

## Um *Framework* Gamificado para a Disciplina Algoritmos ou Equivalente

José Augusto de Sena Quaresma<sup>1</sup>, Marianne Kogut Eliasquevici<sup>1</sup>, Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Criatividade e Inovação em Metodologias do Ensino Superior (PPGCIMES) – Núcleo de Tecnologias Aplicadas ao Ensino e a Extensão (NITAE<sup>2</sup>), Universidade Federal do Pará (UFPA) - Rua Augusto Corrêa, 01 – Guamá – Belém - PA - Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC) – Instituto de Ciência Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará (UFPA) - Rua Augusto Corrêa, 01 – Guamá – Belém - PA - Brasil

augustoquaresma@ufpa.br, mariane@ufpa.br, srbo@ufpa.br

**Abstract.** *The curricular component of Algorithms is fundamental for the courses in the Information Technology (IT) area, because it bases the student and professional future on the knowledge of software development. However, we observed a high level of student disapproval and avoidance in this subject, by consultations in the literature and at the Faculty of Computing of the Federal University of Pará (UFPA). Anchored in this problem the general goal was to develop a framework to support the teaching and learning of content studied in the Algorithms or equivalent, present in the undergraduate courses in the IT area. As a way to reach the goals outlined, a mixed research methodology was defined, covering: Systematic Review of Literature (SRL); survey; participant observation; peer review; and validation by means of the comparison of the acquired grades in the gamified and traditional processes adopted in the subject. Based on the data collected, the product presented in this paper with the homogeneous data structure content was planned, designed and tested. By comparing the gamified approach with the one being employed in the Algorithms subject of the courses at the Faculty of Computing of UFPA, by an experiment, and corroborated by RSL, we identified: (i) greater participation of the students in the classroom; (ii) greater collaboration among students during the resolution of the challenges; (iii) greater engagement in resolving the lists of exercises; among others. Thus, we evaluate how opportune and important to gamify the process of teaching and learning algorithms, as a way to help minimize the failure and evasion rates in the Algorithms or equivalent.*

**Resumo.** *O componente curricular de Algoritmos é fundamental para os cursos na área de Tecnologia da Informação (TI), pois fundamenta o estudante e futuro profissional aos conhecimentos de desenvolvimento de software. Entretanto, verificamos um nível elevado de reprovação e evasão dos alunos nesta disciplina, por meio de consultas na literatura e na Faculdade de Computação da Universidade Federal do Pará (UFPA). Ancorado neste problema, teve-se como objetivo geral desenvolver um framework gamificado para apoiar o ensino e a aprendizagem de conteúdos estudados em Algoritmos ou equivalente, presente nos cursos de graduação da área de TI. Como forma de alcançar os objetivos traçados, foi definida uma metodologia mista de pesquisa abrangendo: Revisão Sistemática da Literatura (RSL); Survey; Observação participante; Revisão por pares; e Validação por meio da comparação das notas adquiridas nos processos gamificado e tradicional adotados na disciplina. Com base nos dados coletados, foi planejado, concebido e testado o produto apresentado nesse artigo com o conteúdo de estrutura de dados homogêneos. Ao comparar a abordagem gamificada com a que vem sendo empregada em Algoritmos, dos cursos da Faculdade de Computação da UFPA, por meio de um experimento, e*

*corroborado pela RSL, identificamos: (i) maior participação dos alunos em sala; (ii) maior colaboração entre os alunos durante a resolução dos desafios; (iii) maior engajamento para a resolução das listas de exercícios; entre outros. Assim, avaliamos como oportuno e importante gamificar o processo de ensino e aprendizagem de algoritmos, como forma de auxiliar a minimizar os índices de reprovação e evasão em Algoritmos ou equivalente.*

## 1. Introdução

A disciplina Algoritmos é apresentada aos discentes nos semestres iniciais dos cursos da área de Tecnologia da Informação (TI) e, conseqüentemente, estabelece a primeira interação dos discentes com o desenvolvimento de software. Possui o objetivo de desenvolver no discente a capacidade de elaborar soluções lógicas, mediante os problemas genéricos, em uma sequência de passos [Dias Júnior e Mercado, 2016]. Segundo o documento referente à formação dos cursos superiores em Computação [Sociedade Brasileira da Computação, 2017], tais competências e habilidades são bases para a formação dos futuros profissionais nas áreas de TI, com especial ênfase no eixo de desenvolvimento de software.

Dias Júnior e Mercado (2016) elencam algumas dificuldades na visão do aluno para o aprendizado da disciplina, como: conhecimento de lógica e dificuldade para entender o problema. Mesmo com tantas dificuldades, é possível reduzir a reprovação e evasão na disciplina, tal qual apontado nas Revisões Sistemáticas da Literatura [Bosse e Gerosa, 2015; Marcussi *et al.*, 2016] sobre estudos que abordam intervenções de ensino na disciplina. A busca por abordagens didáticas e metodológicas que facilitem o ensino de algoritmos, por parte do professor, e o aprendizado, por parte dos estudantes, é algo necessário que já vem sendo perseguido. Dentre as abordagens possíveis, identificamos o uso e a defesa da gamificação na educação, que tem como objetivo proporcionar um maior engajamento do estudante por meio da inserção de elementos de jogos no contexto de sala de aula, como a pontuação, o *ranking*, o *scoreplay*, a gerência de recursos, as missões, as narrativas, entre outros [Vianna *et al.*, 2013; Elgrably e Oliveira, 2018; Santos e Oliveira, 2018; Werbach, 2012].

O termo gamificação é conceituado como o uso de *design*, elementos e características de jogos em contextos diferentes de jogos [Deterding *et al.*, 2011]. O estudo de McGonigal (2011) define qualquer jogo por suas características básicas, quais sejam: meta, regras, sistema de *feedback* e participação voluntária. Meta é o resultado específico que os jogadores vão trabalhar; as regras impõem as limitações em como os jogadores devem atingir a meta; o sistema de *feedback* informa aos jogadores a atual situação do jogo e o quão perto estão de conseguir alcançar a meta; e a participação voluntária exige que cada um dos jogadores aceite, conscientemente e voluntariamente, a meta, as regras e o sistema de *feedback*. O mapeamento sistemático proposto por Diecheva e Dichev (2015) identificou várias pesquisas que empregaram a gamificação como estratégia didática e a grande maioria dos autores destacados concordou que a gamificação pode melhorar a aprendizagem, desde que bem projetada e utilizada corretamente.

Diante do exposto, tendo por base a realidade da oferta da disciplina Algoritmos na Universidade dos pesquisadores, assim como as inquietações da experiência do pesquisador autor da dissertação como aluno de um curso de graduação na área de TI, configuramos a seguinte questão-foco para a pesquisa: *Como usar a gamificação como abordagem para o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos estudados na disciplina Algoritmos ou equivalente nos cursos de graduação da área de Tecnologia da Informação?*

Para responder a questão-foco, a pesquisa teve como objetivo geral desenvolver um *framework* gamificado para apoiar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos estudados na disciplina Algoritmos ou equivalente presente nos cursos de graduação da área de Tecnologia da Informação. A metodologia proposta para esse trabalho configura-se como procedimentos de métodos mistos, uma vez que aglutina aspectos tanto dos métodos quantitativos quanto dos qualitativos [Creswell, 2007]. A pesquisa classifica-se como aplicada, visto que tem como um

dos objetivos gerar conhecimento e melhorar o entendimento a partir da gamificação voltada para o processo de ensino e aprendizagem de algoritmos. Quanto às abordagens adotadas para análise do produto, empregamos uma combinação da quantitativa e qualitativa. A abordagem quantitativa pode ser expressa nos dados e informações que foram armazenados e manuseados com o apoio de uma planilha eletrônica (pontuações e bonificações de cada aluno durante as aulas gamificadas). Já a abordagem qualitativa foi necessária para compreendermos, primeiramente, como se dá a interação do professor e aluno na disciplina Algoritmos, e também para auxiliar na sistematização dos dados provenientes das opiniões, críticas e sugestões dos discentes com relação à abordagem gamificada, bem como das anotações feitas pelo pesquisador responsável pela prática adotada em sala de aula.

Para tal, no presente artigo, apresentamos como concebemos, desenvolvemos, testamos e validamos um *framework* gamificado para a disciplina Algoritmos ou equivalente. Por *framework*, entendemos como um grupo de práticas executadas em sequência para alcançar determinado objetivo; já gamificado diz respeito aos elementos de jogos realizados em ordem, com a finalidade de gerar o processo de ensino e aprendizado. O *framework* proposto como produto educacional contempla: (i) um **Plano de ensino gamificado**, que descreve o processo de gamificação da disciplina, detalhando as abordagens trabalhadas em sala de aula, além disso explicita o cronograma de atividades, as regras, as formas de pontuação, a bonificação, as penalidades e a visualização que será disponibilizada aos estudantes, e gerencia os recursos utilizados em sala de aula e explica a conversão da gamificação para compor a nota final na disciplina; e (ii) uma **Planilha eletrônica**, descrita no plano de ensino, que calcula automaticamente os elementos gamificados, tais como pontuações das atividades, *ranking*, recursos, avatares e bonificações de comportamento.

O artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta sucintamente a fundamentação teórica; a Seção 3 relata a metodologia seguida para o desenvolvimento da pesquisa; a Seção 4 discute e apresenta os resultados obtidos pela pesquisa; e, por fim, a Seção 5 descreve as considerações finais e os trabalhos futuros.

## 2. Fundamentação Teórica

Esta seção provê uma visão geral dos conceitos usados como base para o desenvolvimento da pesquisa.

### 2.1 Ensino e Aprendizagem de Algoritmos

O ensino de Algoritmos, segundo Timmermann e González (2016), deve ser capaz de permitir ao aluno elaborar estratégias para as soluções de problemas, as quais são escritas em linguagem algorítmica. Não existe uma única forma como a disciplina pode ser abordada. Dentre as abordagens mais comuns para o ensino estão: (i) o uso de problemas com enunciados textuais, os quais o professor procura trabalhar a destreza do aluno em entender o enunciado e após elaborar uma solução algorítmica em pseudocódigo ou em fluxogramas; (ii) o aluno realizar um “teste de mesa” para simular passo a passo o que o algoritmo deveria fazer para verificar se está alcançando o objetivo proposto; (iii) os alunos utilizarem uma linguagem de programação, já no computador, para visualizar o seu progresso; e (iv) o auxílio de jogos educacionais, entre várias outras. Algumas podem ser mais interessantes do que outras, mas o que se observa é que ainda persistem dificuldades de aprendizagem pelos estudantes.

As dificuldades apresentadas na disciplina Algoritmos estão bem presentes na literatura. No estudo de Dias Júnior e Mercado (2016), por exemplo, é apresentada a importância da introdução de práticas de simulação para o aprendizado de algoritmo, pois, de acordo com os autores, os alunos sentem dificuldades em compreender e abstrair o funcionamento do algoritmo unicamente por meio da fala, leitura e explicação do professor. Dificuldades que dizem respeito à interação entre os docentes, os discentes e os conteúdos, são descritas por Timmermann e González (2016). Dentre estas, os autores ressaltam a dificuldade no aprendizado do conteúdo

pelos discentes que não tiram dúvidas durante a aula e tampouco o docente consegue estabelecer relação com eles para auxiliá-los no processo.

Atender adequadamente as necessidades e as dificuldades dos discentes, ao levar em consideração a diversidade de problemas possíveis, é uma tarefa desafiadora para os docentes e com grande demanda de trabalho. Nesse contexto, observamos na gamificação uma forma de permitir o engajamento dos estudantes para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, tema que trataremos na próxima seção desse referencial teórico.

## **2.2 Gamificação**

No contexto educacional, o estudo de Kapp (2012) conceitua gamificação como o emprego de elementos de jogos, tais como mecânicas, estratégias e pensamentos, com a finalidade de motivar indivíduos à ação, auxiliando na solução de problemas e promovendo a aprendizagem. Na visão de Fardo (2013), a abordagem gamificada proporciona um sistema em que os estudantes conseguem visualizar o efeito de suas ações e aprendizagens, à medida que compreendem a relação das partes com o todo, como acontece nos jogos. Portanto, um dos objetivos principais da abordagem é desenvolver nos indivíduos o sentimento de contribuição para algo maior e mais importante, por meio de suas ações. Já Vianna *et al.* (2013) defendem o uso da abordagem gamificada na educação com o intuito de familiarizar pessoas com novas tecnologias, agilizar processos de aprendizado ou de treinamento e a tornar mais agradáveis tarefas consideradas tediosas ou repetitivas. Assim, a gamificação pode aumentar o engajamento, pois proporciona níveis de prazer ao usuário e contribui para o processo de criação do conhecimento, o que aprimora a aprendizagem do aluno.

Com o intuito de estimular o participante a desenvolver determinadas atividades, em especial por gerar no participante o sentimento de estar contribuindo para algo maior, tal qual a mudança de uma realidade, podemos identificar nas abordagens descritas na literatura diferentes *frameworks* os quais definem a forma pela qual a gamificação será desenvolvida.

## **2.3 Trabalhos Relacionados**

Em relação ao uso de gamificação na aprendizagem, no trabalho de Freitas *et al.* (2016) há a aplicação da abordagem na disciplina Fundamentos de Arquitetura de Computadores, que fez uso da sala da aula, de um espaço virtual e de um jogo desenvolvido. A aplicação teve como principal objetivo realizar batalhas de duelos de conhecimento entre os alunos, sempre relacionados a um ou mais tópicos da disciplina. Como resultado, houve maior interesse e motivação dos envolvidos no jogo, além de uma melhoria em relação à aprendizagem e à absorção de conhecimento.

Na pesquisa realizada por Medeiros e Figueiredo (2015) há a apresentação da ferramenta “*Game in Class*”, cuja principal função é planejar e construir disciplinas utilizando técnicas e elementos de jogos. A ferramenta é direcionada para professores do ensino superior, com interesse em diversificar a forma de ensino das disciplinas ministradas, por meio da gamificação. Já no estudo de Gonçalves *et al.* (2016) é apresentado um modelo conceitual de apoio ao planejamento da gamificação, em que são considerados o contexto em que a abordagem deverá ser implementada, os objetivos educacionais, as habilidades que serão necessárias e os comportamentos e as interações que são esperadas. Além disso, é realizada uma descrição do processo no contexto da educação, para que a gamificação seja realizada da forma correta.

Em algumas das abordagens citadas nessa pesquisa, os autores optaram pelo desenvolvimento de ferramentas ou protótipos para a aplicação dos elementos da gamificação, já em outros são utilizados apenas os conceitos referentes às dinâmicas e à mecânica dos jogos.

## **3. Da Concepção à Validação do Produto**

Durante a pesquisa inicial para o desenvolvimento desse trabalho, foi definido um fluxo metodológico, presente na Figura 1 e detalhado em seguida.

### **3.1 Concepção do Produto**

A concepção do produto perpassou por vários procedimentos metodológicos, descritos a seguir.

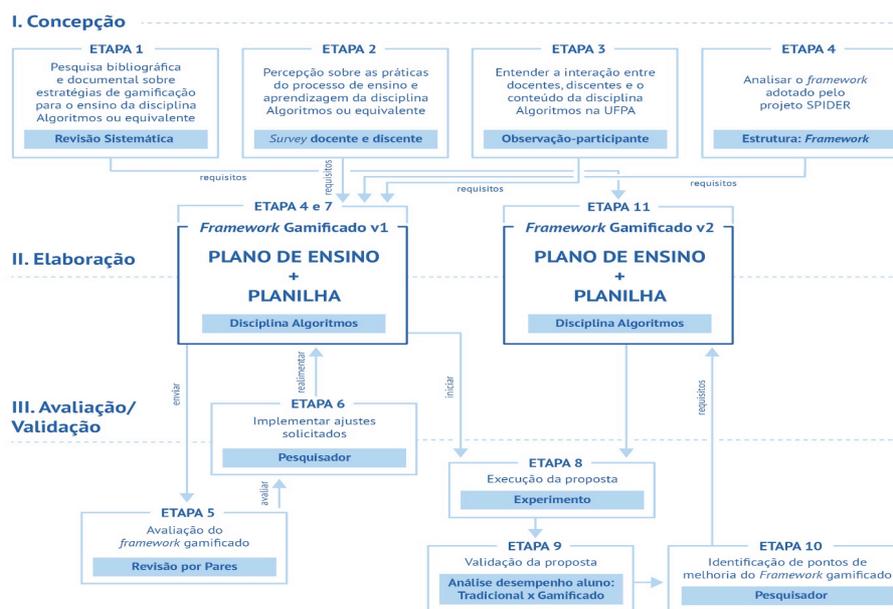


Figura 1. Metodologia da pesquisa.

### 3.1.1 Revisão Sistemática da Literatura (RSL)

A RSL é uma metodologia de pesquisa indicada para identificar, avaliar e interpretar a maior quantidade possível de estudos relevantes e disponíveis para uma particular questão de pesquisa, tópico de pesquisa, ou fenômeno de interesse [Kitchenham e Charters, 2007]. Seu principal objetivo consiste em realizar uma pesquisa exaustiva na literatura, em busca de evidências que possam apoiar uma determinada hipótese, ou simplesmente a busca por conhecimento aprofundado acerca de certo fenômeno de interesse.

A RSL conduzida na pesquisa em tela teve como ponto de partida a elaboração de um protocolo (disponível em: <http://twixar.me/OJ2n>), tendo como referência os estudos de Kitchenham e Charters (2007) e Costa (2010). Foi definida a seguinte questão de pesquisa para guiar a condução da RSL: *Quais as principais abordagens de gamificação que podem ser adotadas em cursos de nível superior na área de Tecnologia da Informação para apoio ao processo de ensino e aprendizagem de algoritmos?*

Por abordagem entendemos: métodos, metodologia, técnicas, ferramentas. Já quando se trata de cursos de nível superior na área de TI, delimita-se, mas não se restringe, aos cursos de Engenharia da Computação, Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Tecnologia da Informação, Engenharia de Software e Licenciatura em Computação.

Embora os procedimentos metodológicos da RSL tenham sido os primeiros a serem iniciados, em razão do seu tempo de execução, os requisitos extraídos foram utilizados para validar a segunda versão do produto. Como resultado da RSL, foram selecionados 61 estudos primários relevantes para serem avaliados. Um total de 57 abordagens gamificadas para o processo de ensino e aprendizagem na disciplina Algoritmos ou equivalentes foram identificadas, como por exemplo as trabalhadas em dois artigos: Trakla2, Lightbot 2.0 e Code Combate, Programe o seu Robô e Wu's Castle. Quanto aos elementos de jogos, um total de 24 foram mapeados sendo os mais citados: *feedback*, pontos, *ranking*, *score*, níveis de dificuldade, desafios e avatar. Como método mais utilizado para validar o processo, foi identificado o uso do grupo com e sem controle. Em sua grande maioria (90%), a intervenção na disciplina de algoritmos via gamificação é bem-sucedida. O relato do planejamento completo, bem como os resultados encontrados na RSL, encontra-se publicado em [Quaresma *et al.*, 2019b].

### 3.1.2 Survey

Como forma de atender ao objetivo de identificar, com discentes e docentes envolvidos com a disciplina Algoritmos ou equivalente, a forma como vem sendo trabalhada a disciplina nos cursos

superiores da área de TI, quanto ao ensino, à aprendizagem e ao conteúdo, um *survey* de abrangência nacional foi conduzido, alcançando um total de 56 respostas discentes e 64 respostas docentes. *Survey* é um “tipo de delineamento de pesquisa descritiva cujo objetivo é o de verificar o estado atual de dado fenômeno, consistindo na coleta de dados seguida de uma descrição dos mesmos, por meio das técnicas da chamada estatística descritiva” [Appolinário, 2009].

Conforme os resultados do *survey*, a abordagem didática considerada mais significativa para o ensino e aprendizagem da disciplina Algoritmos ou equivalente é a híbrida. Dentre os recursos apontados, o mais trabalhado é a lista de exercícios resolvida em sala. Os participantes da pesquisa indicaram, ainda, o desenvolvimento de projetos, o qual permite a integração entre os alunos e a aproximação da prática profissional. O formato da divisão dos alunos para as atividades pode ocorrer de forma individual ou em dupla. Como elementos de jogos já presentes, identificamos o emprego da bonificação e o *feedback* das atividades desenvolvidas. Ambos os elementos são bem aceitos e facilitam a aprendizagem discente. Além disso, verificamos que o uso de linguagens de programação é um recurso que também facilita o aprendizado. Recursividade foi apontado como o conteúdo mais difícil, no que tange ao ensino, à assimilação pela turma e ao aprendizado, e Estrutura de Dados Homogênea (Matrizes e Vetores), foi considerado como o segundo mais difícil, em relação à aprendizagem e a assimilação pela turma. Os dados apurados permitiram a coleta de requisitos para o desenvolvimento do produto. O relato do planejamento completo e dos resultados do *survey* encontra-se em [Quaresma *et al.*, 2018c].

### **3.1.3 Observação Participante**

Para compreender como ocorre a interação entre discentes, docentes e os conteúdos em uma realidade prática da disciplina Algoritmos, o pesquisador autor da dissertação realizou Estágio Supervisionado, componente curricular obrigatório do mestrado profissional em ensino, em duas ofertas da disciplina Algoritmos do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação (CBCC), da Faculdade de Computação, da UFPA, nos anos de 2017 e 2018. As observações realizadas em momentos de aula, foram fundamentais na eliciação dos requisitos para trabalhar o *framework gamificado*, considerando a realidade e as necessidades do curso.

Durante o Estágio, foi empregado o procedimento metodológico da observação participante, a partir dos estudos de Creswell (2007) e May (2004). Anterior ao início da observação, como forma de sistematizar a coleta dos dados, definimos um roteiro (disponível em: <http://twixar.me/4FHn>), porém, à medida que as aulas iam se desenvolvendo, outros registros foram sendo acrescentados ao roteiro original. Em razão de o pesquisador ter sido apresentado logo no primeiro dia de aula pela professora aos discentes como estagiário da disciplina, a participação pode ser considerada do tipo conhecida.

Para além da importância da experiência para a formação acadêmica do pesquisador autor da dissertação, as observações realizadas também serviram de base para a eliciação dos requisitos do produto, destacando: (i) a prática da professora de sempre iniciar a aula com uma conversa inicial; (ii) o formato adotado pela professora para explicar os conteúdos da disciplina, bem como a resolução de questões; (iii) os objetivos de ensino e aprendizagem da disciplina; (iv) o emprego de pontuação extra durante as aulas, bem como bonificar as listas de exercícios para casa, apresentando *feedback* para os discentes sobre sua aprendizagem; (v) a ocorrência de comportamentos considerados negativos, os quais podem gerar penalizações (atraso, falta, conversa em sala, uso do computador para outro propósito, uso do celular retirando a atenção na aula); (vi) a ocorrência de comportamentos positivos, os quais podem gerar bonificações (presença constante, pontualidade, participação e interação entre os estudantes); (vii) a ocorrência de *mentoring*; e (viii) o uso da plataforma Moodle e da linguagem de programação Pascal.

### **3.1.4 Framework do Projeto SPIDER**

O Projeto [SPIDER, 2009] conta com uma linha de pesquisa voltada para abordagens gamificadas de ensino em Engenharia de Software na UFPA, nos dois cursos oferecidos pela Faculdade de Computação (CBCC e Curso de Bacharelado de Sistema de Informação) e no

Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação. O *framework*, em desenvolvimento pelos membros dessa linha de pesquisa do projeto, já é objeto de duas publicações [Elgrably e Oliveira, 2018; Santos e Oliveira, 2018]. Durante a análise do *framework* adotado pelo Projeto, buscou-se compreender a estrutura básica da abordagem gamificada e os formatos de bonificar, penalizar e pontuar o discente.

### 3.2 Elaboração do Produto

Esta fase contempla as seguintes etapas da Figura 1: (i) 4, que refere-se à triangulação dos dados advindos do *survey*, da observação participante e da análise do *framework gamificado* do Projeto SPIDER, para gerar a primeira versão do produto da pesquisa em tela; (ii) 7, a implementação dos ajustes no produto desenvolvido após a revisão por pares; e (iii) 11, que trata da versão final do *framework* com a implementação de mudanças oriundas da avaliação e validação, confirmadas pela RSL. O relato resumido e completo da composição do *framework* encontram-se em [Quaresma *et al.*, 2018b; Quaresma *et al.*, 2019a].

## 4. Avaliação e Validação do Produto

No processo de avaliação e validação do produto foi implementada a revisão por pares e foi realizado um experimento para testar, em situação real de aula, o *framework* gamificado.

### 4.1 Revisão por Pares

A revisão por pares é um mecanismo de avaliação realizado por especialistas. No trabalho em tela, a revisão por pares da primeira versão do produto ocorreu durante duas sessões com especialistas tanto de Algoritmos como de gamificação. A técnica e o roteiro utilizados foram adaptados do Projeto SPIDER.

Como resultado da revisão por pares, foram implementadas as solicitações apontadas pelos especialistas consideradas relevantes ao trabalho, com impacto direto no Plano de Ensino e na Planilha, tais como: (i) possibilidade de penalizar os alunos que estivessem atrapalhando a aula, que foi adicionada ao *framework* por meio do quesito penalidade por atrapalhar aula, onde o discente enquadrado nesse quesito perde dois bônus; e (ii) observações sobre ocorrências não previstas na planilha ou no plano de ensino foram adicionadas ao produto, a partir da planilha gamificada (ex.: maior tempo de duração de determinada prática; o porquê de determinadas bonificações e/ou penalidades terem sido atribuídas a um discente). O relato dos resultados apurados na revisão por pares encontra-se em [Quaresma *et al.*, 2019c].

### 4.2 Experimento

O experimento com o uso do *framework* gamificado foi uma das formas encontradas para avaliar e validar nossa proposta e partiu da seguinte questão norteadora: *O uso de gamificação auxilia o engajamento da turma e colabora para a aprendizagem sobre o conteúdo de estrutura de dados homogêneos?*

Os itens do planejamento do experimento são: (i) **cenário**, onde as aulas ocorreram em um laboratório de informática, contendo quadro magnético, projetor multimídia e computadores para o docente e discentes, porém no dia da prova teórica os discentes foram para outro local, sem acesso a computador e internet; (ii) **personagens**, retratado por uma turma de graduação do CBCC da UFPA com 20 discentes, um monitor, a professora da disciplina e um estagiário, responsável pela gamificação; (iii) **desenvolvimento das aulas**, onde, conforme o plano de ensino, o experimento contabilizou oito aulas (Aula 01, destinada a uma conversa inicial sobre gamificação; Aulas 02 e 03, aplicação da abordagem teórica e prática sobre o conteúdo estrutura de dados homogêneos; Aulas 04 e 05, aplicação da técnica do Dojo do tipo Randori; Aula 06, aplicação prática do LAB; Aula 07, execução da prova teórica; e Aula 08, a avaliação conjunta sobre o *framework gamificado*); e (iv) **design da gamificação**, onde a colaboração foi um dos elementos norteadores da proposta de gamificação, por compreender a necessidade de motivar os discentes da turma a uma prática cada vez mais presente no mercado de trabalho, qual seja, o trabalho em equipe. Neste estudo, como já mencionado, o objetivo era pontuar, bonificar e avaliar os conhecimentos adquiridos sobre o conteúdo Estrutura de Dados Homogêneos.

O relato completo do experimento (planejamento e resultados do experimento e da validação) encontra-se em [Quaresma *et al.*, 2018a; Quaresma *et al.*, 2019c].

### 4.3 Discussão sobre o Experimento

Para avaliar o uso do *framework*, utilizamos uma combinação das abordagens de cunho qualitativo e quantitativo, conforme descrevemos a seguir.

#### 4.3.1 Resultados Qualitativos

Ao final de cada aula gamificada realizávamos uma roda de conversa direcionada à construção da matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*). Os participantes envolvidos nesse momento eram: a docente responsável pela disciplina, o monitor, o pesquisador autor da dissertação e o juiz/*scoreplay*. Durante as sessões eram levantados: (i) os **pontos fortes**, os elementos, as mecânicas e as formas trabalhadas em sala que foram positivas para o processo de ensino e aprendizagem; (ii) os **pontos fracos**, o que não teve boa aceitação e, por consequência, foi prejudicial ao desempenho dos discentes; (iii) as **melhorias**, as oportunidades de mudanças para o uso futuro do *framework* gamificado; e (iv) as **observações**, as anotações sobre possíveis mudanças no planejamento dentro de sala de aula.

Houve, também, a aula de *feedback*, com gravações de áudio, previamente aprovadas pelos discentes e monitor participantes, em que os discentes afirmaram que a utilização de uma sala de aula gamificada para o ensino do conteúdo de estrutura de dados na disciplina de Algoritmos foi muito válida. Por meio da abordagem, os discentes tiveram a visão teórica e prática necessária do assunto.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Membro	Lista Exercício 01	Lista Exercício 02	Lista Exercício Casa	Dojo	LAB	Prova Teórica	TOTAL	AVATAR FINAL
2	Aluno 01	0	75	0	66,75	0	0	141,75	AMADOR
3	Aluno 02	100	75	0	143,75	85	11,25	415	AMADOR
4	Aluno 03	100	50	0	193,75	155	95	593,75	APRENDIZ
5	Aluno 04	100	100	99	177,5	200	290	966,5	ANALISTA
6	Aluno 05	100	100	86	193,75	198	300	977,75	ANALISTA
7	Aluno 06	100	100	67	198,5	180	300	945,5	ANALISTA
8	Aluno 07	100	100	86	197	140	275	898	PROGRAMADOR
9	Aluno 08	100	100	80	193,75	0	275	748,75	PROGRAMADOR
10	Aluno 09	100	62,5	0	177,75	170	55	565,25	APRENDIZ
11	Aluno 10	100	75	0	193,75	50	185	603,75	APRENDIZ
12	Aluno 11	100	100	58	143,75	150	300	851,75	PROGRAMADOR
13	Aluno 12	100	75	88	195,5	200	300	958,5	ANALISTA
14	Aluno 13	100	100	68	193,75	198	275	934,75	ANALISTA
15	Aluno 14	75	75	0	112,75	0	275	537,75	APRENDIZ
16	Aluno 15	75	75	0	127,75	145	245	667,75	APRENDIZ
17	Aluno 16	100	62,5	0	183,75	85	75	506,25	APRENDIZ
18	Aluno 17	0	50	0	66,75	0	0	116,75	AMADOR
19	Aluno 18	75	75	0	66,75	50	155	421,75	AMADOR
20	Aluno 19	100	0	0	193,75	140	260	693,75	APRENDIZ
21	Aluno 20	100	0	24	162,75	70	147,5	504,25	APRENDIZ
22									

Figura 2. *Scoreplay* da gamificação

#### 4.3.2 Resultados Quantitativos

Foram coletados por meio da planilha gamificada dividida em abas referentes às bonificações e às penalidades diárias, acrescida das percepções do juiz/*scoreplay*. Como exemplo, a Figura 2 ilustra a aba *score* de gamificação, referente ao desempenho dos discentes em relação ao conteúdo. O elemento pontos permitiu aos discentes um *feedback* positivo sobre o seu andamento dentro do conteúdo gamificado. Entretanto, identificou-se as seguintes necessidades de melhorias: (i) para a prática do Dojo permitir uma maior liberdade, por meio da atribuição de pontos unicamente pelo código coletivo desenvolvido em sala; e (ii) definir uma regra para a pontuação por tentativa na prática do LAB.

### 4.4 Validação do *Framework* Gamificado

A primeira forma adotada para validar o *framework* para apoio ao processo de ensino e aprendizagem de algoritmos vem de uma análise da progressão dos discentes no decorrer da disciplina. Para isso, coletamos as notas advindas das primeira e segunda provas realizadas durante a disciplina.

A segunda forma adotada para validar foi por meio da comparação das notas obtidas na abordagem gamificada em relação à disciplina de Algoritmos ofertada pela Faculdade de Computação no ano de 2016, em especial a terceira avaliação, a qual equivale com o conteúdo de estrutura de dados homogêneo, onde os discentes obtiveram um desempenho inferior ao das outras notas. Nesse ponto, quando analisamos a relação aos dados coletados por meio do experimento com os da observação participante, sendo as notas atribuídas e as anotações do pesquisador, observamos que a gamificação auxiliou os discentes no seu desempenho em relação à disciplina e se configura como sucesso para o processo de ensino e aprendizagem para Algoritmos.

## 5. Considerações Finais

Os resultados de cada etapa da pesquisa possibilitaram responder a questão-foco, bem como atingir o objetivo geral traçado. Dentre os principais resultados alcançados, destacamos: (i) maior participação dos alunos em sala; (ii) maior colaboração entre os alunos durante a resolução dos desafios propostos em sala; (iii) maior engajamento para a resolução das listas de exercícios; (v) melhora no desempenho da maior parte dos alunos no que diz respeito à nota; (vi) emprego de práticas dinâmicas e lúdicas em sala de aula; (vii) *feedback* em tempo hábil do progresso dos alunos na disciplina; e (viii) aceitação da abordagem por parte dos alunos.

O *framework* gamificado como proposta de produto dessa dissertação, após todas as alterações, mostrou-se adequado e oportuno para mitigar problemas de ensino e aprendizado na disciplina Algoritmos ou equivalente. Entretanto, também possui limitações percebidas principalmente durante o experimento realizado em uma ofertada da disciplina Algoritmos no CBCCC da Faculdade de Computação da UFPA. Como exemplos citam-se: (i) necessidade de uma infraestrutura mínima de recursos, que nem sempre está disponível, tais como laboratório de informática, apoio de monitor e uma pessoa para atuar como juiz/*scoreplay*; e (ii) o *framework* proposto não pressupõe a presença de alunos com deficiências e com temperamento introvertido, mas não se sabe precisar se é uma limitação do produto ou da própria abordagem *gamificada*.

Esta pesquisa de mestrado, dada a sua abrangência e relevância possui condições de originar novos trabalhos, tais como: (i) evolução da RSL para identificar outras abordagens gamificadas, seja por meio da expansão para outras fontes de busca, ou pela ampliação do período de pesquisa realizada pela revisão; (ii) avaliação e experimento da segunda versão do *framework* gamificado; (iii) avaliação do *framework* em outros conteúdos da disciplina Algoritmos; (iv) avaliação do *framework* para toda a disciplina Algoritmos; (v) desenvolvimento de uma ferramenta computacional para auxiliar no desenvolvimento do *framework* gamificado.

## Referências

- Appolinário, F. (2009). “Dicionário de metodologia científica: um guia para produção do conhecimento científico”. 1.ed. São Paulo: Atlas.
- Bosse, Y., Gerosa, M. A. (2015). “Reprovações e Trancamentos nas Disciplinas de Introdução à Programação da Universidade de São Paulo: Um Estudo Preliminar”. In: WEI, pp. 1 - 10.
- Creswell, J. W. (2007). “Uma estrutura para projeto. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto”. Porto Alegre: Artmed.
- Costa, C. S (2010). “Uma abordagem baseada em evidências para o gerenciamento de projetos no desenvolvimento distribuído de software”. Dissertação de Mestrado - PPGCC - UFPE, Recife.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., Nacke, L. (2011). “From game design elements to gamefulness: defining gamification”. In: 15th MindTrek conference, pp. 9-15.
- Dias Júnior, M., Mercado, L. (2016). “A Importância da Estratégia de Ensino por Simulação para a Disciplina de Algoritmos”. In: 5º CIAIQ, pp. 85 - 94.
- Diecheva, D., Dichev, C. (2015). “Gamification in Education: Where are we in 2015?”. In: E-LEARN 2015 - World Conference on E-Learning. Hawaii.
- Elgrably, I. S., Oliveira, S. R. (2018). “Gamification and Evaluation of the Use the Agile Tests in Software Quality Subjects: the Application of Experiments”. In: 13th ENASE.

- Fardo, M. L. (2013). "A Gamificação Aplicada em Ambientes de Aprendizagem". *RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação*. v. 11, p. 1.
- Freitas, M., Ramos, V., Galimberti, M., Mariani, A. C., Wazlawick, R. (2015). "A Comparação da Realidade Mundial do Ensino de Programação para Iniciantes com a Realidade Nacional: Revisão sistemática da literatura em eventos brasileiros". In: SBIE. pp. 318 - 327.
- Gonçalves, L., Giacomazzo, G., Rodrigues, F., Macaia, B. (2016). "Gamificação na Educação: um modelo conceitual de apoio ao planejamento em uma proposta pedagógica". XXVII SBIE.
- Kapp, K. M. (2012). "The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education". 1º. ed.: Pfeiffer & Company.
- Kitchenham, B., Charters, S. (2007). "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering". In: EBSE Technical Report, EBSE-2007-01.
- Marcussi, L. D., Guedes, K., Molin Filho, R. G., Santiago Filho, R. M., Beleti Junior, C. R. (2016). "Pesquisa no ensino de algoritmos e programação nas engenharias: estudos e resultados preliminares". In: SIMEPRO.
- May, T. (2004). "Pesquisa Social, Questões, métodos e processos". 3ª. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Mcgonigal, J. (2011). "Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change The World". Nova Iorque: The Penguin Press.
- Medeiros, J. S.; Figueiredo, K. (2015). "Game in Class: Criando Disciplinas Gamificadas". In: Workshops do IV CBIE, Maceió.
- SPIDER (2009). "Projeto SPIDER - Tool Suite for Quality". UFPA. Disponível em: <http://www.spider.ufpa.br/>. Acesso em: 2019.
- Quaresma, J. A. S., Eliasquevici, M. K.; Oliveira, S. R. B. (2018a) "Gamificação e Avaliação de um Framework de Ensino e Aprendizagem para a Disciplina Algoritmos: Um Estudo de Caso". XXIII TISE. Brasília.
- Quaresma, J. A. S., Eliasquevici, M. K.; Oliveira, S. R. B. (2018b) "Um Framework Gamificado para Ensino e Aprendizagem de uma Disciplina de Algoritmos ou Equivalente". XXIII TISE. Brasília.
- Quaresma, J. A. S., Eliasquevici, M. K., Menezes, J.; Oliveira, S. R. B. (2018c) "Um Estudo sobre a Disciplina Algoritmos ou Equivalente dos Cursos de Graduação quanto ao Ensino, Aprendizado e Conteúdo: Uma Aplicação de Survey". 15th CONTECSI. São Paulo.
- Quaresma, J. A. S., Eliasquevici, M. K.; Oliveira, S. R. B. (2019a) "Um Framework Gamificado para o Ensino e Aprendizagem da Disciplina Algoritmos ou Equivalentes". 16th CONTECSI. São Paulo.
- Quaresma, J. A. S., Eliasquevici, M. K., Menezes, J.; Oliveira, S. R. B. (2019b) "Abordagens Gamificadas para o Ensino e Aprendizagem na Disciplina Algoritmos: Uma Revisão Sistemática da Literatura". 16th CONTECSI. São Paulo.
- Quaresma, J. A. S., Eliasquevici, M. K.; Oliveira, S. R. B. (2019c) "Uma Avaliação Experimental do uso de um Framework Gamificado para a Disciplina Algoritmos e Equivalente". 27º WEI. Belém.
- Santos, E. D., Oliveira, S. R. (2018). "Gamificação como Ferramenta de Suporte de Apoio ao Ensino da Técnica Análise de Pontos por Função em um Turma de Pós-Graduação: Um Estudo de Caso". 15th CONTECSI. São Paulo.
- Sociedade Brasileira de Computação (2017). "Referenciais de formação para os cursos de graduação em Computação 2017". Brasil.
- Timmermann, G., González, F. (2016). "Mediações que os professores e alunos estabelecem com o conteúdo da disciplina de Algoritmos de cursos superiores: estudo de caso". In: Workshops do V CBIE, Uberlândia.
- Vianna, Y., Tanaka, S., Vianna, m., Medina, B. (2013). "Gamification, Inc: como reinventar empresas a partir de jogos". MJV Press. p.10.
- Werbach, K., Hunter, D. (2012). "For the win: How game thinking can revolutionize your business". Philadelphia: Wharton Digital Press.