desempenho e apresenta um alto risco.

6.6 Problemas de logística

Um problema recorrente durante o protótipo foi a não-aceitação por parte do *UVa Online Judge* para códigos com aparente grau elevado de corretude. Nessas situações, o aluno apresentava uma solução que aplicava corretamente os fundamentos apresentados em sala de aula e obtia respostas corretas para casos de teste diversos, incluindo através da comparação de entradas e saídas proporcionada pelo *uDebug* [13], *site* onde o aluno pode comparar para um determinado conjunto de entrada as saídas corretas e as saídas de seu programa. Cabia ao professor e aos monitores, nesse caso, realizar a análise do código, comparar as saídas através do *uDebug* e definir se aquela questão era considerada resolvida ou não.

Além disso, muitos participantes reclamaram da espera até o início do episódio seguinte para ter ciência dos recursos de suas guildas. Monitores e professores também sugeriram automatização de parte das atividades, a fim de reduzir o tempo gasto com o controle do estado de cada guilda.

Uma sugestão recorrente foi a implementação de um ambiente *web* para o *Game of Code*. Para o problema da não-aceitação, o ambiente funcionaria como uma plataforma de submissão que, em caso de recusa do código através do *UVa*, pudesse fazer a comparação com os resultados apresentados no *uDebug* para o código submetido. Dessa forma, monitores e professores teriam automaticamente informações preliminares para um veredito sobre a questão, diminuindo assim o tempo gasto com comparações. Dessa forma, a análise de código se tornaria necessária somente quando o código não aceito pelo *Online Judge* possuísse 100% de acertos através do *uDebug* ou outra ferramenta de comparação de saídas. O desenvolvimento desse ambiente *web* também supre a necessidade de reduzir o custo do controle de recursos de cada guilda e facilita a implementação das novas mecânicas discutidas e introduzidas ao longo deste capítulo.

7 CONCLUSÃO

Através deste trabalho foi possível concluir que o *Game of Code* é uma ferramenta que possui potencial para o aumento de motivação e engajamento de alunos, em disciplinas de algoritmos, com foco em resolução de problemas. Essa característica é obtida através da aplicação de elementos de gamificação, derivados e adaptados do universo dos jogos digitais e familiares à grande parcela dos estudantes de cursos de computação, no âmbito das disciplinas. A ferramenta gamificada desenvolvida e apresentada mostra-se como uma alternativa capaz de tornar o processo de ensino-aprendizado mais dinâmico, envolvente e divertido.

O produto *Game of Code* é uma aplicação gamificada para disciplinas de algoritmos que pode ser utilizada tanto de forma central quanto acessória a uma disciplina, ficando à critério do professor determinar o peso das pontuações obtidas através da gamificação nas métricas de desempenho dos alunos. Conforme discutido na Seção 5, o protótipo aplicado apresentou bons resultados, confirmando o impacto positivo da gamificação no engajamento e motivação dos alunos. Os questionários apontaram melhoria nas estratégias de aprendizado dos alunos, alta concordância a afirmativas, relacionando motivação e uso de métodos variados de ensino e uma recepção positiva por partes dos alunos, quanto ao potencial uso da gamificação em outras disciplinas e características como motivação, diversão e interesse.

Para o desenvolvimento do protótipo do *Game of Code*, fizeram-se necessárias pesquisas na literatura sobre gamificação e desenvolvimento de aplicações gamificadas. Uma vez prototipado, o *Game of Code* foi aplicado na turma de Algoritmos 2 do período 2016.1 do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão. Propôs-se então um *framework* de avaliação do protótipo baseado no questionário SMTSL [12] e na metodologia de desenvolvimento apresentada anteriormente na Figura 3. Através dessa metodologia foi possível obter *feedback* significativo

Tabela 6: Tabela de obtenção de NPCs por episódio.

NPC	Ep. sugerido	Motivação
Mercador	1	O Mercador deve ser usado para garantir algum ganho fixo de ouro para a guilda. A essencialidade do NPC ao longo prazo faz com que a questão do Conselheiro no primeiro episódio seja de grande importância para toda a guilda.
Mineiro	2	O Mineiro tem como função recompensar adicionalmente a guilda por sua dedicação. Cada episódio a partir da adição do Mineiro pode gerar até 5 moedas de ouro extra dependendo do desempenho da guilda.
Ladino	3	O Ladino está relacionado não ao gasto de ouro, mas ao acúmulo. O uso do Ladino uma vez por temporada permite que uma guilda faça lances baixos em leilões.
Mago do Tempo	3	O Mago do Tempo permite que o jogador tenha acesso à uma questão não resolvida de um episódio passado uma vez por temporada. A sugestão desse NPC deve-se ao fato de que muitas equipes com bom desempenho tiveram pelo menos uma questão não resolvida em algum dos episódios e ao índice de Realizadores (33%), tipo de jogador comumente interessado em completismo.
Alquimista	4	O Alquimista traduz-se no quarto episódio como uma medida de assistência à guildas que estiverem com baixo desempenho, garantindo algum ganho de ouro mesmo em casos de falha.
Juiz de Batalha	3 ou 4	O Juiz de Batalha é um NPC opcional e depende do uso ou não da Batalha de Guildas no <i>Game of Code</i> . Sua função é estimular guildas a participarem das Batalhas de Guildas e, portanto, solucionarem mais problemas do que o necessário para bom desempenho no episódio corrente.
Mão do Rei	5	O Mão de Rei pode ser obtido no penúltimo episódio. Esse item dá à questão individual do Conselheiro a mesma importância de uma questão coletiva ou uma questão do Cavaleiro.

Tabela 7: Lista de Itens.

Nome	Preço	Descrição
Contrato do Mago do Tempo	20	Permite resolver uma questão incompleta de um episódio passado
Contrato do Juiz de Batalha	5	Aumenta em 25% a recompensa obtida através de Batalhas de Guildas. Efeito cumulativo caso a guilda possua NPC com a mesma função.
Contrato do Ladino	15	Permite resolver uma questão coletiva de outra guilda no lugar de uma questão coletiva da sua guilda
Poção de Habilidade	40	Permite que a equipe use duas habilidades por temporada, desde que apenas uma habilidade seja usada por episódio.
Ovo de Dragão	30	O ovo de dragão demora 1 temporada para nascer e custa 10 de ouro por episódio. Ao fim, nasce um dragão. Se a guilda pagou os custos necessários, o dragão resolve uma das questões do episódio seguinte ao seu nascimento. Caso contrário, ele leva todo o resto do ouro da guilda.
Espada Mágica	50	Resolve uma questão individual.
Pequeno Exército	50	Resolve uma questão coletiva.

e refinar o protótipo. Como a metodologia proposta, entretanto, sugere novos ciclos de evolução da atividade, o GOC continuará sendo aplicado em disciplinas de algoritmos para fins de aprimoramento e validação.

REFERÊNCIAS

- [1] R. Bartle. Heart, clubs, diamond, spades: players who suit muds. the journal of virtual environments. <http://mud.co.uk/richard/hcds.htm>, 1996. Acesso em 15 de abril de 2016.
- [2] K. da Silva Figueiredo, J. M. Ribeiro, R. Souza, and V. R. Angelo. Uma abordagem gamificada para o ensino de programação orientada a objetos. *23º Workshop sobre Educação em Computação*, 2015.
- [3] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, pages 9–15, Tampere, Finlândia, 2011. ACM.
- [4] R. R. Drummond. *Wanda: Um framework para desenvolvimento de jogos de cartas para o ensino de algoritmos*. UFMA, São Luís, Brasil, 2014.
- [5] M. M. Giraffa and M. da costa Mora. Evasão na disciplina de algoritmo e programação: um estudo a partir dos fatores intervenientes na perspectiva do aluno. In *Congressos CLABES*, 2016.
- [6] K. M. Kapp. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco, USA, 2012.
- [7] A. F. V. Machado, A. C. B. Faria, E. A. Freitas, and P. C. Santos. Gamification for professionals in the development area of electronic games. *Proceedings of SBGames 2012*, 2012.
- [8] J. Schell. *A arte de game design: o livro original*. Elsevier, Rio de Janeiro, Brasil, 2011.
- [9] A. Sena and D. K. Coelho. Gamificação - uma análise das técnicas de engajamento atualmente utilizadas. 2012.
- [10] E. R. Souza and E. Souto. Utilização de heurísticas de jogos para avaliação de um aplicativo gamificado. *Proceedings of SBGames 2015*, 2015.
- [11] SPOJ. Spoj. <http://br.spoj.com/>, 2016. Acesso em 08 de novembro de 2016.
- [12] H.-L. Tuan, C.-C. Chin, and S.-H. Shieh. The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. pages 639–654, 2005.
- [13] uDebug. udebug. <https://www.udebug.com/>, 2017. Acesso em 08 de novembro de 2016.
- [14] UVa. Uva online judge. <https://uva.onlinejudge.org/>, 2005. Acesso em 08 de novembro de 2016.
- [15] K. Werbach and D. Hunter. *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press, Philadelphia, USA, 2012.
- [16] G. Zichermann and C. Cunningham. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media, Sebastopol, 2011.