

Pac-Mana: Uma Proposta de Gamificação para Cursos On-line

Luiz de França Afonso Ferreira Filho
Instituto Metropole Digital
Universidade Federal do Rio Grande
do Norte
 Natal, Brasil
 luizfilho@imd.ufrn.br

Fábio Arruda Magalhães
Instituto Metropole Digital
Universidade Federal do Rio Grande
do Norte
 Natal, Brasil
 fabiomagalhaes@ifce.edu.br

Renan de Souza dos Santos
Instituto Metropole Digital
Universidade Federal do Rio Grande
do Norte
 Natal, Brasil
 renandsz@gmail.com

Francisco Narto Pereira Júnior
Instituto Metropole Digital
Universidade Federal do Rio Grande
do Norte
 Natal, Brasil
 narto20@gmail.com

Francisco Erick de Brito Firmino,
Instituto Metropole Digital
Universidade Federal do Rio Grande
do Norte
 Natal, Brasil
 erickdebritto@gmail.com

Charles Andrye Galvão Madeira
Instituto Metropole Digital
Universidade Federal do Rio Grande
do Norte
 Natal, Brasil
 charles@imd.ufrn.br

Resumo—A aplicação de técnicas de gamificação com o objetivo de auxiliar o processo de ensino e aprendizagem tornou-se objeto de pesquisa, com iniciativas práticas em muitas áreas. O incremento do acesso às tecnologias da informação quebrou paradigmas, proporcionando vasto conteúdo e inúmeras opções de entretenimento às novas gerações. No contexto atual, de uma juventude cada vez mais conectada à Internet, uma abordagem on-line surge como uma alternativa com grande potencial, por diminuir as limitações em relação aos métodos tradicionais. No entanto, qualquer iniciativa neste sentido apresenta um grande desafio que consiste em reduzir as taxas de evasão que, em parte, é resultado da falta de motivação e engajamento dos alunos. Visando contribuir com a melhoria dos indicadores de evasão de uma disciplina de Lógica de Programação, de curso FIC em TI do Programa Novos Caminhos, o presente artigo propõe a aplicação de uma solução gamificada para tal disciplina. Essa solução tem como base a técnica de instrução por pares para permitir estimular a colaboração entre os alunos, e usa o Framework Octalysis como um guia para despertar sua motivação. A aplicação da proposta revelou características importantes do curso FIC que estavam latentes e trouxe oportunidade de melhorias.

Palavras-chave—*gamificação, framework octalysis, colaboração, instrução por pares*

Abstract—The application of gamification techniques in order to assist the teaching and learning process has become an object of research, with practical initiatives in many areas. The increase in access to information technologies has broken paradigms, providing vast content and countless entertainment options for new generations. In the current context, of a youth increasingly connected to the Internet, an online approach emerges as an alternative with great potential, as it reduces the limitations in relation to traditional methods. However, any initiative in this regard presents a major challenge, which consists in reducing dropout rates, which, in part, is the result of students's lack of motivation and engagement. In order to contribute to the improvement of the evasion indicators of a discipline of Programming Logic, of the course in IT of the Novos Caminhos Program, this article proposes the application of a gamified solution for such discipline. This solution is based on the peer instruction technique to encourage collaboration between students, and uses the Octalysis Framework as a guide to awaken their motivation. The application of the proposal

revealed important features of the FIC course that were dormant and brought an opportunity for improvement.

Keywords—*gamification, octalysis framework, collaboration, peer instruction*

I. INTRODUÇÃO

Os Cursos de Formação Inicial e Continuada (FIC) Instituto Metrópole Digital (IMD) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) são integrados ao Programa Novos Caminhos, uma iniciativa do Ministério da Educação (MEC), que visa formar mão de obra profissional e técnica em diversas áreas prioritárias. Todos os cursos são de curta duração e são ofertados na modalidade de ensino on-line. Os alunos têm acesso ao material didático e ao ambiente virtual de aprendizagem, no qual podem tirar dúvidas com os professores e enviar as atividades, que são solicitadas semanalmente.

Atualmente são ofertados três diferentes cursos, com duração de 14 semanas e carga horária total de 200 horas, que são: Programador Web, Programador de Dispositivos Móveis e Desenvolvedor de Jogos Eletrônicos. Esses três cursos contam atualmente com mais de 5000 alunos e o Programa já está na sua segunda edição. Com um grande contingente de alunos, o grupo pedagógico, que é composto por aproximadamente 50 profissionais de diversas áreas, encontra uma certa dificuldade para manter todos os alunos motivados e em pleno rendimento acadêmico.

Inicialmente, os alunos geralmente apresentam bastante engajamento. Porém, conforme as semanas vão avançando e a complexidade das atividades aumenta, o interesse e foco dos alunos diminui drasticamente. No contexto da disciplina de Lógica de Programação, especificamente, que faz parte do núcleo comum dos três cursos ofertados, o desinteresse dos alunos é ainda mais exacerbado uma vez que ela exige deles uma certa base de raciocínio lógico.

Além disso, devido à própria natureza do curso, em que cada um realiza as atividades em seu próprio ritmo e de forma individual, e aos desafios provocados pelos efeitos da pandemia do coronavírus (COVID-19), que não permitem haver nenhuma aula presencial nos pólos, o contato entre os participantes é reduzido ao ambiente virtual. Portanto,

conforme o curso avança, muitos alunos afirmam sentirem-se solitários e desestimulados.

Assim, o objetivo desta pesquisa é promover um maior engajamento dos alunos com o curso. Para tal, uma proposta de gamificação foi concebida e aplicada para induzir um comportamento de colaboração entre os alunos na disciplina de Lógica de Programação. Essa proposta tem como base a técnica de instrução por pares e usa o Framework Octalysis como um guia para despertar a motivação dos alunos para que trabalhem juntos na resolução de problemas e na aplicação de conceitos estudados na disciplina.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

A abordagem deste trabalho gira em torno de três elementos: desenvolvimento do pensamento computacional; gamificação como forma de melhorar a motivação e o engajamento; e estímulo à colaboração entre os alunos visando a melhoria do seu aprendizado.

No que refere-se à busca por trabalhos que pudessem relacionar-se com a proposta aqui apresentada, foi realizado um levantamento na base de dados do *Google Scholar*. As palavras-chave utilizadas seguiram a descrição dos termos: “colaboração”, “gamificação” e “*peer instruction*”.

Após a análise dos resultados da busca, foram selecionados alguns trabalhos considerados relevantes, como: artigos publicados em revistas, seminários, simpósios, bem como dissertações de mestrado e livros on-line. Os artigos foram selecionados pelo título e resumo. Foram escolhidos os seguintes critérios de elegibilidade para a seleção dos artigos: (I) abordar o tema da motivação e engajamento dos alunos no aprendizado de programação de computadores e (II) aplicar o método de instrução por pares.

Alguns dos estudos selecionados utilizam contextos semelhantes para experimentação. Como pontos de convergência têm-se: (i) a importância da utilização de elementos colaborativos na melhoria da aprendizagem; (ii) a inserção de elementos gamificados no contexto da pesquisa, visando a imersão, engajamento e motivação; e (iii) a melhoria do raciocínio lógico, aguçado pela troca de experiências.

Em [19] e [3] são expostas distinções conceituais entre cooperação e colaboração. Através de uma alteração na mecânica do jogo utilizado como instrumento de pesquisa, [19] demonstrou que a estimulação dupla favorece a melhoria da cooperação (os jogadores passaram a também coletar itens que só poderiam ser consumidos por outros jogadores, além de estimular a reciprocidade, eles passaram a se beneficiar de situações nas quais ajudar outro jogador resultava em benefícios para si); [8], [18] e [16] dão enfoque à importância da utilização e desenvolvimento de jogos como instrumentos que auxiliam o processo de aprendizagem de programação de computadores; em [13] observa-se que houve uma melhoria significativa na motivação dos alunos que estavam sob cooperação mútua. Além disso, foi verificado que em [6], [17], [20] e [10], a adoção da metodologia ativa de instrução por pares contribuiu significativamente para melhorar o engajamento, imersão, desempenho e interação dos alunos nas disciplinas relacionadas à lógica de programação.

III. REFERENCIAL TEÓRICO

A. Gamificação

A gamificação é uma estratégia que consiste na utilização de elementos presentes no ambiente dos jogos, aplicando-os em situações diversificadas do cotidiano [8], com o objetivo de provocar mudanças de comportamento, as quais são estimuladas sob diversos aspectos. Para [14], é necessário compreender a motivação humana para permitir criar estratégias de gamificação eficientes.

O processo de gamificação busca o aperfeiçoamento de um de um binômio fortemente relacionado: motivação e engajamento. A proposta trazida pelo conceito, além de almejar uma adesão considerável do público-alvo, busca transformar a realização de atividades corriqueiras, vistas como meras “obrigações”, em experiências prazerosas, melhorando a satisfação de quem as executa, ativando um sentimento de êxito e excitação.

Tratando-se de aplicação prática, a gamificação pode fazer uso de técnicas e elementos diversos de *game design* [1]. Os modelos mais utilizados abordam a motivação sob o aspecto intrínseco e extrínseco [15]. A primeira refere-se a fatores internos, quanto que a segunda, à fatores externos. Segundo [11], para que haja uma aplicação satisfatória da gamificação, alcançando os resultados esperados, é necessário realizar, antecipadamente, um bom aprofundamento teórico e planejamento. Como forma de suporte a esse processo, algumas ferramentas promissoras que dão suporte à implementação das estratégias de gamificação são o *Design Thinking* e o *Framework Octalysis*.

B. Design Thinking

O *Design Thinking* é um conceito que possui uma abordagem direcionada ao levantamento de informações e análise de conhecimentos existentes, com o objetivo de criar ideias inovadoras, visando solucionar problemas existentes (de um grupo ou indivíduo específico). Segundo [5] o *Design Thinking* pode ser aplicado aos mais diversos desafios sociais ou de negócios que são enfrentados diariamente.

Essa técnica adequa-se bem aos problemas que ainda não possuem uma definição clara, ou àqueles que possuem contextos mutáveis. Busca associar os desejos ou necessidades do público alvo, com possibilidades de solução, utilizando recursos presentes na tecnologia. Para [5], a missão do *Design Thinking* é traduzir observações em *insights*, e estes em produtos e serviços para melhorar a vida das pessoas.

Para alcançar seus propósitos, o *Design Thinking* apoia-se em quatro pilares fundamentais, a saber: empatia, visualização, colaboração e tangibilização; e em três etapas distintas: imersão, ideação e prototipação.

A empatia diz respeito à capacidade de colocar-se no lugar do próximo, para entender a sua realidade; a visualização representa a ideia captada, num esquema gráfico; a colaboração refere-se a interação entre os atores pensantes, para compreensão do contexto, por meio de um *brainstorming*; e a tangibilização consiste na experimentação da ideia através de algum modelo testável.

Quanto às suas etapas, a imersão representa a capacidade de aprofundar-se na situação (observação, entrevistas, etc.),

extraíndo dela, ideias que agreguem valor; já a ideação visa a geração de soluções para o problema; e por fim a prototipação busca validar a solução proposta.

C. Framework Octalysis

O *Framework Octalysis* é um modelo abrangente, proposto por [7], focado no comportamento humano, que insere elementos de gamificação no contexto em que os indivíduos precisam ser motivados. Tem como objetivo identificar as motivações dos indivíduos, o seu engajamento na realização das atividades e busca potencializá-las. Possui oito perspectivas, dispostas num octógono (ver Fig. 1), que são chamadas de *Core Drives* (ou ativadores da motivação).



Fig. 1. Visão gráfica dos ativadores da motivação do *Octalysis*.

A proposta inicial do modelo é que seja realizado um diagnóstico dos aspectos de motivação, que envolvem a situação-problema. São atribuídos então, para cada ativador, pontuações (*scores*), de zero a dez, que servirão para construir um modelo (gráfico), que reflete o estágio motivacional do ambiente analisado. Mediante a pontuação informada, a região azul do gráfico é modificada.

A partir da avaliação do modelo extraído, devem ser propostas alterações nas variáveis que tenham potencial para instigar os envolvidos a executarem suas tarefas com maior entusiasmo e interesse. Dessa forma os esforços para a implementação de uma estratégia de gamificação podem se concentrar nos ativadores que apresentarem a menor pontuação. A seguir são detalhados cada ativador do *Framework Octalysis*:

- Significado Épico e Vocação (Epic Meaning & Calling): representa o senso de ajuda comum. Há no indivíduo, a consciência de que seu trabalho é importante na construção de um todo. A realização das tarefas tem o objetivo de contribuir coletivamente;
- Desenvolvimento e Realização (Development & Accomplishment): refere-se ao interesse de superar os próprios obstáculos, desenvolver habilidades com vistas ao recebimento de recompensas;
- Propriedade e Possessão (Ownership & Possession): diz respeito à motivação que o indivíduo tem de possuir algo;

- Escassez e Intolerância (Scarcity & Impatience): o fator motivante, nesse aspecto, refere-se ao fato de que o indivíduo ainda não possui algo que deseja;
- Perda e Evasão (Loss & Avoidance): a motivação advém da possibilidade de perder algo que considera importante, por não estar cumprindo com sua obrigação. Assim, o trabalho é feito no sentido preventivo, para evitar que aconteça algo ruim;
- Imprevisibilidade e Curiosidade (Unpredictability & Curiosity): a surpresa e a curiosidade para saber o que acontecerá é o fator motivante desse aspecto. O indivíduo fica envolvido de maneira intensa;
- Influência Social e Relacionamento (Social influence & Relatedness): diz respeito à necessidade de interação social do indivíduo. Nesse aspecto a motivação pode ser no sentido competitivo ou colaborativo;
- Empoderamento da Criatividade e Experiência (Empowerment of Creativity & Feedback): há o envolvimento do indivíduo num processo contínuo de curiosidade e criatividade, em que sempre busca-se descobrir algo.

O *framework* associa e organiza os ativadores da motivação com base nos lados do cérebro, levando em consideração as motivações intrínseca (expressão criativa e socialização) e extrínseca (lógica e posse).

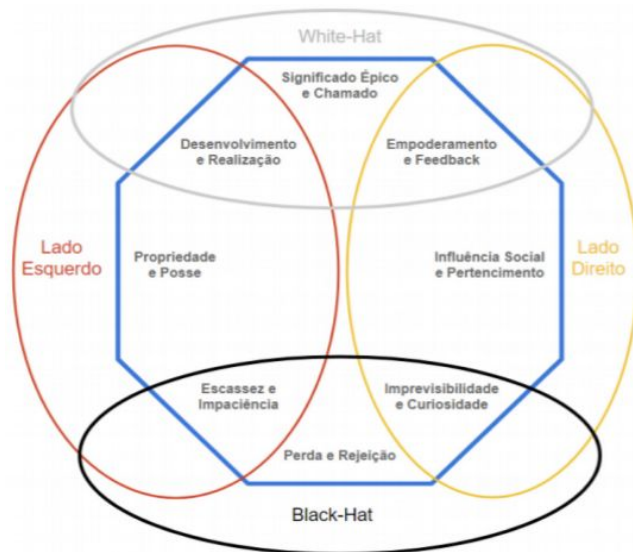


Fig. 2. Os lados do cérebro no *Framework Octalysis*.

Segundo [7] a disposição dos ativadores também pode ser organizada pela emoção que geram, vindo a fazer parte do grupo *White Hat* (fornecem a sensação de poder) ou *Black Hat* (instigam a ansiedade, obsessão).

De maneira geral, observa-se que os ativadores da parte superior, mantêm as pessoas engajadas, quanto que os ativadores da parte inferior, provocam sensações ou sentimentos de incômodo, como por exemplo peso na consciência por não ter conseguido cumprir a meta; por perder a oportunidade (ver Fig. 2).

Idealmente, a melhor solução seria aquela que conseguisse usar todos os ativadores, ampliando o alcance

do público-alvo. Mas no contexto específico do presente trabalho, será dada uma maior atenção para os aspectos relacionados com as interações entre os participantes, de forma que, por meio de ações colaborativas, possam ajudar uns aos outros na realização das suas tarefas.

D. Cooperação

As mecânicas de um jogo dizem respeito aos elementos que orientam a ação dos jogadores em busca de um objetivo específico (que pode ser coletivo). Para isso, estabelecem regras do que se pode ou não fazer. Um dos importantes elementos presentes na mecânica dos jogos, é a colaboração.

Para [12], os jogos podem estabelecer práticas de aprendizagens enquanto se mantém o relacionamento entre os participantes, sendo propício, dessa forma, o estabelecimento de relações cooperativas.

Na cooperação, jogadores podem organizar suas ações e compartilhar recursos, como forma de atingirem juntos os objetivos do jogo [4]. Segundo [4], a cooperação torna possível a conquista de objetivos que seriam impossíveis sem uma equipe. Os jogadores sentem-se parte de uma equipe quando estão juntos com outros em busca de algo comum.

Levando esse contexto para o âmbito educacional, algumas metodologias ativas de aprendizagem têm recebido atenção da comunidade científica, por se apresentarem como alternativas que permitem estimular a cooperação entre os alunos, como é o caso da Instrução por Pares.

E. Instrução por Pares

A Instrução por Pares baseia-se na discussão do conteúdo entre os alunos, através da aplicação de questões conceituais sobre um determinado assunto. De forma mais completa, [2] a definem como “um método de ensino baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre os alunos. Em vez de usar o tempo em classe para transmitir em detalhe as informações presentes nos livros-texto, nesse método, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de questões conceituais para os alunos responderem primeiro individualmente e então discutirem com os colegas”.

Verifica-se, portanto, que é criado um ambiente colaborativo, propício para que os pares sejam atores responsáveis no processo de aprendizagem, de forma mútua. O professor, por sua vez, incentiva os alunos para que busquem entre si diferentes soluções para os problemas expostos, estimulando o amadurecimento das discussões e o surgimento de ideias.

IV. ELABORAÇÃO DA SOLUÇÃO GAMIFICADA

Para a elaboração da solução gamificada a ser aplicada na disciplina de Lógica de Programação do curso técnico, foi colocado em prática uma estratégia que faz uso das ferramentas descritas na seção anterior e é composta das seguintes fases: Análise do contexto; e Concepção da proposta de gamificação.

A. Análise de Contexto

Na fase de análise do contexto, o Design Thinking desempenhou um papel importante para o entendimento do público-alvo, por meio de uma atividade de imersão no grupo pedagógico do curso técnico. Dessa forma, foi possível detectar os problemas descritos na introdução deste trabalho. A fim de quantificar a problemática, o *Framework Octalysis* foi utilizado para atribuir pontos para os oito ativadores da motivação. O resultado desta fase de análise é apresentado na Tabela I, por meio das considerações que foram apontadas, assim como na Fig. 3 que ilustra a geometria do Framework Octalysis referente a essas considerações.

TABELA I. ATIVADORES DE MOTIVAÇÃO DOS ALUNOS DO CURSO FIC.

Ativador	Pontuação (De 1 a 10)	Considerações
Significado Épico e Vocação (Epic Meaning & Calling)	1	Os alunos não sentiam que estavam fazendo qualquer diferença para a instituição.
Empoderamento da Criatividade e Experiência (Empowerment of Creativity & Feedback)	2	Os exercícios são padronizados e as respostas permitem poucas variações. As ações que os alunos podem realizar são sempre parecidas e não existe muita margem para a criatividade.
Influência Social e Relacionamento (Social influence & Relatedness)	1	Os alunos fazem as atividades de forma individual e isolada. Praticamente todas as interações entre os alunos ocorrem através do aplicativo <i>Discord</i> . Neste canal os alunos podem postar dúvidas, que serão respondidas por professores dedicados a esta finalidade. Nas etapas iniciais dos cursos, os alunos tendem a tentar se ajudar. Entretanto, não existe qualquer instrumento que relacione a ajuda oferecida com influência social. Com o tempo, os alunos tendem a parar de compartilhar experiências.
Imprevisibilidade e Curiosidade (Unpredictability & Curiosity):	3	Os alunos cursam primeiro a disciplina de Lógica de Programação e depois cursam a disciplina de Programação Estruturada. A principal diferença entre os dois componentes está na linguagem de programação utilizada e nas particularidades inerentes entre elas. A estrutura do curso é a mesma para todas as disciplinas e, até a metade dele, tudo é muito previsível.

Perda e Evasão (Loss & Avoidance)	3	Não existe muito esforço para se matricular no curso, que é gratuito, e o processo de seleção é feito por sorteio caso ultrapasse o número máximo de vagas. A maior consequência, em caso de reprovação, é não receber o certificado. Os alunos que encontram muitas dificuldades para resolver as atividades, por não terem boa base de raciocínio lógico, tendem a acreditar que não conseguirão concluir o curso ou que "não foram feitos para programação". A tendência é de abandoná-lo, por acreditarem que estão perdendo tempo.
Escassez e Intolerância (Scarcity & Impatience)	1	Os interessados em se matricular em um dos cursos, preenchem seus dados em um formulário de cadastro. Caso o número de vagas seja menor que o número de inscritos, a forma de ingresso é decidida através de sorteio. Ao entrar no curso, o aluno pode verificar que todas as atividades já possuem seus prazos predefinidos e o prazo limite coincide com o final do curso.
Propriedade e Possessão (Ownership & Possession)	5	Os alunos sentem-se responsáveis pelo próprio progresso, mas não apropriam-se do curso.
Desenvolvimento e Realização (Development & Accomplishment)	6	A progressão no curso é percebida pelo número de aulas que o aluno conseguiu finalizar. Conseguir resolver uma atividade após horas de tentativas, desperta um sentimento de realização pessoal. Porém, não existe um apoio visual que mostre as pequenas conquistas em relação ao todo. Os alunos que não conseguem 100% de acertos, tendem a se desmotivar com o tempo. Muitas vezes, os erros são detalhes muito pequenos que o aluno comete por não dominar a interface das atividades.

B. Concepção da proposta de gamificação

Através do *Octalysis*, é possível perceber que a experiência vivenciada pelos alunos do curso é fraca, tanto nos ativadores do grupo *White Hat*, quanto naqueles referentes ao *Black Hat*. A assimetria da Fig. 3 indica uma dominância de motivação extrínseca, o que pode afetar o engajamento de longo prazo, porque, uma vez que a meta é removida ou diminuída, os usuários perdem a motivação. Dessa forma, esta proposta teve como foco melhorar os ativadores do lado direito e tornar a atividade mais divertida. Para isso, serão apresentados os elementos estéticos, as regras e as mecânicas relacionadas com seus ativadores.

1) Elementos Estéticos

a) Narrativa

Os participantes foram escolhidos para representar a Terra no torneio *Street Coder II*, competindo com planetas de toda a galáxia. Neste torneio, cada jogador deverá adicionar instruções que serão executadas pelo robô *Pac-Mana*. O objetivo do jogador é guiar o robô para coletar todas as estrelas de uma determinada arena e assim prosseguir para a próxima. O planeta que coletar mais estrelas, ao final do torneio, vence e torna-se *The King of Coders*. Se a Terra não vencer, ela será invadida pelo Imperador *Bug Khan* e todos os computadores terão que usar o "*Ruindows Vista*".

b) Personagens

Os personagens são categorizados por dois tipos, quais sejam:

- Campeões: Cada jogador assume o papel de campeão, que foi escolhido para representar a Terra no torneio;
- Oráculos: Os pesquisadores assumem os papéis de entidades que transitam entre os mundos e podem orientar os Campeões que participam dos torneio, mediando suas interações.

c) Site

Um protótipo do jogo foi implementado e disponibilizado aos participantes através de um *site* hospedado no Github, que pode ser acessado por meio do seguinte endereço:

<https://nartojunior.github.io/ppgti-prototipo-sbgames2020/js/stage1/lvl1.html>. Atualmente, cada jogador tem acesso a 5 fases diferentes por rodada. O jogo conta com 3 rodadas, totalizando 15 fases. Em cada uma delas o jogador deve preencher uma tabela com os comandos disponíveis. Ao clicar no botão "GO!" os comandos adicionados na tabela são executados e gera um comportamento na personagem *Pac-Mana*. Quando a personagem colide com uma estrela, esta é coletada. Se o *Pac-Mana* sair do cenário, as estrelas coletadas na fase atual são perdidas e a fase é reiniciada. Quando todas as estrelas são coletadas o jogador passa para a próxima fase. Uma nova rodada começa quando todos os jogadores de um mesmo grupo completam todas as 5 fases da rodada atual. Caso algum membro de um grupo não complete todas fases, os outros jogadores do grupo ficam retidos na mesma rodada até que todos tenham completado. Caso todos os membros de um grupo completem todas as fases de uma rodada, este grupo avança para a próxima

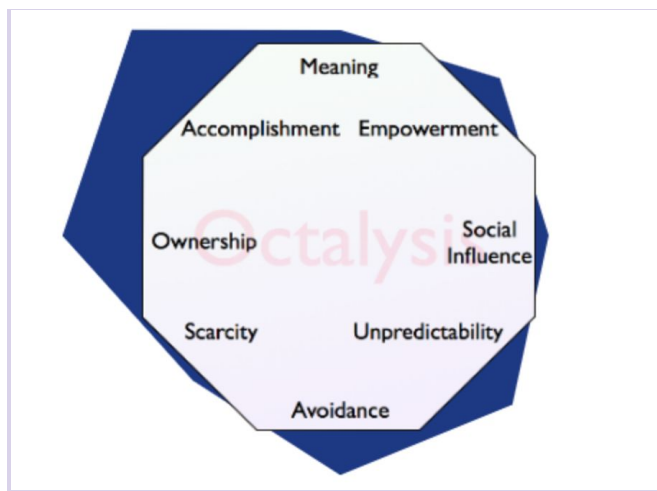


Fig. 3. Status inicial projetado pela geometria do Framework Octalysis para o contexto do curso FIC analisado.

independentemente do estágio dos outros. A Fig. 4 apresenta exemplos de fases do jogo.

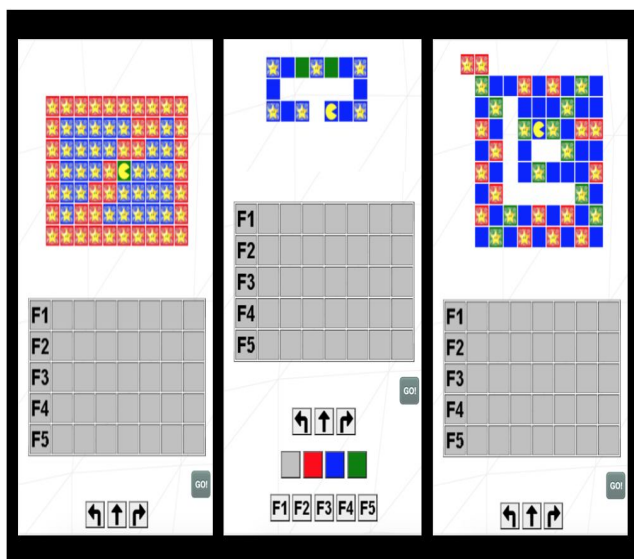


Fig. 4. Exemplos de fases do jogo quando acessadas por smartphones.

2) Regras

As regras do jogo foram construídas para estimular a colaboração entre jogadores. Somente é permitido aos jogadores o acesso à novas fases, quando todo o grupo consegue progredir. Mesmo depois de desbloquear todas as 15 fases, o grupo só ganha o jogo caso um dos jogadores passe por todas as fases, que é impossível de ser alcançada utilizando-se apenas as soluções mais simples para os desafios. Dessa forma, os jogadores interagem entre si para compartilharem experiências e estratégias, exclusivamente através de um canal de comunicação cuja interação é mediada pelos Oráculos. Em caso de dúvidas, os jogadores podem acionar os Oráculos através deste canal. Para resolver os desafios, os jogadores precisam utilizar conceitos que foram estudados na disciplina de Lógica de Programação do curso FIC (estruturas de decisão e repetição, recursividade, etc).

De forma simplificada, as regras são as seguintes:

- Os jogadores são divididos em grupos;
- Cada jogador começa com uma quantidade de 100 (cem) pontos de mana para gerenciar durante todas as rodadas do jogo;
- No começo de cada rodada, cada jogador recebe uma fase única para solucionar;
- Para solucionar a fase, o jogador precisa programar o robô *Pac-Mana* para coletar todas as estrelas da arena. A quantidade de estrelas é variável, conforme a fase e a dificuldade da solução;
- O jogador tem à disposição 5 (cinco) funções para solucionar o desafio. Cada função pode armazenar até 7 (sete) instruções;
- É necessário ter pontos de mana para executar as funções do robô;
- Um ponto de mana é consumido a cada instrução adicionada ao robô;
- As estrelas coletadas em uma fase solucionada são somadas ao total de estrelas do grupo de jogadores;

- Uma nova rodada é desbloqueada quando todos os jogadores coletarem todas as estrelas da rodada atual;
- O grupo é considerado vencedor caso um de seus membros colete todas as estrelas nas 15 fases que pode receber;
- Caso nenhum grupo vença dentro do tempo limite, todos perdem.

Para balancear a experiência de jogo em função das habilidades dos participantes, o Oráculo pode ainda decidir alterar os critérios para desbloqueio da rodada ou a quantidade total de estrelas necessárias para a vitória do grupo.

3) Mecânicas relacionadas com seus ativadores motivacionais

Os desafios presentes em cada fase possuem diversas soluções possíveis e os jogadores são incentivados a empregarem a criatividade para encontrar soluções otimizadas. Dessa forma, busca-se estimular o ativador *Empoderamento da Criatividade e Experiência*. Através da necessidade de trabalhar em equipe, estimula-se o ativador *Influência Social e Relacionamento*.

Um jogador não consegue avançar sem que os demais membros do seu grupo também avancem. Assim, é criada uma interação na qual os jogadores mais habilidosos orientam os menos habilidosos, fazendo com que os vínculos entre eles se fortaleçam. Cada jogador recebe um desafio diferente. Dessa forma, torna-se mais difícil que as soluções das fases sejam simplesmente copiadas. Isto também estimula o ativador *Imprevisibilidade e Curiosidade*, uma vez que os jogadores não sabem o que está por vir. Para trabalhar o ativador *Escassez e Intolerância*, limitou-se o tempo que os participantes têm para completar todos os desafios, criando-se assim um senso de urgência.

V. EXECUÇÃO DA PROPOSTA GAMIFICADA

Quando a proposta de gamificação ficou pronta, os alunos já haviam terminado a disciplina de Lógica de programação e dessa forma não foi possível trabalhar a proposta de forma integrada à demais atividades da disciplina. A proposta foi executada de forma paralela e sem qualquer relação com as atividades que os alunos estavam realizando no curso FIC. Neste cenário foi estabelecido o tempo limite (prazo que os jogadores têm para completar todas as fases) seria de 4 dias.

Inicialmente, uma mensagem foi enviada aos alunos do curso FIC, convidando-os a responder um questionário para participar da presente pesquisa. Em menos de 24 horas, mais de 50 respostas foram recebidas, o que permitiu selecionar 20 alunos que alegavam estar desmotivados e sem perspectiva de concluir o curso. Eles foram divididos em grupos com 5 participantes. Todos os participantes iniciaram o curso ao mesmo tempo, mas o *background* de cada um era diferente. Portanto, os níveis de conhecimento sobre lógica de programação eram distintos.

Ficou estabelecido que a comunicação entre os participantes deveria acontecer através de um canal no *Discord*, o qual teve todos os participantes e pesquisadores adicionados. A escolha do *Discord* deu-se pelo fato que o curso FIC já utilizava essa ferramenta para a interação entre

os alunos e, portanto, os participantes já deveriam estar habituados com o seu uso. Um link para o jogo foi disponibilizado aos participantes e suas regras foram explicadas através de uma narrativa composta por elementos da cultura gamer.

Os desafios que os jogadores receberam em cada fase eram diferentes. Porém, a solução para o problema das fases com o mesmo número, exigia um conhecimento semelhante.

Inicialmente, foi omitido dos jogadores a informação sobre a necessidade de otimizarem os seus próprios recursos. Além disso, que eles também dependiam do avanço do seu grupo para que pudessem prosseguir. Quando os jogadores perceberam que deveriam otimizar os recursos, tiveram que voltar às fases anteriores para otimizar a solução desenvolvida anteriormente.

Durante a execução da proposta os jogadores estavam livres para falar sobre qualquer assunto relacionado ao jogo. A partir das constatações dos jogadores, os oráculos seguiam com perguntas que visavam aprofundar e esclarecer o que os jogadores queriam relatar. A avaliação não seguiu um modelo pré-estabelecido e foi sendo construída conforme o experimento foi sendo executado. O resultado pode ser visto a seguir.

VI. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para surpresa dos pesquisadores, a maioria dos alunos selecionados não estava habituada com o Discord, com somente 6 dentre eles conseguindo prosseguir com o experimento. Isso significa que os alunos que alegaram maior dificuldade estavam completamente à margem do sistema, ficando fora do alcance dos professores de apoio acadêmico. Os 6 participantes que conseguiram acompanhar, passaram a compor um único grupo. Rapidamente um dos participantes conseguiu resolver todas as fases da primeira rodada. Então, ele foi informado que os demais membros do grupo precisavam conseguir uma quantidade mínima de estrelas, antes que ele pudesse passar para a próxima rodada. Um dia se passou e nenhuma colaboração surgiu espontaneamente. Os oráculos passaram a estimular os jogadores avançados a ajudar os mais atrasados, mas esses jogadores preferiam interagir com os próprios oráculos, em detrimento dos outros jogadores.

Após 4 dias, somente 2 jogadores conseguiram terminar todas as fases. Os jogadores relataram muita dificuldade em entender as mecânicas do jogo e, somente quando desafiados pelos oráculos, que eles se dispuseram a investir mais esforço na tarefa. A disponibilidade de horário dos jogadores era muito distinta e dificultava a interação entre os participantes.

A atividade proposta não conseguiu aumentar os atores relacionados à motivação intrínseca. Na falta de recompensas extrínsecas, os jogadores priorizaram outras atividades. Eles relataram que estavam com muitas demandas neste período e como esta não era uma atividade que não valia nota para o curso, nem também era tão divertida, acabaram por deixá-la em segundo plano.

Os 2 jogadores que conseguiram terminar a primeira rodada passaram a explorar novas possibilidades de resposta. Em determinado momento, um deles comentou de forma entusiasmada o quão fantástico era o uso do conceito da *recursão*. De forma natural, ele começou a perceber como os conceitos abordados na disciplina se relacionavam

com os desafios do jogo. Ele também relatou que depois de ficar mais experiente com o jogo, passou a entender melhor alguns conceitos estudados no curso, principalmente aqueles referentes ao uso de sub-rotinas e de recursão. A Fig. 5 apresenta as soluções iniciais e finais para a mesma fase que foram enviadas pelo participante. Foi possível perceber que esses jogadores tiveram uma experiência mais rica.

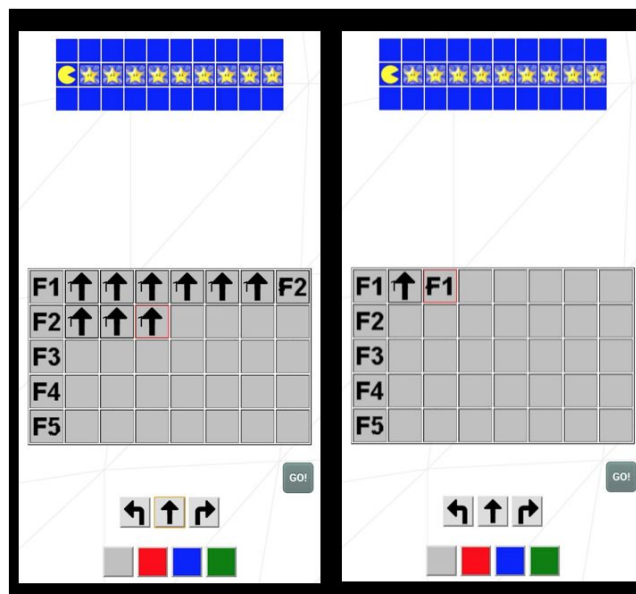


Fig. 5. Solução inicial (à esquerda) e solução otimizada (à direita) enviada pelo participante.

Os outros jogadores afirmaram que a princípio, não sentiram-se confortáveis em relação ao jogo. Eles relataram que antes de tentar jogar, passaram horas observando a tela, com receio de serem prejudicados caso tomassem uma decisão errada. Quando questionados do porque não interagirem no Discord em busca de ajuda, eles relataram que sentiram-se envergonhados e não estavam à vontade de interagir com os outros participantes. Já que os outros participantes não estavam se manifestando, eles acreditavam que somente eles estavam com dificuldade e não queriam parecer incapazes perante o grupo. Foi possível perceber que os participantes não estavam habituados a utilizar processos iterativos para a resolução de problemas. Invés de partirem de soluções simples e incompletas e gradualmente incrementar e refinar as soluções, a abordagem inicial era sempre buscar de forma analítica uma solução que resolvesse plenamente o problema na primeira tentativa.

VII. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O canal de comunicação escolhido, bem como a ambientação, dificultou bastante a execução do experimento. Sua implementação de forma não integrada à disciplina de Lógica de Programação não despertou sentimento de comprometimento nos alunos. Aqueles que conseguiram se apropriar do jogo tiveram uma experiência positiva, mas foi necessário a intervenção dos oráculos como mediadores. Isto destaca a importância dos docentes como facilitadores e mediadores no processo de aprendizagem. Os resultados sugerem que a proposta pode ser mais bem aproveitada caso ela ocorra de forma integrada ao próprio curso e seja utilizada como uma ferramenta de apoio. Apesar dos resultados obtidos não terem sido conforme o esperado, esta pesquisa possibilitou um entendimento melhor sobre o estado atual do curso FIC, a

sua dominância de ativadores motivacionais extrínsecos e as oportunidades para melhorias.

Trabalhar colaborativamente é uma competência muito importante e a forma como os cursos FIC da instituição são conduzidos não a exercita. Explorar e apropriar-se das ferramentas de trabalho, bem como reduzir um problema grande em problemas menores, com soluções mais fáceis de serem visualizadas é uma atividade rotineira para qualquer programador. Entretanto, os alunos que participaram do experimento não sentiam-se confortáveis em arriscar cometer erros e aprender com eles de forma constante e iterativa. Atualmente, 90% da nota dos alunos no curso é atribuída através de questionários contendo somente 5 questões. Nestes questionários somente 2 tentativas são permitidas. Isto levanta a hipótese de que talvez essa prática desencoraje a experimentação e criatividade.

O processo de elaboração da proposta de gamificação trouxe a tona alguns problemas do curso que estavam latentes. É possível que diversas instituições também encontrem resultados semelhantes caso utilizem a mesma metodologia para conceber melhorias em seus cursos através da gamificação. Aos que partirem por este caminho, é aconselhado que o início da validação da proposta de gamificação coincida com o início da disciplina.

A proposta apresentada será melhorada em trabalhos posteriores. É esperado que resultados mais satisfatórios sejam alcançados caso: a execução ocorra de forma integrada a disciplina; o canal de comunicação seja mais apropriado; um tutorial seja acrescentado ao jogo e os oráculos atuem de forma mais incisiva, incentivando os alunos a explorar o jogo e trazendo a tona questões que os estudantes não se sentem a vontade de comunicar.

A disciplina de lógica de programação também está presente em outros cursos da instituição. Muitos alunos serão beneficiados quando sua metodologia contemplar atividades mais interessantes e que despertem a curiosidade, criatividade e confiança necessária para empreender soluções inusitadas.

REFERÊNCIAS

- [1] A. L. S. Brito, “Level Up: uma proposta de processo gamificado para a educação,” Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Software) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 135p, 2017.

- [2] I. S. Araújo, E. Mazur, “Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física,” *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n. 2, pp. 362–384, 2013.
- [3] A. Battaiola, A. Heemann, D. Munhoz, “Determinando a distinção entre cooperação e colaboração e a caracterização de jogos cooperativos e de jogos colaborativos,” in *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital*, São Paulo, 2016.
- [4] S. Björk, J. Holopainen, *Patterns in Game Design*. Game development series. Charles River Media, 2015.
- [5] T. Brown, *Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- [6] P. M. Chicon, C. R. Quaresma, S. B. Garcês, “Aplicação do método de ensino Peer Instruction para o ensino de lógica de programação com acadêmicos do curso de ciência da computação,” *Anais do 5º Senid*, Cruz Alta, Unicruz, 2018.
- [7] Y. Chou, *Actionable gamification: Beyond points, badges, and leaderboards*. Fremont, CA: Octalysis Media, 2016.
- [8] E. B. Costa, H. J. B. Rocha, “Programação numa abordagem de aprendizagem baseada em resolução de problemas e jogos: um mapeamento sistemático,” *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital*, Foz do Iguaçu, 2018.
- [9] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, L. Nacke, “From game design elements to gamefulness: defining gamification,” in *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, 2011, pp. 9–15.
- [10] M. H. Diemer, M. Bercht, A. B. C. Filho, M. C. Schorr, “Metodologias ativas no ensino de algoritmos e programação: um relato de aplicação da metodologia Peer Instruction,” *Destques Acadêmicos*, v. 11, 2020, pp. 240–255.
- [11] F. Alves, *Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo do conceito à prática*. São Paulo: DVS Editora, 2015.
- [12] P. V. Faeti, G. C. Calsa, “Jogo, competição e cooperação: articulando saberes,” in *XII Congresso Nacional de Educação (Educere 2015)*, pp.26–29, 2015.
- [13] D. Hancock, “Cooperative learning and peer orientation effects on motivation and achievement,” *The Journal of Educational Research*, 97(3), 2004, pp.159–166.
- [14] J. Kumar, “Gamification at work: Designing engaging business software,” in *International Conference of Design, User Experience, and Usability, Las Vegas*. Proceedings, Part II. Berlin: Springer, 2013, pp.528–537.
- [15] S. D. C. Martinelli, D. Bartholomeu, “Escala de motivação acadêmica: uma medida de motivação extrínseca e intrínseca,” *Avaliação Psicológica*. Instituto Brasileiro de Avaliação Psicológica. UFRGS, 2007.
- [16] V. F. Martins, B. S. Rodrigues, E. Knihs, “Uso de jogos para o ensino de programação: relato de experiência,” *Proceedings of XX CLEI - Conferência Latinoamericana de Informática (in press)*, 2019.
- [17] C. P. Message, “Aprendizagem de programação de computadores por meio da metodologia Peer Instruction em ambiente blended learning,” *Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Oeste Paulista*, 2019.
- [18] R. Monclar, M. Arêas, G. Xexéo, “Jogos com propósito para o ensino de programação,” in *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital*, 2018.
- [19] V. E. M. Moreira, F. M. C. V. Amstel, “A cooperação motivada por zumbis: experimento de dupla estimulação sobre motivação em jogos cooperativos,” in *Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital*, 2019.
- [20] M. A. F. Oliveira, J. V. Lima, A. B. do C. Filho, F. B. Nunes, L. V. Lourega and J. N. B. Melo, “Aplicação do método Peer Instruction no ensino de algoritmos e programação de computadores,” *Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 15, 2017, pp.1–10.