

# As estratégias de gamificação da disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos segundo o Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos

Walter Aoiama Nagai<sup>1</sup>, Claudia Akemi Izeki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira  
Rua Irmã Ivone Drummond, 200 – Distrito Industrial II  
Itabira-MG - Brasil - 35903-087

walternagai@unifei.edu.br,claudiaizeki@unifei.edu.br

**Abstract.** *This paper describes an analysis of gamification strategies of Design and Analysis of Algorithms course in 2014 and 2015 according to Dynamic Model for Gamification of Learning. This model allows a structure that maximize the educational effectiveness that correlates with the four primary factors games like curiosity, challenge, fantasy and control. The analysis combine Design and Analysis of Algorithms course with Dynamic Model for Gamification of Learning, allowing positive view of the gamification implementation with the students.*

**Resumo.** *Neste artigo é descrita uma análise das estratégias de gamificação da disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos nos anos de 2014 e 2015, segundo os critérios descritos no Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos. Esse modelo permite uma estrutura que visa maximizar a eficácia educativa que se correlaciona com os quatro principais fatores primários de jogos como curiosidade, desafio, fantasia e controle. A análise associa as estratégias da disciplina Projeto e Análise de Algoritmos com itens do Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos, permitindo a visualização de resultados positivos da implantação na disciplina com a gamificação.*

## 1. Introdução

A Gamificação é um termo descrito por [Kapp 2012], que consiste em uma ferramenta responsável por auxiliar na solução de desafios e instigar a motivação dos participantes. Segundo [Vianna et al. 2013], essa ferramenta utiliza estratégias baseadas em jogos, que são adaptáveis e aplicáveis em diversas áreas como: empresas, mercado de trabalho, instituições financeiras, saúde e educação. No entanto, para [Kapp 2012], Gamificação não consiste apenas de “mecânicas de jogos”, ou seja, recompensas, pontos e medalhas. O próprio autor afirma que a Gamificação tende a ir além desse caminho, ou seja,

*...ainda que seja um dos temas mais festejados do momento, a gamificação, como conceito, tem sido sistematicamente mal interpretada; é errado pensar que se trata de uma ciência que se debruça sobre o ato de criar jogos, mas sim uma metodologia por meio da qual se aplicam mecanismos de jogos à resolução de problemas ou impasses em outros contextos [Kapp 2012].*

E para [Kim and Lee 2015], o principal objetivo da gamificação é “encorajar um maior envolvimento nas pessoas e ajudar na criação de experiências mais ricas em eventos da vida diária através de mecânica de jogo e, mais importante, com mais prazer”.

Em [Huang and Soman 2013] são descritas experiências de Gamificação realizadas na Universidade de Toronto em várias áreas, inclusive ciências sociais e administração. Em conformidade com o tema de Gamificação de disciplinas da área de Computação, no trabalho de [Iosup and Epema 2014] são descritas experiências de Gamificação para a disciplina de Organização de Computadores e a disciplina de pós-graduação *Cloud Computing* de uma universidade na Europa, na qual frequentaram durante três anos 450 discentes nessas disciplinas. No trabalho de [Kumar and Khurana 2012] é descrita a Gamificação da disciplina de programação introdutória em linguagem C/C++ para aumentar o engajamento dos discentes, transformando requisitos da disciplina em itens de jogo.

Como comentado no trabalho de [Maekawa et al. 2015], “*os estudantes precisam se tornar ativamente envolvidos em seu próprio aprendizado, realizando suas próprias descobertas do que meramente aceitar falas e escritas*”. O desenvolvimento do aprendizado na disciplina Projeto e Análise de Algoritmos pode ser estimulado com a produção de programas executáveis corretos e com boas práticas de programação procurando por soluções, muitas vezes, ótimas. A disciplina Projeto e Análise de Algoritmos é uma continuação de disciplinas como: Lógica de Programação, Algoritmos e Estruturas de Dados I e Algoritmos e Estruturas de Dados II na instituição de ensino.

O objetivo deste artigo é realizar uma análise das estratégias de gamificação desenvolvidas na disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos e observar quais características dessas estratégias são similares às demonstradas no Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos. Com o intuito de descrever esta análise, o artigo está organizado da seguinte maneira: na Seção 2 é descrito o Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos (*Dynamic Model for Gamification of Learning*) e suas características; na Seção 3 são descritas as características das estratégias desenvolvidas na disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos; na Seção 4 são descritas as relações existentes entre o Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos e as estratégias de gamificação da disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos; e por fim, na Seção 6 são apresentadas as considerações finais dessas relações encontradas e as contribuições para o aprendizado na disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos com estratégias de gamificação.

## 2. Sobre o *Dynamic Model for Gamification of Learning*

Segundo [Kim and Lee 2015], o Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos (MDAJ) ou *Dynamic Model for Gamification of Learning* (DMGL) “*é um modelo dinâmico de aprendizagem baseada em jogo que visa maximizar a eficácia educativa que se correlaciona com os quatro principais fatores primários como curiosidade (curiosity), desafio (challenge), fantasia (fantasy) e controle (control)*”.

Com o intuito de compreender o MDAJ, quatro teorias de aprendizagem baseada em jogos digitais são importantes de serem destacadas:

- a teoria *Game Design Factors* (GDF) descreve os fatores que justificam as razões pelos jogos digitais serem envolventes como o *gameplay* (jogabilidade) e o *game balance* (balanço sobre o jogo). Pode se considerar que a jogabilidade é um conjunto de escolhas interessantes que demonstram surpresa, prazer e interações por meio de sons e imagens. O balanço sobre o jogo é um conjunto de procedimentos pós-produção do jogo depois que o mesmo foi finalizado.

- a teoria *Key characteristics of a Learning Game (KCLG)* ou características-chave de um jogo de aprendizagem estão vinculadas à motivação intrínseca do jogador. A motivação intrínseca é independente do ambiente, das situações e das mudanças, pois está intimamente relacionada a interesses individuais e que podem ser alterados apenas pela escolha da pessoa. Esta motivação intrínseca é despertada por 4 fatores: (i) desafios (*challenge*) que ofereçam níveis de dificuldade; (ii) curiosidades sensoriais ou cognitivas; (iii) fantasia por meio de imagens mentais de objetos não presentes na experiência do aprendiz envolvido e; por fim, (iv) controle é a autodeterminação e comando pelo próprio aprendiz.
- a teoria *Attention-Relevance-Confidence-Satisfaction (ARCS)* é formada pelos fatores envolvidos em um ambiente educacional como atenção, relevância, confiança e satisfação. A atenção refere-se à resposta percebida, pelo professor, do aprendiz. A relevância auxilia os aprendizes a associar experiências anteriores com os conceitos passados pelo professor. A confiança salienta a importância da construção de uma expectativa positiva dos aprendizes com o seu desempenho na aprendizagem dos conceitos passados pelo professor. A satisfação está relacionada à prática dos aprendizes com os conceitos e habilidades adquiridos no final da aprendizagem.
- a teoria *Mechanics-Dynamics-Aesthetics (MDA)* denota os princípios básicos de um jogo de aprendizagem como mecânica-dinâmica-estética. A mecânica está relacionada a características implementadas por dados e algoritmos como: pontos, níveis, placares, rankings, medalhas, etc. A dinâmica está relacionada à execução dos mecanismos de mecânica que atuam com os dados de entrada dos jogadores ao longo do tempo. A estética está vinculada às respostas emocionais do jogador à medida que interage com o jogo.

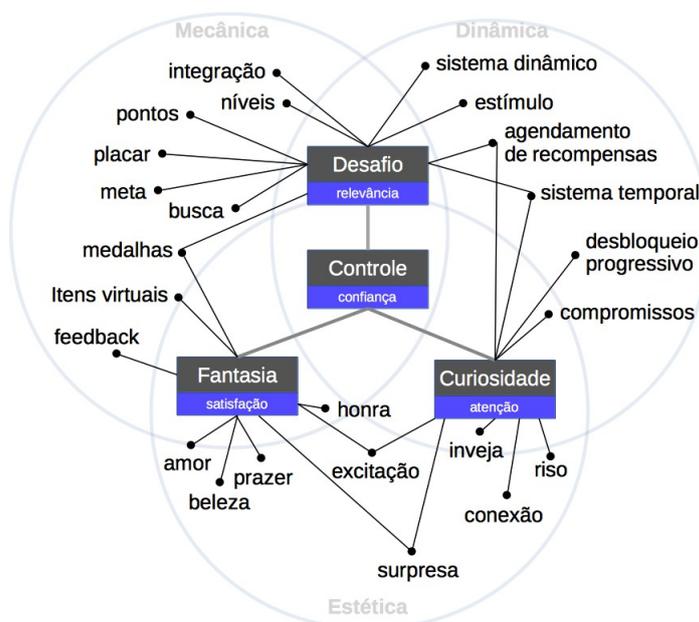


Figura 1. Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos retirado de [Kim and Lee 2015] e adaptado para a língua portuguesa pelos autores do artigo.

A partir das características dessas quatro teorias, um gráfico de Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos pode ser observado na Figura 1. Esse gráfico é um compilado das quatro teorias e seus relacionamentos. A teoria KCLG cobre as demais teorias. O desafio está vinculado a características de mecânica e dinâmica; a fantasia está vinculada a características de mecânica e estética; e a curiosidade está vinculada a características de dinâmica e estética. A teoria ARCS está relacionada nos itens *Curiosity – Attention, Challenge – Relevance, Control – Confidence e Fantasy – Satisfaction*.

### 3. A Gamificação da disciplina Projeto e Análise de Algoritmos

As estratégias de gamificação na disciplina Projeto e Análise de Algoritmos foram realizadas no segundo semestre de 2014 e 2015 com 47 alunos, no total, do curso de Engenharia de Computação. A temática dos jogos realizados era sobre Cavaleiros Jedi da mitologia cinematográfica criada em Star Wars, mais especificamente, uma nova categoria denominada “Jedi Hacker”. Com o intuito da gamificação ser diferente nas duas turmas, decidiu-se pela estratégia de elaborar episódios diferentes como apresentados nos filmes de Star Wars.

- Turma 2014 – Episódio 1 – Treinamento Jedi Hacker (TJH): no qual a dinâmica foi baseada em uma narrativa (*Storytelling*) que acontece após os eventos dos 6 filmes da saga Star Wars. A premissa da narrativa foi a seguinte: “*Luke, Leia e Han Solo mostram-se preocupados com as informações do Império após a sua queda; assim, Luke, Leia e Han Solo precisam criar uma nova categoria de jedis, Jedi Hackers*”;
- Turma 2015 – Episódio 2 – Dojo Jedi Hacker (DJH): a dinâmica continuou uma narrativa, mas a intenção foi criar um vínculo sentimental e mesmo de superação ao associar os discentes como aprendizes jedis. Por se tratar de uma continuação, o aprendiz foi despertado por uma curiosidade sobre o que já aconteceu e qual era seu papel nesta história, desta forma criando-se um vínculo adicional ao jogo. A premissa da narrativa para este episódio foi: “*os mestres Jedis Hackers criam dojos de treinamento em planetas aliados e começam a treinar novos jedis hackers. O Dojo Jedi Hacker é uma estrutura de treinamento Jedi para treinar novos Jedi Hackers no uso da Força para hacker computadores do Império. A principal ideia é aumentar os midichlorians existentes nos Jedi para permitir um controle telecinético de sistemas computacionais*”.

A mecânica de funcionamento das turmas e suas gamificações são semelhantes, sendo compostas por:

- **desafios** que os discentes participaram de treinamentos jedis que aconteceram durante os dois bimestres da disciplina em sala de aula com uma carga-horária de 02hs/aula para cada treinamento. Esses treinamentos tinham a característica de confrontar os conhecimentos repassados pelo docente com uma parceria estimulada entre os discentes para resolver um ou mais problemas por treinamento;
- **atividades de grupo** que os discentes em equipe deveriam desenvolver projetos práticos em linguagem C++ ou Java que possuirá o mesmo contexto da narrativa;
- **feedback** realizado pelas respostas dos exercícios teóricos, treinamentos Jedi e avaliações em sala de aula que eram providas pelo docente;

- **retribuições** de acordo com o progresso de pontuação acumulada obtidas pelos discentes que permitia subir níveis de escala jedi;
- **compensações** obtidas por troca definidas pelo docente.

Os componentes que faziam parte dos jogos eram formadas por:

- **realizações**, nas quais todos os discentes eram gratificados por pontos por avaliações escritas, projetos práticos, listas de exercícios realizadas, treinamentos e interação social;
- **placar** no qual os aprendizes podiam acompanhar as atividades concluídas e a pontuação recebida;
- **medalhas** a cada nível jedi alcançado pelo discente;
- **níveis Jedi** adquiridos como Younglin, Padawan, Cavaleiro Jedi, Mestre Jedi e por último o nível Jedi Conselheiro. A cada nível foi atribuída uma porcentagem concluída no jogo. Um jogador era Youngling alcançando-se até 30% dos pontos, um Padawan era aquele que possuía até 50% dos pontos, um cavaleiro possuía até 75%, um mestre possuía até 85% dos pontos e o conselheiro possuía até 100% dos pontos;
- **pontos** adquiridos em uma escala de pontos que variava de 0 (zero) até 2000 (dois mil pontos).

Uma diferença fundamental entre as estratégias das turmas de 2014 e 2015, foi que na turma de 2015, as pontuações dos participantes eram refletidas diretamente nas notas finais bimestrais dos discentes. Na turma de 2014 as pontuações adquiridas eram reavaliadas pelo docente para refletir nas notas finais bimestrais. Essa mudança foi realizada pelo docente pois alguns discentes da turma de 2014 sugeriram que poderia aumentar a motivação dos discentes da próxima turma.

#### **4. Análise da Gamificação segundo o *Dynamic Model for Gamification of Learning***

Nesta Seção são descritas cada uma das características-chave do Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos e quais itens são identificados nas estratégias de gamificação realizadas na disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos.

##### **4.1. Característica-chave Desafio**

Alguns itens de *mecânica* foram identificados nas estratégias de gamificação da disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos:

- *integração*, pois o jogo está integrado à disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos por meio das notas parciais e final;
- *níveis*, nos quais o discente (jogador) durante o jogo conquista os pontos e níveis jedi;
- *pontos* que estão relacionados às notas conseguidas em diferentes atividades;
- *busca* que o discente deve realizar para concluir as atividades passadas pelo docente;
- *placar* que é uma lista de pontos conseguidos pelos discentes, mostrando as posições de todos durante o jogo;

- *medalhas* são conseguidas assim que os discentes atingem as pontuações mínimas para cada nível jedi;
- *meta* está vinculada ao objetivo de cada trabalho e treinamentos jedi realizados durante o jogo;

Quanto à *dinâmica*, os itens identificados foram:

- *sistema dinâmico* que se altera a jogabilidade da disciplina, pois a quantidade de treinamentos é variável;
- *ritmo* do jogo é semanal e os discentes (jogadores) precisam manter os estudos em dia;
- *agendamento de recompensas* que são atribuídas à medida que o discente alcança um nível jedi;
- *sistema temporal* pois a cada bimestre, as notas (ou pontos) devem ser lançados no sistema acadêmico.

#### 4.2. Característica-chave Fantasia

A maioria dos itens de *mecânica* foram identificados nas estratégias de gamificação da disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos:

- *medalhas* remete à identificação visual de jedi conhecidos da mitologia *Star Wars*;
- *itens virtuais* como truque mental, pulo, telecinese e velocidade são conseguidos de acordo com o nível jedi conseguido pelo discente;
- *feedback* como uma forma de retribuição por participar do jogo fazendo as atividades.

Quanto à *estética*, os itens identificados foram:

- *honra* que os cavaleiros jedi trazem na mitologia do *Star Wars*;
- *excitação* a cada nível jedi conseguido pois a meta comum dos jogadores é tornar-se um mestre jedi;
- *surpresa* pois a cada nível jedi abre-se a oportunidade de obter “poderes” de um jedi.

Itens como amor, beleza, prazer não foram identificados nas estratégias de gamificação da disciplina.

#### 4.3. Característica-chave Curiosidade

Alguns itens de *dinâmica* foram identificados nas estratégias de gamificação da disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos:

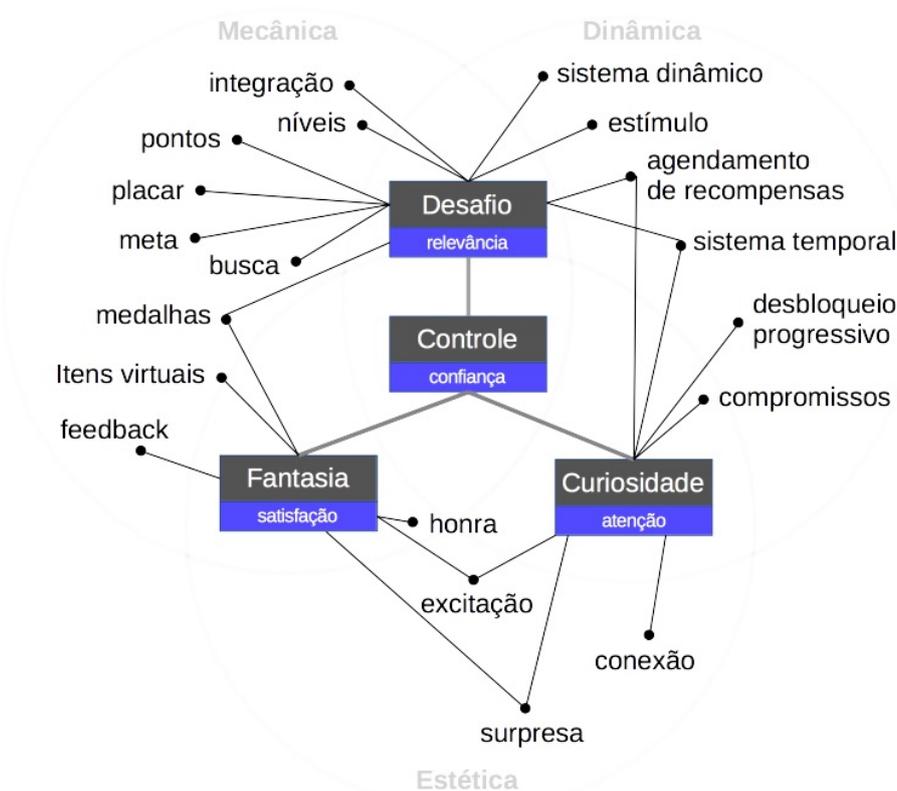
- *sistema dinâmico* que se altera a jogabilidade da disciplina, pois a quantidade de treinamentos é variável;
- *escalonamento de recompensas* que são atribuídas à medida que o discente alcança um nível jedi;
- *desbloqueio progressivo* de itens virtuais e medalhas à medida que se obtém um nível jedi;
- *compromissos* que o discente deve cumprir durante o jogo para obter os pontos;

Quanto à *estética*, os itens identificados foram:

- *excitação* por observar os pontos serem lançados e a expectativa de obter um novo nível jedi;
- *surpresa* por obter o nível jedi;
- *conexão* do discente e reconhecimento de suas habilidades com a mitologia jedi.

Itens como inveja e riso não foram identificados nas estratégias de gamificação da disciplina.

Na Figura 2 pode ser observado um Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos modificado que reflete as estratégias de gamificação implantadas e utilizadas na disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos. Pode-se perceber que a maior parte do Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos da Figura 1 estão presentes na Figura 2.



**Figura 2.** O Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos alterado para refletir as estratégias de gamificação da disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos.

#### 4.4. Característica-chave Controle

O Controle é o elemento que centraliza todos os demais elementos como Mecânica, Dinâmica e Estética. Em um ambiente educacional gamificado, o controle é de responsabilidade do docente que é responsável em oferecer desafios, manter a fantasia e despertar as melhores características de estética de seus aprendizes.

## 5. Atividades realizadas e Pontuações

Como comentado na Seção 3, as estratégias de gamificação da turma 2015 – *Dojo Jedi Hacker* (DJH) denotaram atividades avaliativas que eram refletidas diretamente nas notas bimestrais dos alunos. Na Tabela 1 podem ser observadas as atividades, suas denominações e a pontuação de cada atividade. Convencionou-se chamar as lista de exercícios de *kata*, pois estão relacionados a repetições de conceitos; as avaliações parciais de *exames de faixa*; os projetos práticos de implementação de *luta* e os exercícios em sala de *treinamentos*.

Primeiro bimestre		
Atividade	Denominação no jogo DJH	Pontuação
Lista de exercícios #1	Kata #1	40
Lista de exercícios #2	Kata #2	60
Projeto #1	Luta #1	120
Projeto #2	Luta #2	180
4 Exercícios em sala	4 Treinamentos Jedi	100
Avaliação parcial #1	Exame de Faixa #1	250
Avaliação parcial #2	Exame de Faixa #2	250
<b>Total de pontos</b>		<b>1000</b>
Segundo bimestre		
Atividade	Denominação no jogo DJH	Pontuação
Lista de exercícios #3	Kata #3	40
Lista de exercícios #4	Kata #4	60
Projeto #3	Luta #3	120
Projeto #4	Luta #4	180
4 Exercícios em sala	4 Treinamentos Jedi	100
Avaliação parcial #3	Exame de Faixa #3	250
Avaliação parcial #4	Exame de Faixa #4	250
<b>Total de pontos</b>		<b>1000</b>

**Tabela 1. Pontuações do jogo distribuídas entre as atividades realizadas na disciplina Projeto e Análise de Algoritmos na turma 2015.**

Para a turma 2015 também decidiu-se inserir subníveis nos níveis Younglin, Padawan e Cavaleiro Jedi para que os discentes pudessem acompanhar a evolução de seus papéis. Em relação aos níveis Jedi, três discentes da turma 2015 ficaram como Younglin, cinco ficaram como Cavaleiros Jedi e nove se tornaram Mestres Jedi. Infelizmente, nenhum discente se tornou um Mestre Conselheiro Jedi.

Nível	Classificação Jedi	Pontuação mínima	Pontuação máxima
1	Younglin 1 e 2	0	599
2	Padawan 1 e 2	600	999
3	Cavaleiro Jedi 1 e 2	1000	1499
4	Mestre Jedi	1500	1699
5	Conselheiro	1700	2000

**Tabela 2. Níveis Jedi da Turma 2015 (DJH).**

A partir de cada nível Jedi conquistado no final do semestre, os discentes poderiam utilizar qualquer uma das habilidades descritas na Tabela 3.

<b>Nível Jedi (mínimo)</b>	<b>Habilidade</b>	<b>Descrição da habilidade</b>	<b>Pontos trocados</b>
Mestre	<b>Pulo</b>	<i>Eliminar uma questão na avaliação, adiar um dia a entrega de um projeto, revisar uma avaliação após a data combinada</i>	-200
Cavaleiro	<b>Telecinese</b>	<i>Adicionar 10 pontos em uma avaliação (pode ser usado em 2 avaliações diferentes)</i>	-100
Cavaleiro	<b>Velocidade</b>	<i>Trabalho adicional para aumentar a média final (pode ser usado no final do semestre)</i>	-200
Mestre	<b>Truque mental</b>	<i>Alterar a nota de um projeto para 60 pontos</i>	-200

**Tabela 3. Habilidades Jedi da Turma 2015 (TJH).**

Para o acompanhamento dos aprendizes Jedi foi projetado um site na URL <https://sites.google.com/site/dojojedihacker/>, no qual poderiam acompanhar as pontuações obtidas, medalhas e níveis Jedi conseguidos em cada atividade.

## 6. Considerações finais

Conforme citado por [Kim and Lee 2015], a gamificação encoraja o envolvimento das pessoas para estimular experiências mais ricas; a busca por maior envolvimento na disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos é necessário, pois a mesma possui um conteúdo rico sobre diversos tópicos das áreas de Algoritmos e Estruturas de Dados, o qual é muito importante para a formação do aluno do curso de Engenharia de Computação. Para a realização da gamificação na disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos algumas atividades semanais eram necessárias:

- preparação do docente para ministrar o conteúdo;
- preparação dos treinamentos jedi que tinham uma periodicidade variada de acordo com o conteúdo ministrado pelo docente. No mesmo dia, eram divulgadas as respostas dos treinamentos jedi para que os discentes pudessem ler e compreender o conteúdo;
- preparação de exercícios e divulgação das respostas dos exercícios da semana anterior;
- preparação de textos dos projetos práticos a cada mês com níveis de dificuldades diferenciados. O primeiro e o terceiro meses tinham uma dificuldade menor de implementação que os projetos do segundo e quarto meses;

- divulgação atualizada do placar de pontuação dos discentes no jogo.

Dentro do contexto da narrativa da gamificação da disciplina, os discentes tinham uma sensação de vitória parcial devido ao último nível conquistado. Muitos se sentiam satisfeitos em se tornar um cavaleiro Jedi, mas tinham sempre o objetivo de se tornar um Mestre Jedi. Os obstáculos do jogo, na verdade, eram os próprios componentes do jogo como treinamento Jedi, as avaliações escritas e os projetos. Apesar que os treinamentos Jedi eram um grande incentivo dos discentes participarem em dupla ou grupos para resolução de problemas. A colaboração era mais percebida em projetos práticos realizados em equipe. Foi percebido que na análise realizada da disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos segundo o Modelo Dinâmico de Aprendizado baseado em Jogos, as estratégias de gamificação desenvolvidas estimularam a maior parte de sentimentos de estética, a fantasia do jogo e os desafios tornaram-se claros e estimulantes aos discentes.

### Agradecimentos

Agradecimentos a Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG<sup>1</sup>) pelo auxílio financeiro e a UNIFEI pelo espaço disponibilizado, técnicos e docentes que auxiliaram na execução do trabalho.

### Referências

- Huang, W. H.-Y. and Soman, D. (2013). *A Practitioners Guide to Gamification of Education*. University of Toronto, University of Toronto, 105 St. George Street, Toronto, ON M5S 3E6.
- Iosup, A. and Epema, D. (2014). An experience report on using gamification in technical higher education. In *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE '14*, pages 27–32, New York, NY, USA. ACM.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
- Kim, J. T. and Lee, W.-H. (2015). Dynamical model for gamification of learning (dmgl). *Multimedia Tools and Applications*, 74(19):8483–8493.
- Kumar, B. and Khurana, P. (2012). Gamification in education - learn computer programming with fun. *International Journal of Computers and Distributed Systems*, 2(1):46–53.
- Maekawa, C. H., Nagai, W. A., and Izeki, C. A. (2015). Relato de gamificação da disciplina projeto e análise de algoritmos do curso de engenharia de computação. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, 1.
- Vianna, Y., Vianna, M., Medina, B., and Tanaka, S. (2013). Gamification, inc. como reinventar empresas a partir de jogos. Internet.

---

<sup>1</sup><http://www.fapemig.br>