

Gamificação e Avaliação de um *Framework* de Ensino e Aprendizagem para a Disciplina Algoritmos: Um Estudo de Caso

José Augusto de Sena Quaresma, Marianne Kogut Eliasquevici
Programa de Pós-Graduação Criatividade e Inovação em Metodologias de Ensino Superior,
Universidade Federal do Pará
Belém, Pará, Brasil
{augustoquaresma, mariane}@ufpa.br

Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal do Pará
Belém, Pará, Brasil
srbo@ufpa.br

ABSTRACT

The subject of Algorithms or equivalent is an important curricular component in the courses of Information Technology, since it bases the student and professional future on the knowledge of software development. However, a high level of disapproval can be observed from the literature and from a University of Northern Brazil, which the researchers of this work belong. This study aims to use concepts and elements of gamification to support the teaching of Algorithms in particular the content of Homogeneous Data Structure, with the purpose of stimulating and engaging a graduation class in the Algorithms subject. To that end, the classes that were taught used game elements as a motivation for the class, and with this it was possible to verify that the application of the gamification for the teaching of the content was efficient, since the students absorbed better the passed knowledge and it was noticed a greater interest and participation in the subject.

Author Keywords

Algorithms; gamification; teaching; learning.

ACM Classification Keywords

- Social and professional topics~Computer science education
- Theory of computation~Programming logic

INTRODUÇÃO

A disciplina Algoritmos ou equivalente é um componente curricular básico pertencente ao núcleo de fundamentos da computação para cursos de graduação em Tecnologia da Informação (TI) 30. Pode-se constatar que muitos são os nomes atribuídos para esta disciplina, como Introdução à Programação, Introdução à Ciência da Computação, Introdução à Programação de Computadores, Lógica de Programação, entre outras. Neste artigo será utilizado o nome Algoritmos ou equivalentes.

Em geral a disciplina é apresentada aos alunos nos semestres iniciais e, conseqüentemente, estabelece a primeira interação dos discentes com o desenvolvimento de

software. Possui o objetivo de desenvolver no aluno a capacidade de elaborar soluções lógicas mediante problemas genéricos em uma sequência de passos 8. Segundo o documento referente à formação dos cursos superiores em Computação 31, tais competências e habilidades são bases para a formação dos futuros profissionais nas áreas de Tecnologia da Informação, com especial ênfase no eixo de desenvolvimento de software.

Sabe-se que a disciplina Algoritmos é importante para a formação dos novos profissionais, pois atua como subsídio na continuidade do curso. Dias Júnior e Mercado 8 elencam alguns pontos abordados em vista às dificuldades na visão do aluno para o aprendizado da disciplina, como: conhecimento de lógica; dificuldade para entender o problema; e o conteúdo de estrutura de dados homogêneos. No entanto, é possível identificar o alto índice da redução de reprovação e evasão, com base na revisão sistemática da literatura realizada por 22027 sobre artigos que propunham intervenções de ensino na disciplina.

Logo, a busca por abordagens didáticas e metodológicas que busquem facilitar o ensino de algoritmos por parte do professor, bem como o aprendizado por parte dos estudantes, é algo que precisa e vem sendo perseguido. Dentre estas, no decorrer das pesquisas para a realização do trabalho, identificou-se o uso e a defesa da gamificação na educação, que busca por um maior engajamento do estudante por meio da inserção de elementos de jogos no contexto diferente de jogos 7. Estudos defendem a proposta de se utilizar elementos de jogos para envolver os alunos para o estímulo ao seu aprendizado.

No contexto deste estudo, foram utilizadas algumas técnicas de desenvolvimento ágil como o DOJO, que, de acordo com Luz e Neto 18, é uma atividade dinâmica e colaborativa inspirada em artes marciais, que segue uma disciplina em um ambiente de ensino seguro. Outra técnica adotada neste estudo foi o LAB (Laboratório de Programação 1029), onde no experimento a sala de aula foi organizada em duplas, e cada uma deveria resolver quatro desafios, que serão melhor detalhados no decorrer deste artigo. Ambas as técnicas foram utilizadas com o objetivo

de prover o ensino prático do conteúdo de estrutura de dados homogêneos da disciplina Algoritmos, juntamente com um jogo baseado na gamificação, onde os alunos alcançavam pontuações por resolverem os desafios e o recurso estrela pela participação no processo de ensino e aprendizagem a cada aula.

Desta forma, o principal objetivo desta pesquisa é relatar e discutir resultados obtidos na aplicação do *framework* gamificado (plano de ensino gamificado e planilha de gamificação com seus elementos), do conjunto de técnicas e do jogo no ensino da disciplina Algoritmos, em especial no conteúdo Estrutura de Dados Homogêneos. Com isso, foi definido um estudo de caso e aplicado em uma turma de graduação em Ciência da Computação para coletar os resultados e averiguar se o *framework* gamificado é uma boa abordagem para o ensino de Algoritmos. Assim, este trabalho busca propor uma forma para o ensino de Algoritmos em cursos de graduação em Tecnologia da Informação.

Esta pesquisa pode ser classificada como: uma pesquisa aplicada que tem como um dos objetivos gerar conhecimento e melhorar o entendimento a partir da gamificação voltada para o ensino de Algoritmos; é quantitativa, pois os dados e as informações foram armazenados e manuseados com o apoio de uma planilha eletrônica, onde estavam contidas todas as pontuações e bonificações de cada aluno em cada atividade realizada ou participação no processo; também é qualitativa, pois durante o planejamento houve um espaço destinado para coletar as opiniões, críticas e sugestões dos alunos (aula de *feedback*); é exploratória, pois foi desenvolvido um estudo de caso com o objetivo de ensinar o conteúdo de estrutura de dados homogêneos em uma sala de aula gamificada, onde, após a aplicação do experimento, os resultados foram analisados e discutidos entre os autores.

Além desta seção introdutória, contendo a identificação do problema e o objetivo do estudo, este artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 expõe o aporte teórico sobre o ensino de Algoritmos e sobre a gamificação; na Seção 3 apresentam-se informações referentes à disciplina de Algoritmos na graduação em cursos de Tecnologia da Informação; a Seção 4 apresenta os detalhes sobre a gamificação do conteúdo estrutura de dados homogêneos; a Seção 5 discute sobre a avaliação da gamificação; e as considerações, as contribuições e as limitações serão apresentadas na Seção 6.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seção de fundamentação teórica apresenta alguns conceitos para o melhor entendimento desse trabalho, tais como: ensino de algoritmos e gamificação.

Ensino de Algoritmos

O processo de ensino e aprendizagem de Algoritmos está presente na construção básica dos cursos da área de TI e é

um eixo fundamental da formação dos futuros profissionais, pois agrega ao profissional a capacidade de desenvolver e analisar a lógica de sistemas de informação computacionais.

No documento referente à formação dos cursos superiores em Computação 31, é possível visualizar que para o profissional adquirir competências em alguns eixos de formação, a exemplo desenvolvimento de sistemas e resolução de problemas, precisa do conteúdo da disciplina Algoritmos ou equivalente desde a fase inicial do curso. Logo, é possível inferir que, para o bom seguimento em disciplinas futuras, o conhecimento de como se estrutura os algoritmos e as competências adquiridas para alcançar este conhecimento fazem-se necessários.

Em geral, a disciplina é apresentada aos estudantes nos semestres iniciais do curso e, conseqüentemente, estabelece a primeira interação dos discentes com o desenvolvimento de software. O seu objetivo é desenvolver no aluno a capacidade de elaborar soluções lógicas mediante problemas genéricos em uma sequência de passos 8. Segundo o documento referente à formação dos cursos superiores em Computação 31, tais competências e habilidades são bases para a formação dos futuros profissionais nas áreas de Tecnologia da Informação, com especial ênfase no eixo de desenvolvimento de software.

Não existe uma única forma como a disciplina pode ser abordada. Dentre as técnicas mais comuns estão: (i) uso de problemas com enunciados textuais, os quais o professor procura trabalhar a destreza do aluno em entender o enunciado e 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) pedir que os alunos passem para o papel o que raciocinaram mentalmente; (iv) o professor acompanhar os alunos quando estes desenvolvem seus exercícios individualmente; 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.

Gamificação

A gamificação é conceituada como o uso de *design*, elementos e características de jogos em contextos diferentes de jogos 7. O estudo 21 define qualquer jogo por suas características básicas, quais sejam: meta, regras, sistema de *feedback* e participação voluntária. A 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* diz aos jogadores a atual situação do jogo e o quão perto estão de conseguir alcançar a meta. Já a participação voluntária exige que cada um dos jogadores aceite, conscientemente e voluntariamente, a meta, as regras e o sistema de *feedback*.

Vianna *et al.* 33 defendem o uso de jogos na educação como alternativa às abordagens tradicionais, com o intuito

de familiarizar pessoas com novas tecnologias, agilizar processos de aprendizado ou de treinamento e tornar tarefas mais agradáveis consideradas tediosas ou repetitivas. No estudo 17 observa-se que o uso de material gamificado para o ensino aumenta o engajamento subjetivo, proporciona níveis de prazer para o usuário e contribui para o processo de criação do conhecimento, o que aprimora a aprendizagem do aluno.

Como forma de embasar essa gamificação, foram utilizados alguns núcleos propostos no *framework 4*, a saber:

- **Significado Épico e Chamado**, que é o núcleo responsável por fazer os participantes acreditarem estar realizando algo superior ou que foram escolhidos para executar àquela ação. No caso deste trabalho, a construção da estrutura de dados e a colaboração com os colegas de sala;
- **Desenvolvimento e Realização**, que é o núcleo responsável por conduzir os progressos e desenvolver as habilidades. Para a gamificação proposta, este núcleo é retratado na aquisição de pontos e em conseguir compreender o conteúdo trabalhado;
- **Empoderamento da Criatividade e Feedback**, que é expressado quando o usuário está engajado em um processo criativo em que ele repetidamente descobre novas coisas e combinações. No contexto deste trabalho, tem-se como foco no *ranking* para os alunos e na aula de *feedback* coletando informações;
- **Propriedade e Posse**, quando o usuário sente-se motivado a ter ou controlar algo. Esse núcleo age quando o usuário conseguia resolver um dos desafios propostos na gamificação relatada neste trabalho;
- **Influência Social e Pertencimento**, que são elementos sociais que buscam motivar os participantes. No caso deste trabalho, as bonificações atribuídas e os prêmios ao final da gamificação do conteúdo.

As técnicas de gamificação utilizadas na construção da sala de aula gamificada deste trabalho foram: narrativa, pontos, ganhar prêmios, lista de desafios, recurso estrela, bonificação, monitoramento, atividades em grupo e *ranking*.

A DISCIPLINA ALGORITMOS

A disciplina de Algoritmos é ofertada anualmente para alunos regulares e ingressantes no curso de Ciência da Computação e Sistemas de Informação de uma universidade federal do Norte do Brasil. É uma disciplina obrigatória e considerada básica por ter como objetivo atribuir competências para os alunos necessárias para a continuidade de maneira satisfatória. As competências da disciplina estão descritas no documento base para o curriculum dos cursos de Tecnologia da Informação. No

que tange o conteúdo, os currículos 301 são base e informam o que precisa ser ministrado.

Estrutura de Dados Homogêneos

No estudo 25 tem-se um *survey* sobre a disciplina de Algoritmos, onde é possível observar informações relativas ao conteúdo, em especial, a sua dificuldade. No estudo citado pode-se observar que o conteúdo mais difícil é o de Recursividade, tanto na visão do docente quanto na do discente. Porém, no contexto da universidade federal onde este trabalho foi realizado, foi possível averiguar a partir de uma observação participante feita anteriormente que o conteúdo de Recursividade não era ministrado. Portanto, adotou-se o segundo mais difícil, no caso o de Estrutura de Dados Homogêneos.

Objetivo

O objetivo da disciplina Algoritmos é o de desenvolver no aluno a capacidade de compreender e elaborar algoritmos com qualidade e eficiência para a solução de problemas computacionais, independente de uma linguagem de programação.

Em relação ao conteúdo gamificado, este teve como objeto de ensino: “Capacitar o discente da disciplina, após a conclusão dos estudos sobre o conteúdo, em desenvolver e analisar Estrutura de Dados Homogêneos”.

Além disso, tiveram-se como objetivos de aprendizagem, assim que o discente finalizasse as atividades, os seguintes:

1. Identificar estrutura de dados homogêneos em algoritmos;
2. Implementar estrutura de dados homogêneos em algoritmos e na linguagem de programação adotada para a disciplina;
3. Realizar teste para analisar qual o resultado do processamento da estrutura de dados homogêneos.

Metodologia de Avaliação

O desenvolvimento do conteúdo da disciplina é feito por meio de aulas híbridas, aliando teoria e prática laboratorial, resolução de listas de exercícios, questões de desafios e elaboração de projetos. O principal instrumento de avaliação da disciplina é a prova teórica realizada pelos alunos ao final de cada uma das unidades de conteúdo.

GAMIFICAÇÃO DO CONTEÚDO ESTRUTURA DE DADOS HOMOGÊNEOS

A disciplina Algoritmos foi o contexto do estudo de caso que será apresentado e teve a seguinte Questão de Pesquisa (QP):

O uso de gamificação auxilia o engajamento da turma e aumenta a aprendizagem sobre o conteúdo de Estrutura de Dados Homogêneos?

Com o objetivo de responder a essa QP, foi criada uma sala de aula gamificada para esse estudo de caso, a qual possui os seguintes elementos: o espaço físico (laboratório de

informática), o espaço virtual (plataforma Moodle), os jogadores (alunos), os juizes (monitores e professor), as metodologias de ensino aplicadas, as regras do jogo, a meta do jogo, e os outros elementos de gamificação que foram utilizados, detalhados nas subseções a seguir.

Metodologia

As etapas de realização do estudo de caso estão representadas na Fig. 1. Foi realizado uma revisão por pares com a intenção de avaliar o plano de ensino e a planilha gamificada. Além disso, a professora da disciplina realizou ajustes necessários para um melhor aproveitamento do conteúdo na disciplina Algoritmos.

Como forma de melhor compreensão sobre o estudo de caso realizado, abaixo segue o detalhamento de cada uma das etapas realizadas.

- Definir estudo de caso: nesta etapa foi definida a técnica que seria utilizada, no caso a gamificação, e o conteúdo que seria ministrado da disciplina Algoritmos, o escolhido foi Estrutura de Dados Homogêneos;
- Definir elementos de gamificação: foram definidos os elementos trabalhados na sala de aula gamificada, como os jogadores, o espaço físico e virtual, os juizes, a competição, as medalhas, o avatar diário, as pontuações, as bonificações, as regras, a meta e o prêmio para os melhores alunos;
- Preparação do estudo de caso: esta etapa consistiu em planejar e organizar a aplicação do estudo, onde foram elaborados os *slides* da aula híbrida, as listas de desafios utilizados na aula híbrida (para resolução em casa), a aula com prática DOJO, LAB e teste teórico; e a elaboração dos questionamentos sobre a opinião e as sugestões dos alunos;
- Desenvolver plano de Ensino e planilha Gamificada: serão melhor discutidos nas seções seguintes;

- Revisão por pares: o processo de revisão por pares 24 foi realizado por especialistas em Algoritmos e Gamificação no plano de ensino e na planilha gamificada, com o intuito de avaliar a proposta dos pesquisadores e prover considerações;
- Implementar ajustes: os ajustes solicitados pelos avaliadores foram realizados com o intuito de melhorar a proposta da gamificação, onde foram sistematizados e discutidos pelos autores do artigo e implementados nos documentos já mencionados;
- Coletar dados: os dados foram coletados por meio de uma planilha eletrônica que continha todas as informações relevantes do desempenho e da participação dos alunos no experimento;
- Analisar dados: com a finalização da gamificação, os resultados foram analisados e discutidos entre os autores;
- Relatório gamificado do estudo de caso: após a aplicação do experimento foi elaborado um relatório em formato de artigo com os resultados obtidos.

O estudo de caso foi realizado em uma turma de graduação do curso de Ciência da Computação em um período de 8 aulas.

O primeiro dia foi destinado a uma conversa inicial sobre gamificação, onde foi apresentada uma versão em formato de apresentação do plano de ensino, contendo: a meta, as regras, os personagens da gamificação, como os alunos ganhariam pontos, como os alunos bonificariam e o cronograma das aulas. O plano de ensino *gamificado* está disponível na íntegra no link: <https://bit.ly/2MMq2UI>.

Na segunda e terceira aulas foi adotada a abordagem teórica e prática com o conteúdo de estrutura de dados homogêneos. No primeiro dia foi trabalhado sobre vetores e no segundo sobre matrizes. Foi apresentado o conceito, uma metáfora, depois a implementação na linguagem Pascal e,

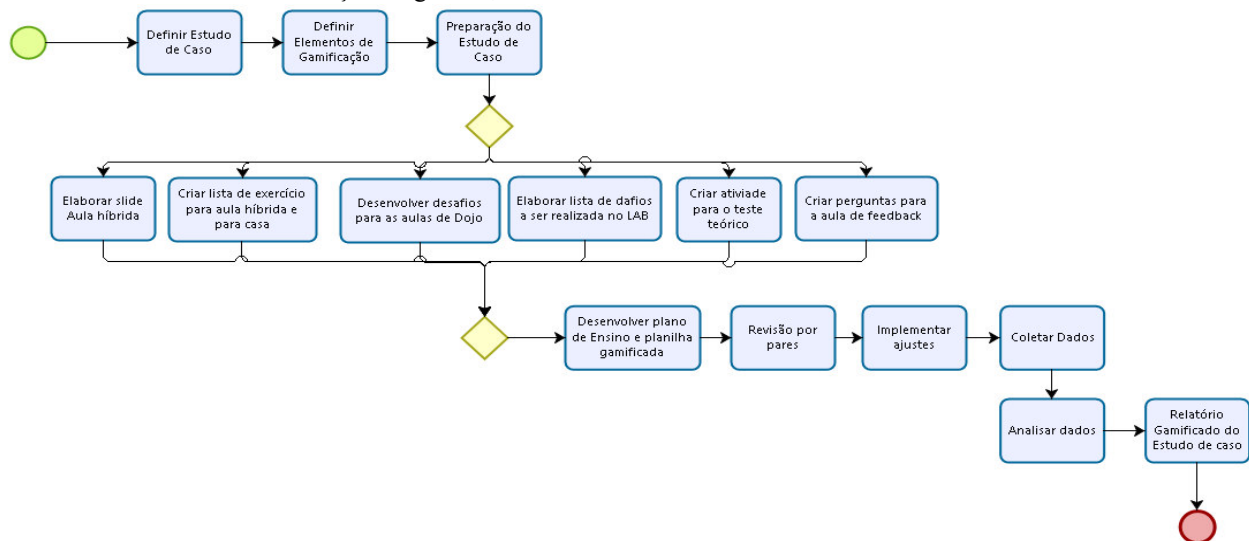


Figura 1. Etapas de Realização do Estudo de Caso

por fim, os alunos eram convidados a resolver questões referentes ao conteúdo.

Na quarta e quinta aulas foi realizada a aplicação da técnica do DOJO, que é uma atividade realizada em pares em um ambiente seguro. O aluno aprende por tentativa e erro, com o auxílio de seus pares. Tal prática é adaptada do *framework* apresentado em 18. Esta prática possui os seguintes papéis: (i) **piloto**, responsável pelo desenvolvimento do código e narrar suas atividades; (ii) **copiloto**, auxilia no planejamento e na codificação do programa, sendo opcional; e (iii) **plateia**, que interage entre si com a intenção de cooperar com o piloto e copiloto durante o desenvolvimento. Os alunos tiveram um período inicial de 10 minutos para verificar e analisar a questão proposta. Após esse período, um aluno assumia como primeiro piloto, depois de 7 minutos ocorria a troca por outro aluno, até que todos os alunos participassem da atividade. A posição de copiloto era opcional, reservada para caso algum aluno desejasse ajudar o piloto na codificação. Após três minutos do piloto codificando, a plateia podia interagir com ele, bem como o copiloto voluntariar-se para ajudar. Como material necessário foram utilizados um computador e um projetor multimídia.

Na sexta aula houve a prática do LAB com pareamento, técnica na qual os alunos foram divididos em duplas, utilizando sorteio, para serem convidados a resolver quatro problemas computacionais a partir de soluções algorítmicas sobre o conteúdo de estrutura de dados homogêneos. As orientações foram repassadas pelos juizes da gamificação logo no início da prática. Como regra estabelecida, não foi permitido o acesso à internet, porém foi permitido *coaching* como forma de ajudar as duplas. O material utilizado foi um computador para cada dupla. Essa prática foi adaptada do *framework* proposto em 10.

Na sétima aula os alunos foram submetidos a uma atividade avaliativa, o Teste Teórico, contendo quatro questões subjetivas, onde duas questões versaram sobre vetor e duas foram sobre matrizes, visando verificar e analisar o conhecimento e o aprendizado adquirido pelos alunos.

O estudo foi conduzido da seguinte maneira: na aula inicial foi relatado para os alunos que eles passariam por uma experiência diferente da abordagem tradicional da disciplina, a qual seria a adoção da gamificação ao conteúdo de Estrutura de Dados Homogêneos. Nessa aula foi apresentado o plano de ensino e a planilha gamificada com a meta, as regras e a forma como os alunos pontuariam e bonificariam. A planilha contém os elementos de jogos descritos no plano de ensino, tais como: **Pontuações**, que o aluno adquiria na resolução dos desafios propostos no decorrer das atividades; **Avatar diário**, concedido à medida que o aluno ganhava pontos nas práticas; **Bônus diário**, que concediam bônus ao aluno, os quais versavam sobre presença do aluno, a participação dele em sala, sugestões para possíveis melhorias nas aulas, questionamento sobre o conteúdo trabalhado em sala e o fato do aluno colaborar

com o outro para a solução das atividades; **Penalizações diárias**, os quais retiravam os bônus dos alunos, podendo ser por falta, atraso em 10 minutos com até 4 por aula, uso do computador que não seja em relação ao Pascalzim e ao Moodle, e a penalidade por atrapalhar a aula; **Recurso estrela**, concedido aos alunos no final de cada aula a partir das contabilizações dos bônus.

As pontuações estavam distribuídas da seguinte maneira em relação às aulas:

- Aula teórica e prática (ATP) com um total de 200 pontos, sendo atribuído 25 pontos por resolução de desafio, com 4 desafios por dia, totalizando por dia 100 pontos;
- DOJO do tipo Randori, onde foi atribuído por funcionalidade concluída 20 pontos. Caso o aluno tivesse utilizado o fluxo programar-testar, seria concedido 30 pontos. Se o discente narrasse a programação, ganharia 100 pontos. E a nota geral para as questões foi de 50 pontos;
- A prática de LAB foi realizada com 4 desafios, sendo atribuído pela tentativa 20 pontos e 30 pontos pelo código desenvolvido;
- A lista de exercício para casa, a qual era para entregar via plataforma Moodle no dia do LAB, e continha 10 questões com 10 pontos cada, atribuído para o aluno caso ele tenha respondido corretamente;
- Teste teórico foi realizado com 4 desafios, sendo atribuído pela tentativa 10% da pontuação, no caso 7,5 e 67,5 pelo código desenvolvido. Como tentativa no teste teórico, foi atribuída como regra a leitura ou a impressão do vetor ou matriz utilizando estrutura de repetição;
- Na aula de *feedback* e na conversa inicial não foi atribuída pontuação, apenas bonificação.

À medida que os alunos adquiriam pontuações a planilha eletrônica disponibilizada gerava os avatares diários automáticos, segundo o padrão estabelecido na Tabela 1.

Avatar	Faixa de Pontuação			
	ATP	DOJO	LAB	Teste
Analista	90 – 100	180 - 200	270 - 300	270 - 300
Programador	70 – 89	150 - 179	230 - 269	230 - 269
Aprendiz	50 – 69	120 - 149	190 - 229	190 - 229
Amador	0 – 49	0 - 119	0 - 189	0 - 189

Tabela 1. Faixa de pontuação para aquisição de avatar diário.

A Sala de Aula

A sala de aula é um dos instrumentos mais importantes da gamificação, visto que foi nela que foi realizado este estudo de caso, bem como o jogo em si. A sala é um laboratório de informática, possuindo quadro magnético para explicação, projetor multimídia, computadores para os alunos, professora e monitores. No dia da prova teórica os alunos foram para uma sala de aula, sem acesso a internet e sem o uso do computador. Na atividade LAB, realizada em laboratório, foi disponibilizado um computador por dupla.

Os resultados da situação atual da gamificação foram disponibilizados diariamente aos alunos, no início de cada aula e na sala de aula virtual, com o objetivo de apresentar para os alunos *feedback* o mais rapidamente possível.

O Design da Gamificação

A colaboração é o elemento principal do jogo, visto que por meio dela os alunos da turma são motivados a uma prática cada vez mais presente no mercado de trabalho, o qual é o trabalho em equipe. Neste estudo, como já foi mencionado, o objetivo era pontuar, bonificar e avaliar os conhecimentos adquiridos sobre o conteúdo de Estrutura de Dados Homogêneos. Para isso, foi elaborada uma planilha eletrônica para registrar os resultados das pontuações e das bonificações de cada aluno, obtidas nas aulas. Com o objetivo de demonstrar elementos importantes aos alunos, foi disponibilizado e apresentado o conhecimento sobre o plano de ensino com as regras e as metas para os alunos pontuarem e bonificarem. Além disso, as apresentações e as listas de exercício foram disponibilizadas aos alunos por meio da sala de aula virtual.

A cada início de aula os alunos já sabiam o resultado prévio e sua devida posição no *ranking* da gamificação. À medida que as atividades eram concluídas com sucesso, era gerada uma determinada pontuação para estas. O foco principal do jogo era acumular o maior número possível de pontos, de modo que, ao final do experimento, os números de pontos alcançados fossem convertidos na nota para uma das avaliações da disciplina Algoritmos. Como auxiliar a essa nota, as bonificações que eram convertidas em recurso estrela ao final da gamificação transformavam-se também

em nota. Na Tabela 2 é possível identificar os elementos da gamificação que foram utilizados em cada aula e a forma de pontuação.

Tipo de aula	Elementos
Aula teórica e prática	Pontos, Avatar diário, recurso Estrela, Bônus, Narrativa, Lista de desafios.
DOJO	Pontos, Avatar diário, Bônus, recurso estrela, Narrativa, Lista de desafios, <i>Coaching</i> , <i>Ranking</i> .
LAB	Pontos, Avatar diário, <i>Ranking</i> , <i>Coaching</i> , Lista de desafios.
Teste teórico	Pontos, Avatar diário, <i>Ranking</i> , <i>Coaching</i> , Lista de desafios.
<i>Feedback</i>	Bônus, recurso estrela e Ganhar prêmio.

Tabela 2. Relacionamento de Tipos de Aula com Elementos de Gamificação.

AVALIAÇÃO DO USO DE GAMIFICAÇÃO PARA O ENSINO DE ALGORITMOS

Para avaliar o aprendizado, os resultados utilizados foram o do *score* da gamificação, presente na Tabela 3. O *score* de gamificação é formado pelo desempenho do aluno em relação ao conteúdo, nesse caso à medida que os alunos respondiam ganhavam pontos dentro da gamificação. Em geral, observou-se que a gamificação possibilitou uma progressão de aprendizagem no conteúdo da disciplina, como pode-se perceber nos alunos 12 e 20. Os alunos que tiveram o desempenho considerado não muito satisfatório, no caso os que receberam o avatar Amador e Aprendiz, foram pessoas que não estavam presentes em sala de aula e não procuraram o monitor para ver como suprir essa situação.

Membro	Lista Exercício 01	Lista Exercício 02	Lista para Casa	DOJO	LAB	Prova Teórica	Total	Avatar Final
Aluno 01	0	75	0	66,75	0	0	141,75	Amador
Aluno 02	100	75	0	143,75	85	11,25	415	Amador
Aluno 03	100	50	0	193,75	155	95	593,75	Aprendiz
Aluno 04	100	100	99	177,5	200	290	966,5	Analista
Aluno 05	100	100	86	193,75	198	300	977,75	Analista
Aluno 06	100	100	67	198,5	180	300	945,5	Analista
Aluno 07	100	100	86	197	140	275	898	Programador
Aluno 08	100	100	80	193,75	0	275	748,75	Programador
Aluno 09	100	62,5	0	177,75	170	55	565,25	Aprendiz
Aluno 10	100	75	0	193,75	50	185	603,75	Aprendiz
Aluno 11	100	100	58	143,75	150	300	851,75	Programador
Aluno 12	100	75	88	195,5	200	300	958,5	Analista
Aluno 13	100	100	68	193,75	198	275	934,75	Analista
Aluno 14	75	75	0	112,75	0	275	537,75	Aprendiz
Aluno 15	75	75	0	127,75	145	245	667,75	Aprendiz
Aluno 16	100	62,5	0	183,75	85	75	506,25	Aprendiz
Aluno 17	0	50	0	66,75	0	0	116,75	Amador
Aluno 18	75	75	0	66,75	50	155	421,75	Amador
Aluno 19	100	0	0	193,75	140	260	693,75	Aprendiz
Aluno 20	100	0	24	162,75	70	147,5	504,25	Aprendiz

Tabela 3: *Score* de gamificação dos alunos no conteúdo

A lista de exercício para casa teve adesão razoável e nenhum aluno conseguiu alcançar os 100 pontos destinados à lista. Essa situação foi possível averiguar na aula de *feedback*, onde os alunos afirmaram que a lista estava com um nível de complexidade muito alto, por isso nem tentaram entregar. Entretanto, na mesma sessão que coletou informações dos alunos, foi possível verificar que eles achavam que não era necessário maior tempo de aulas teórico e prática.

O instrumento de coleta de dados com as informações detalhadas sobre como os alunos pontuaram e suas respectivas pontuações em relação a cada um dos exercícios está disponível online no link: <http://twixar.me/cr43>.

Metodologia de Ensino

Sobre às metodologias utilizadas no estudo de caso, os alunos afirmaram que a utilização de uma sala de aula gamificada para o ensino do conteúdo de Estrutura de Dados Homogêneos na disciplina de Algoritmos foi muito válida, pois por meio dela eles tiveram toda a visão teórica e prática do assunto. Além do mais os alunos puderam vivenciar prática de metodologias ágeis para o aprendizado de algoritmos.

No que tange às aulas teóricas e práticas, os alunos participaram ativamente a partir do estímulo feito pela professora e monitores da disciplina no momento da explicação, por meio de perguntas abertas sobre o conteúdo.

Em relação aos cenários de aprendizagem adotando o DOJO Randori e o LAB, os alunos durante a aula de *feedback* afirmaram que foi uma experiência positiva para o aprendizado dentro da disciplina. Vale ressaltar que eles solicitaram que tais práticas pudessem ser adotadas em todos os conteúdos trabalhados na disciplina.

Outro elemento da gamificação que foi utilizado com o intuito de verificar o desempenho dos alunos em relação ao conteúdo e a participação foi o uso da medalha. Para esse estudo de caso foi adotado a medalha Power e a medalha Participativo. A primeira referente à quantidade de pontos que o aluno tinha acumulado no decorrer da gamificação, ou seja, o desempenho, cujo o resultado pode ser visto na Tabela 4. A segunda indicava o aluno com maior quantidade de estrelas, ou seja, o que mais participou no processo, cujo o resultado pode ser visto na Tabela 5.

Medalhas - Power			
Posição	Valor	Nome	Tipo
1º Lugar	977,75	Aluno 05	Ouro
2º Lugar	966,5	Aluno 04	Prata
3º Lugar	958,5	Aluno 12	Bronze

Tabela 4. Tabela com as informações da Medalha Power

Medalhas - Participativo			
Posição	Valor	Nome	Tipo
1º Lugar	10	Aluno 12	Ouro
2º Lugar	9	EMPATE	Prata
3º Lugar	9	EMPATE	Bronze

Tabela 5. Tabela com as informações da Medalha Participativo.

Resultados Obtidos

Os dados quantitativos foram coletados para a análise e foram alocados na planilha do experimento, já os dados qualitativos foram coletados por meio de gravações de áudio, previamente aprovadas pelos alunos e monitores participantes, e as considerações foram analisadas pelos autores do artigo.

Como resultados quantitativos têm-se o *ranking* dos alunos (vide Fig. 2), onde percebe-se que nenhum dos alunos conseguiu alcançar os 1000 pontos dentro da gamificação. Porém, pode-se observar que vários alunos aproximaram-se, como é o caso do aluno ganhador do Power, Aluno 05, com 977,75.

Outro elemento quantitativo que se pode apresentar é a quantidade de estrelas distribuídas em relação às aulas ministradas (vide Fig. 3). Pode-se observar que a maior participação dos alunos em aula foi durante o segundo dia, no DOJO Randori. Em relação à participação, vale ressaltar que nos dias em que a prática foi LAB e Teste Teórico não foi contabilizado o recurso estrela.

Como dados qualitativos, além da aula de *feedback*, após cada aula os monitores da disciplina reuniam-se identificando pontos fortes, fracos e oportunidades de melhoria para o *framework* gamificado. Dessas duas formas conseguiu-se extrair os seguintes dados: alteração das questões para se trabalhar o DOJO Randori de escopo fechado para escopo aberto, o qual foi reafirmado pelos alunos; preparação de uma proposta para gamificar a disciplina inteira de Algoritmos com DOJO e prática de LAB em cada um dos conteúdos trabalhados na disciplina; aumento gradativo de dificuldade dentro das listas de desafios para serem resolvidos na sala e em casa; verificação de formas para atender alunos que tem timidez para trabalhar em equipe. Vale ressaltar que todos os pontos levantados, tanto pelos monitores quanto pelos alunos, foram discutidos com os autores do trabalho com a finalidade de aprimorar o *framework* gamificado para o processo de ensino e aprendizagem na disciplina Algoritmos.

CONCLUSÃO

Este artigo apresentou resultados de um estudo de caso que permitiu aprimorar o ensino do conteúdo Estrutura de Dados Homogêneos na disciplina de Algoritmos de um curso de graduação. Os resultados obtidos com a planilha e com o *feedback* dos participantes torna possível responder a

Ranking Alunos

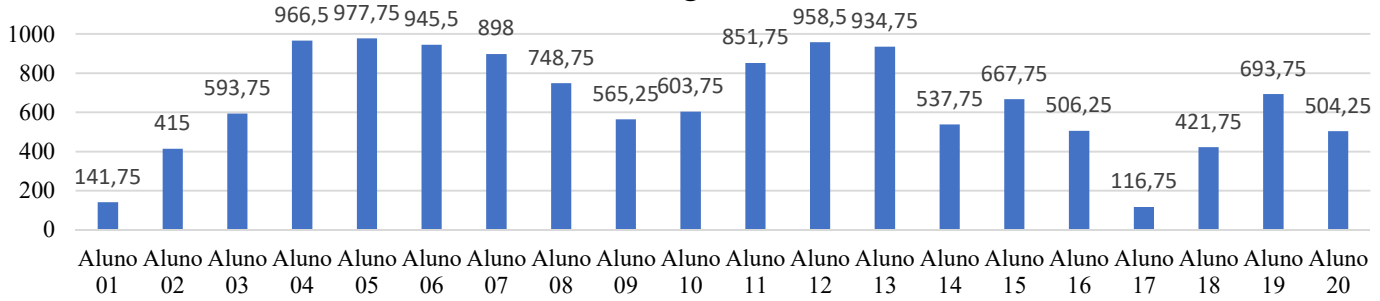


Figura 2. Ranking dos Alunos na Gamificação

Quantitativo total de estrela atribuído no processo

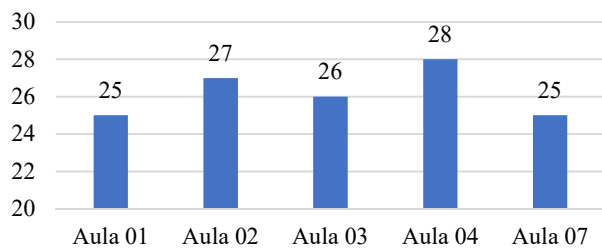


Figura 3. Quantitativo total de estrelas atribuídos no processo

QP que foi apresentada na Seção 4, onde a utilização da gamificação como ferramenta de apoio ao ensino contribuiu de forma positiva para o aprendizado. Uma forma de qualificar a melhoria do desempenho dos alunos em relação a versões anteriores da disciplina foi a partir: da análise feita pela participação constante e contínua dos alunos durante todo o processo de gamificação com perguntas e interações entre os participantes nas várias atividades propostas; da obtenção dos conceitos na disciplina, que na maioria dos alunos foi acima de BOM, quando no normal a média fica em REGULAR.

Importante salientar que uma estratégia adotada para remotivar os alunos que não obtiveram êxito nas primeiras fases do *framework* gamificado foi a inclusão de tarefas que proporcionaram a colaboração e a competição entre todos os alunos e que permitiram uma visão gradual do aumento do grau de dificuldade dos desafios propostos. Adicionalmente, os alunos contaram com a presença constante de monitores para orientar no conteúdo das tarefas definidas para a gamificação.

Dentro da execução do estudo de caso foi possível verificar possíveis melhorias, as quais podem ser adotadas em uma segunda execução do *framework*, tais como:

- Alteração dos desafios do LAB e Lista de Exercício para casa;

- Aumento da quantidade de questões da Lista de Exercício para casa;
- Papel de copiloto no DOJO Randori foi transformado em opcional;
- A regra de atribuição dos 10% pela tentativa de questão, o qual para o *framework* foi a leitura ou escrita utilizando a estrutura de laço;
- Permitir que os alunos tenham 10 minutos iniciais para compreender a questão no DOJO Randori;
- Auxílio para os alunos com *coaching* durante a prática do LAB;
- Adaptação do material para um aluno com baixa visão. Assim, no horário da aula a plataforma Moodle liberava o material para que o aluno pudesse visualizar com a ferramenta “lupa” no computador.

Como trabalhos futuros os autores sugerem a utilização do escopo de gamificação com outros temas e em outros lugares. Além de alguns outros pontos que podem ser melhorados:

- Analisar a forma de trabalhar o DOJO Randori para alunos com baixa visão;
- Executar as alterações propostas no *framework* para realizar um segundo estudo de caso com o intuito de avaliar a viabilidade de cada um dos elementos de jogos utilizados;
- Desenvolver uma ferramenta para apoiar o ensino gamificado da disciplina Algoritmos;
- Realizar um estudo com grupo de controle para qualificar a melhoria do desempenho dos alunos que usaram o *framework* gamificado em relação a versões anteriores da disciplina.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a todos os alunos que participaram do estudo de caso relatado neste trabalho, seja participando ativamente das atividades propostas, seja fornecendo *feedbacks* sobre o estudo de caso.

REFERÊNCIAS

1. ACM/IEEE. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. ISBN: 978-1-

- 4503-2309-3. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2534860>. Dezembro, 2013.
2. Yoram Bosse e Marco Aurélio Gerosa. 2015. Reprovações e Trancamentos nas Disciplinas de Introdução à Programação da Universidade de São Paulo: Um Estudo Preliminar. In: *WEI-Workshop sobre Educação em Computação*, p. 1-10.
 3. Sergio E. R. de Carvalho. 1986. *Introdução à Programação com PASCAL*. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus.
 4. Yu-Kai Chou. 2013. *Octalysis: Complete gamification framework*. Yu-Kai Chou & Gamification.
 5. Catarina de S. Costa. 2010. *Uma abordagem baseada em evidências para o gerenciamento de projetos no desenvolvimento distribuído de software*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
 6. Felipe Decourt, Paulo R. Baldner, e Hamilton R. Neves. 2012. *Planejamento e gestão estratégica*. Rio de Janeiro: FGV.
 7. Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, e Lennart Nacke. 2011. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In: *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. ACM, p. 9-15.
 8. Maurício Dias Júnior e Luís Mercado. 2016. A Importância da Estratégia de Ensino por Simulação para a Disciplina de Algoritmos. In: *CLAIQ2016*, v. 4.
 9. Darina Dicheva, Christo Dichev, Gennady Agre, e Galia Angelova. 2015. Gamification in education: a systematic mapping study. *Journal of Educational Technology & Society*, v. 18, n. 3, p. 75.
 10. Isaac S. Elgrably e Sandro R. B. Oliveira. 2018. Gamification and Evaluation of the Use the Agile Tests in Software Quality Subjects: the Application of Experiments. In: *13th ENASE - Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering*. Madeira, Portugal.
 11. Anabela de J. Gomes. 2010. *Dificuldade de aprendizagem de programação de computadores: contributos para a sua compreensão e resolução*. Tese (Doutorado em Engenharia Informática) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.
 12. Lucia M. M. Giraffa e Michael da C. Mora. 2013. Evasão na disciplina de algoritmo e programação: um estudo a partir dos fatores intervenientes na perspectiva do aluno. In: *Ponencias de Congressos CLABES*. México DF, México.
 13. Nobert Grotz. 2016. Improving programming skills using computer based feedback and peer group competition. In: *2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, p. 585-591.
 14. Wen-Chun Hsu e Hao-Chiang K. Lin. 2016. Impact of applying WebGL technology to develop a web digital game-based learning system for computer programming course in flipped classroom. In: *2016 International Conference on Educational Innovation through Technology (EITT)*, p. 64-69.
 15. Kai Huotari e Juho Hamari. 2012. Defining gamification: a service marketing perspective. In: *Proceedings of the 16th international academic MindTrek Conference*. ACM, p. 17-22.
 16. Andreia de Jesus e Gláucia S. Brito. 2009. Concepção de ensino-aprendizagem de algoritmos e programação de computadores: a prática docente. *Varia Scientia*, v. 9, n. 16, p. 149-158,
 17. Wei Li, Tovi Grossman, e George Fitzmaurice. 2012. GamiCAD: a gamified tutorial system for first time autocad users. In: *Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology*. ACM, p. 103-112.
 18. Ramiro B. Luz e Adolfo Neto. 2012. Usando Dojos de Programação para o Ensino de Desenvolvimento Dirigido por Testes. In: *XXIII Brazilian Symposium on Informatics in Education (SBIE 2012)*. Rio de Janeiro. p.25-35.
 19. Sômulo N. Mafra, Rafael F. Barcelos, e Guilherme H. Travassos. 2006. Aplicando uma Metodologia Baseada em Evidência na Definição de Novas Tecnologias de Software. In: *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, Florianópolis, SC, Brasil, p. 239-254.
 20. Leticia D. Marcussi, Karoline Guedes, Rafael G. D. M. Filho, Robertino M. S. Filho, Carlos R. Beleti Junior. 2016. Pesquisa no ensino de algoritmos e programação nas engenharias: estudos e resultados preliminares. In: *Simpósio de Engenharia de produção: Perspectivas e soluções para a indústria e mercado de trabalho*. Londrina.
 21. Jane McGonigal. 2011. *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin Books.
 22. Antonio J. Mendes e Anabela de J. Gomes. 2000. Suporte à aprendizagem da programação com o ambiente SICAS. In: *Actas do V Congresso Ibero-Americano de Informática Educativa*, Viña del Mar.
 23. Antonio J. N. Mendes. 2001. Software educativo para apoio à aprendizagem de programação. In: *Taller International de Software Educativo*, Universidade de Coimbra. Portugal.
 24. Lilian Nassi-Calò. 2015. *Avaliação por pares: modalidades, prós e contras*. Scielo em perspectiva.

25. José A. S. Quaresma, Marianne K. Eliasquevici, Júlio Menezes, e Sandro R. B. Oliveira. 2018. Um Estudo sobre a Disciplina Algoritmos ou Equivalente dos Cursos de Graduação quanto ao Ensino, Aprendizado e Conteúdo: Uma Aplicação de Survey. In: *15th CONTECSI - International Conference on Information Systems and Technology Management*. São Paulo, Brasil.
26. André L. A. Raabe e Júlia M. C. da Silva. 2005. Um ambiente para atendimento as dificuldades de aprendizagem de algoritmos. In: *XIII Workshop de Educação em Computação (WEI'2005)*. São Leopoldo, RS, Brasil.
27. José L. Ramos e Rui G. Espadeiro. 2014. Introdução do pensamento computacional na formação inicial de professores - Questões de avaliação e investigação. In: *Atas – Investigação Qualitativa em Ciências Sociais (CIAIQ2014)*, v. 3.
28. Vinicius Ramos, Raul Waziawick, Maurício Galimberti, Mateus Freitas, e Antonio C. Mariani. 2015. A Comparação da Realidade Mundial do Ensino de Programação para Iniciantes com a Realidade Nacional: Revisão sistemática da literatura em eventos brasileiros. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, p. 318.
29. Estêvão D. Santos e Sandro R. B. Oliveira. 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. In: *15th CONTECSI - International Conference on Information Systems and Technology Management*. São Paulo, Brasil.
30. SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. 2005. *Currículo de Referência para cursos de graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia da Computação*. Brasil.
31. SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. 2017. *Referenciais de formação para os cursos de graduação em Computação 2017*. Brasil.
32. Judith Tanur. 1982. Advances in methods for large-scale surveys and experiments. R. Mcadams, N. J. Smelser, and D. J. Treiman (eds.), *Behavioral and Social Science Research: A National Resource, par. II*. Washington, DC: Nacional Academy Press.
33. Ysmar Vianna, Maurício Vianna, Bruno Medina, e Samara Tanaka. 2013. *Gamification, Inc: como reinventar empresas a partir de jogos*. MJV Press.
34. Carlos E. C. Vieira, José A. T. de Lima Junior, e Priscila de P. Vieira. 2015. Dificuldades no Processo de Aprendizagem de Algoritmos: uma Análise dos Resultados na Disciplina de AL1 do Curso de Sistemas de Informação da FAETERJ–Campus Paracambi. *Cadernos UniFOA*, v. 10, n. 27, p. 5-15.