

**INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IME-USP)**

FABIO TAKASHI HIRANO

O Uso de *Gamification* no ensino de Programação para
Crianças: um estudo de caso

Supervisor: Prof. Dr. Marco Dimas Gubitoso

**SÃO PAULO
2015**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1 GAMIFICATION	4
2.1.1 GAMIFICATION NA EDUCAÇÃO	5
2.1.2 GAMIFICATION NO BRASIL	6
2.2 ENSINO DE PROGRAMAÇÃO PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES.....	6
3. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	8
3.1 ALUNOS.....	8
3.2 AULAS.....	9
3.3 GAMIFICATION.....	9
4. ATIVIDADES REALIZADAS.....	11
4.1 MEDIÇÃO DE ENGAJAMENTO	11
4.2 IMPLEMENTAÇÃO	12
4.2.1 PONTUAÇÃO.....	12
4.2.2 MISSÕES	13
4.2.3 BADGES.....	14
5. ANÁLISE DE RESULTADOS	16
5.1 TESTE T DE STUDENT	17
5.1.1 GRUPOS HOMOGÊNEOS	17
5.1.2 EFETIVIDADE DA APLICAÇÃO DE GAMIFICATION NO FIM DO CURSO	18
5.2 OUTROS EFEITOS	19
6. CONCLUSÃO	21
APRECIÇÃO PESSOAL E CRÍTICA	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

1. Introdução

O Ensino de programação de computadores para crianças e adolescentes tem suas primeiras referências na década de 80, mas ganhou força no final dos anos 2000 com iniciativas como o Code.org e com decisões como a dos governos do Reino Unido, Austrália e Estônia de adicionar a disciplina na grade curricular obrigatória em suas escolas. Ainda que os produtos tecnológicos façam parte da realidade das pessoas dessa faixa etária, o processo de aprendizado de computação pode ser árido e desgastante, fazendo o estudante se perder o interesse pelo assunto antes mesmo de adquirir conhecimentos suficientes para entender de fato a ciência da computação.

Uma das soluções que vem sendo aplicada recentemente é o uso de técnicas e mecânicas de jogos em sala de aula. Damos o nome de *Gamification* (ou Ludificação) a esse conjunto de ideias. Apesar de ser relativamente bem sucedido nas plataformas de ensino à distância, não há muitos estudos conclusivos sobre sua eficácia em aulas presenciais.

Este trabalho aplicou técnicas de *gamification* em um curso de Introdução à Computação voltado para crianças e adolescentes entre 8 e 13 anos e avaliou os resultados obtidos. A implementação da *gamificação* foi dada através de modificações no código do Moodle, além da criação dos plugins *Bunny Master* e *Level Up!*, para contabilizar os méritos e pontuações dos alunos de forma lúdica.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Gamification

A utilização de jogos como ferramenta para aumentar o engajamento de pessoas em atividades é um recurso reconhecido pela comunidade científica. McGonigal (2012) entende esse aumento como uma característica da sociedade moderna. Para ela:

Na sociedade atual, os jogos de computador e os videogames estão satisfazendo as genuínas necessidades humanas que o mundo real tem falhado em atender. Eles oferecem recompensas que a realidade não consegue dar. Eles nos ensinam, nos inspiram e nos envolvem de uma maneira pela qual a sociedade não consegue fazer. Eles estão nos unindo de maneira pela qual a sociedade não está.

De acordo com Paharia (2010), o termo *Gamification* foi utilizado pela primeira vez em 2008 por James Currier para descrever o uso de mecânicas de jogos para assegurar a lealdade de clientes. Nos anos seguintes, diversos usos para a palavra foram apresentados, criando no âmbito acadêmico uma discussão sobre sua definição exata. Além disso, outros termos foram criados em paralelo para descrever diferentes usos de jogos e suas mecânicas fora do contexto de jogos como por exemplo *Productivity Games* (DONALD; MUSSON; SMITH, 2008), *Funware* (TAKAHASHI, 2008) e *Playful Design* (FERRARA, 2012).

Buscando eliminar as ambiguidades, algumas definições para *Gamification* foram introduzidas. Para Huotari e Hamari (2012):

Gamification é uma forma de empacotar um produto de forma que seu serviço principal seja melhorado por um sistema de regras que geram uma resposta e mecanismos de interação com o usuário que busquem facilitar e ajudar a criação de valor percebido pelo usuário.

Deterding et al. (2011) criaram a definição acadêmica mais aceita atualmente para *Gamification*. No artigo define-se *Gamification* como “o uso de elementos de *Game Design* fora do contexto de jogos”. Essa definição busca ser mais geral e é um contraponto a Huotari e Hamari (2012) que trazem uma definição específica para uso da técnica em serviços ao consumidor.

Mais recentemente, Koivisto e Hamari (2014) definiram *Gamification* como “o fenômeno de criar uma experiência de jogo”, ou seja, o criar a sensação de se estar dentro de um jogo.

Para o presente trabalho, escolheu-se tratar *Gamification* como uma maneira de engajar pessoas em uma atividade, disponibilizando para isso ferramentas de incentivo cuja inspiração e mecânicas são oriundas dos jogos. Somando-se essas ferramentas à visão de McGonigal, entende-se o crescimento do uso de *Gamification* em diversos âmbitos (HUOTARI; HAMARI, 2012). De acordo com a Gartner, Inc., em 2015 mais de 50% das organizações que lidam com processos de inovação terão *gamificado* suas atividades em alguma instância (GARTNER GROUP, 2011).

2.1.1 *Gamification* na Educação

Diversas iniciativas nos últimos anos buscaram introduzir *Gamification* na educação. Uma grande variedade de temas foram abordados como temas de educação *gamificada*, tais como o ensino de Ciências (ROUSE, 2013), Matemática (GOEHLE, 2013) e Artes Gráficas (VILLAGRASA; DURAN, 2013). Todas essas tentativas foram bem sucedidas, aumentando o engajamento dos alunos e o ritmo da evolução no aprendizado. Entretanto, em sua grande maioria as aplicações de *Gamification* se retringem a plataformas de aprendizado online, utilizando um LMS (*Learning Management System*) para controlar tanto a distribuição do conteúdo como a avaliação das técnicas de aprendizagem.

No ensino da Ciência da Computação, iniciativas que utilizam de *Gamification* também podem ser vistas, uma das mais notórias sendo a de Li et al. (2013) que se utilizaram da plataforma PeerSpace para ensinar alunos nos estágios iniciais de Ciência da Computação a aprender

programação. Em seu trabalho, eles descrevem o resultado da adição de recursos de *gamification* a um ambiente on-line social. Como resultado, notou-se um aumento no engajamento dos alunos, além de uma maior participação da turma no ambiente virtual *PeerSpace*, fortalecendo a comunidade de alunos daquela turma específica. Eles ainda notam que é necessário mais tempo para ter certeza de que a metodologia causou de fato uma mudança no aprendizado dos alunos, mas as turmas iniciais demonstram que o caminho da *Gamificação* merece ser estudado.

2.1.2 Gamification do Brasil

No Brasil também existem tentativas de usar *Gamification* para aumentar o engajamento de pessoas, seja na educação ou no trabalho. Em Macaé (RJ), operadores de plataformas de petróleo utilizam um simulador de guindastes para aprender a manejar os equipamentos. Baseados em mecânicas e dinâmicas de videogames, os *softwares* de simulação capacitam os funcionários ao mesmo tempo em que preservam as máquinas originais ao não utilizá-las para aulas instrucionais (ALVES; HAYDU; SOUZA, 2010).

Já Sombrio, Haeming e Ulbricht (2014) estudaram e aplicaram *Gamification* na disciplina “Criatividade”, do curso de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da UFSC. Baseando-se no projeto *Horizon* da NMC, elas identificaram uma oportunidade de cumprir o desafio de transformar “estudantes consumidores em estudantes criadores”. Como resultado, notaram que a inclusão de tecnologias e novas metodologias no ensino são não apenas benéficas como cada vez mais necessárias, especialmente nos níveis mais básicos da educação. Segundo as autoras, “Existe uma lacuna muito grande entre a formação dos professores e a realidade virtual vivenciada e este é um tema amplo que está longe de ser esgotado”.

2.2 Ensino de Programação para Crianças e Adolescentes

A busca por ferramentas que ensinam lógica de programação para crianças e adolescentes remonta à década de 1980. Papert (1980) foi um dos pioneiros na tentativa de sistematizar o problema. Para ele, o desafio de ensinar programação passa primeiro por enfrentar a

“matofobia”, ou seja, o medo da Matemática. Em seguida pode-se continuar o ensino de programação por linguagens como Logo, em que os comandos geram imagens geométricas. Dessa maneira, obtém-se imediatamente o resultado de um comando, tornando o aprendizado de programação mais concreto e visual, o que facilita no engajamento dos alunos.

Mais recentemente, o tema de ensino de programação de computadores para crianças voltou a ser abordado. Wing (2008) afirma que

O pensamento computacional irá influenciar todos em todos os campos de atuação. Essa visão representa um novo desafio educacional para a nossa sociedade, especialmente para os nossos filhos.

As principais iniciativas recentes na área vieram dos EUA e do Reino Unido, dois dos primeiros países a discutir de maneira assertiva a introdução da disciplina nas grades curriculares de suas escolas. No Reino Unido, o uso de Tecnologia da Informação nas escolas data do final da década de 80 (ROBERTSON, 2002), e em 2014 foi sancionada a obrigatoriedade da disciplina de programação nas grades curriculares de todas as suas escolas (BERRY, 2013). Já em 2015, foi a vez da Austrália aprovar a nova disciplina como obrigatória em seu currículo, uma vez que ela “precisa ser uma área própria de aprendizado” (ACCE, 2011).

Entre as ações vindas dos Estados Unidos temos o Scratch, uma linguagem de programação de cunho didático criada pelo MIT Media Lab. Além disso, o Scratch conta com uma grande comunidade online com mais de 11 milhões de projetos compartilhados feitos pelos mais de 8 milhões de usuários cadastrados. Dessa forma, os criadores da plataforma esperam aumentar o engajamento dos usuários da plataforma, “Tornando-a mais customizável, mais significativa e mais social do que outros ambientes de programação” (RESNICK *et al.*, 2009). Dois anos antes, Leutenegger e Edgington (2007) testaram o ensino de programação através de games 2D em Flash e Javascript, no que seria o embrião da iniciativa *Code.org*, uma organização sem fins lucrativos que acredita que “todo aluno em toda escola deveria ter a oportunidade de aprender ciência da computação” (CODE.ORG, 2013).

3. Contextualização

Neste trabalho, foram aplicadas técnicas de *Gamification* em diversas turmas de introdução a programação de uma escola especializada em ensino de programação para crianças e adolescentes na cidade de São Paulo, ao longo do ano de 2015.

3.1 Alunos

Para o desenvolvimento desse trabalho, diversas técnicas de Gamification foram aplicadas nos cursos de uma escola especializada no ensino de programação de computadores para crianças e adolescentes. Foram escolhidas 12 turmas num total de 144 alunos do curso introdutório com faixa etária entre 8 e 13 anos. Todos os alunos tinham pouca ou nenhuma experiência no tema de programação de computadores, e foram alocados nas turmas obedecendo única e exclusivamente o critério de horários, de tal forma a obter 12 turmas heterogêneas. A tabela 1 mostra um perfil de cada turma.

Turmas	Aluno mais novo	Aluno Mais velho	Média de Idade	# alunos
Turma 1	8	11	9,4	13
Turma 2	9	12	10,2	12
Turma 3	8	12	11,8	10
Turma 4	10	13	11,9	10
Turma 5	9	12	10,5	12
Turma 6	8	11	9,1	11
Turma 7	10	11	10,6	13
Turma 8	11	12	11,4	12

Turma 9	9	13	11,9	13
Turma 10	8	13	9,2	14
Turma 11	8	10	9	13
Turma 12	10	13	11,8	12

Tabela 1: Perfil das turmas estudadas

Dentre as turmas, 9 foram ministradas nas próprias dependências da escola, duas (as turmas 7 e 8) foram ministradas dentro de um colégio de elite da cidade de São Paulo e outra (a turma 4) num projeto social na região de Heliópolis, bairro carente da cidade de São Paulo.

3.2 Aulas

Todas as turmas observadas nesse trabalho estavam matriculadas no curso de Introdução a Programação. Pode-se portanto considerar que todos os alunos não tinham nenhuma experiência prévia em programação de computadores. Durante o semestre, as aulas seguiram a mesma grade curricular, ministradas seguindo as mesmas instruções. No total quatro professores foram responsáveis pelas aulas. A formação técnica e acadêmica deles era similar, não sendo esse um fator preponderante no desempenho das turmas.

Todas as salas de aula possuíam as mesmas características em termos de estrutura: um computador por aluno, acesso livre à internet, projetor e lousa para o professor, além de material didático para cada aluno.

3.3 Gamification

De acordo com Dicheva et. al. (2015), os princípios de *game design* cuja aplicação é mais bem sucedida em sala de aula são, em ordem decrescente: status visível, engajamento social, feedback instantâneo e liberdade de escolha. Nas turmas em que foram aplicadas técnicas de *Gamification*, utilizaram-se as seguintes mecânicas de jogos (GONZÁLEZ-GONZÁLEZA, et. al 2013):

- Colecionismo: exploramos as características humana de “Colecionadores”, oferecendo a cada aluno chances de obter “medalhas” ao superar objetivos como: ser o primeiro a terminar corretamente um exercício, entregar a lição de casa sugerida na aula anterior, responder perguntas de colegas em sala de aula,
- Pontuação: é a mecânica de jogos mais utilizada fora desse contexto. Trata-se de um método para premiar bons comportamentos e punir os maus comportamentos. Através de um sistema de pontuação, o professor atribui e retira pontos dos alunos conforme o andamento das aulas.
- Ranking: junto com a pontuação, outra das técnicas mais populares de *Gamification*. Usando a pontuação total dos alunos, criou-se uma tabela de classificação atualizada todas as aulas. O ranking semanal era uma maneira de estimular a competitividade entre os alunos e entre as turmas e, conseqüentemente, acelerar o aprendizado.
- Níveis: semelhante à ideia do ranking, utilizamos o conceito de níveis entre os alunos para diferenciar aqueles que já tinham passado por estágios iniciais do curso. Utilizando os níveis, é possível diferenciar rapidamente os alunos que já ultrapassaram uma determinada etapa do curso.
- Comentários: utilizando uma plataforma online, foi possível os alunos comentarem os exercícios dos outros. Essa técnica simula o que nos jogos é chamado de “feedback instantâneo”, em que suas ações têm respostas quase automáticas que ajudam a avaliar seu grau de eficiência dentro do jogo.

Esse conjunto de técnicas provenientes dos jogos têm como ponto central deixar claro para os alunos: (1) as tarefas de cada aula; e (2) os prêmios recebidos por cada tarefa bem sucedida. Segundo Nakamura e Csikszentmihalyi (2002), esses dois fatores aumentam significativamente o prazer em realizar uma atividade, conseqüentemente tornando o aprendizado mais fácil e significativo para o aluno.

4. Atividades Realizadas

Ao longo de um semestre, foram ministradas em cada turma 18 aulas, das quais quatro (a 5a., a 9a., a 13a. e a 18a.) foram escolhidas para serem os pontos de acompanhamento dos alunos. Todos os cursos seguiram a mesma matriz curricular didática, utilizando a linguagem Scratch como ferramenta para introduzir conceitos de ciência da computação. Em cada um dos pontos de acompanhamento foi aplicada a mesma avaliação para todas as turmas, cujas notas foram somadas para se obter uma média para cada turma em cada avaliação. No cálculo dessa média, foram descartadas a maior e a menor nota, buscando uma melhor aproximação do desempenho das turmas.

4.1 Medição de Engajamento

Attfield et. al (2011) definem engajamento como “a conexão emocional, cognitiva e comportamental que existe em qualquer ponto do tempo entre um usuário e um recurso”. Ainda segundo os autores

Esta definição é intencionalmente ampla. Ao identificar os fatores emocionais, cognitivos e comportamentais, [a definição] enfatiza a caráter holístico de envolvimento dos usuários e também sugere aspectos que estão abertos a medição. Ela refere-se também igualmente ao envolvimento dos usuários em termos de uma única sessão ou um relacionamento mais a longo prazo através de várias sessões. O engajamento do usuário com um recurso tecnológico não é apenas sobre como uma única interação se desenrola, mas sobre como e por que pessoas o desenvolvem.

As métricas de engajamento no ensino regular serviram como base nesse estudo. Fredricks et al. (2011) listam diversas técnicas para realizar essa medição nas escolas de ensino fundamental e médio dos Estados Unidos, das quais foram selecionadas:

- CCSR/AES: Consortium on Chicago School Research/Academic Engagement Scale, um questionário de autoavaliação aplicado a todos os alunos;

- RAPS: Research Assessment Package for Schools, um relatório feito pelos professores sobre o desempenho individual dos alunos; e
- IPI: Instructional Practices Inventory, um método de observação externa que versa sobre cada sala, ao invés de olhar individualmente para cada aluno.

Com base nos questionários aplicados nesses centros de ensino, elaboramos os questionários que foram distribuídos a alunos e professores ao longo do semestre. No total, cada aluno respondeu a 2 questionários e cada professor preencheu 3 questionários sobre cada aluno.

4.2 Implementação

Para armazenar a pontuação dos alunos, bem como atualizar o ranking e disponibilizar material para trabalhos fora de sala de aula foi necessário buscar uma plataforma. Para tanto, foram avaliados diversos CMS (*Course Management Systems*) e LMS (*Learning Management Systems*) que tivessem opções de *Gamification*. Dentre os existentes, o mais popular é o Moodle, sendo utilizado em diversas experiências de gamificação (ALBEANU, 2015), (DICHEVA et. al., 2015), (PASTOR PINA et. al. 2015), (STOGR, 2012).

Algumas das vantagens de utilizar o ambiente do Moodle são a facilidade de sua implementação, o fato de ser um projeto gratuito e de código aberto e a responsividade de sua comunidade. Esses fatores aliados à familiaridade dos professores com o uso da plataforma foram determinantes na escolha do Moodle como plataforma de manutenção do curso. Para torná-lo um ambiente de *gamification*, foram necessárias adaptações.

4.2.1 Pontuação

Foi criado um sistema de pontuação individual chamado XP (*eXperience Points*), uma alusão ao vocabulário utilizado nos games. Durante o semestre, cada aluno teve XP's somados ou subtraídos de seu total a cada ação que tomava em sala de aula. Por exemplo, terminar um exercício proposto em sala de aula gerava 10 XP; ser o primeiro a terminar o exercício rendia 5 XP; ajudar um colega a suprir uma dificuldade valia 5 XP. Em contrapartida, ações negativas

faziam os alunos perderem XP. Por exemplo, fazer bagunça durante a explicação do professor gerava uma perda de 10 XP; chegar atrasado na aula gerava uma perda de 1 XP por minuto de atraso; não entregar a lição de casa fazia o aluno perder 20 XP.

A contabilização dos totais de XP foi feita dentro do Moodle, instalando e adaptando o módulo *Level Up!*. Dentro do sistema, foi feita uma modificação para que o espaço onde originalmente o professor coloca as notas das atividades agora abrigasse os XP's adquiridos em cada aula. Além disso, as atividades postadas no Moodle que eram finalizadas automaticamente contavam XP's positivos, ao passo que as atividades não realizadas subtraíam automaticamente o valor de XP correspondente. Assim, os alunos podiam ter uma resposta instantânea sobre o seu desempenho atual.

4.2.2 Missões

Durante o semestre, o professor sugeriu algumas “missões” para os alunos, que deveriam buscar as informações necessárias para cumpri-las sequencialmente. Essas missões continham desafios de lógica, perguntas sobre conceitos de programação, desafios de programação e projetos de *software* que poderiam ser implementados. As missões não eram obrigatórias e deveriam ser feitas fora do ambiente de sala de aula. Para ajudar nas tarefas, o professor escondia no ambiente do Moodle algumas pistas sobre cada uma das missões que eram propostas.

O propósito dessas atividades foi instigar os alunos a continuarem o aprendizado fora da sala de aula, sedimentando os conceitos aprendidos durante a aula. Além disso, serviam com preparação para conceitos mais complexos que estavam por vir e, finalmente, como uma maneira de apresentar para os alunos os próximos passos dentro do curso. Um exemplo de atividade foi o “Desafio dos Números Binários”: na parede da escola (Figura 1), uma mensagem foi codificada em binário. Essa mensagem correspondia à senha de uma página dentro do Moodle que continha um vídeo exclusivo para os alunos que cumprissem a missão, além da chave para a próxima atividade.

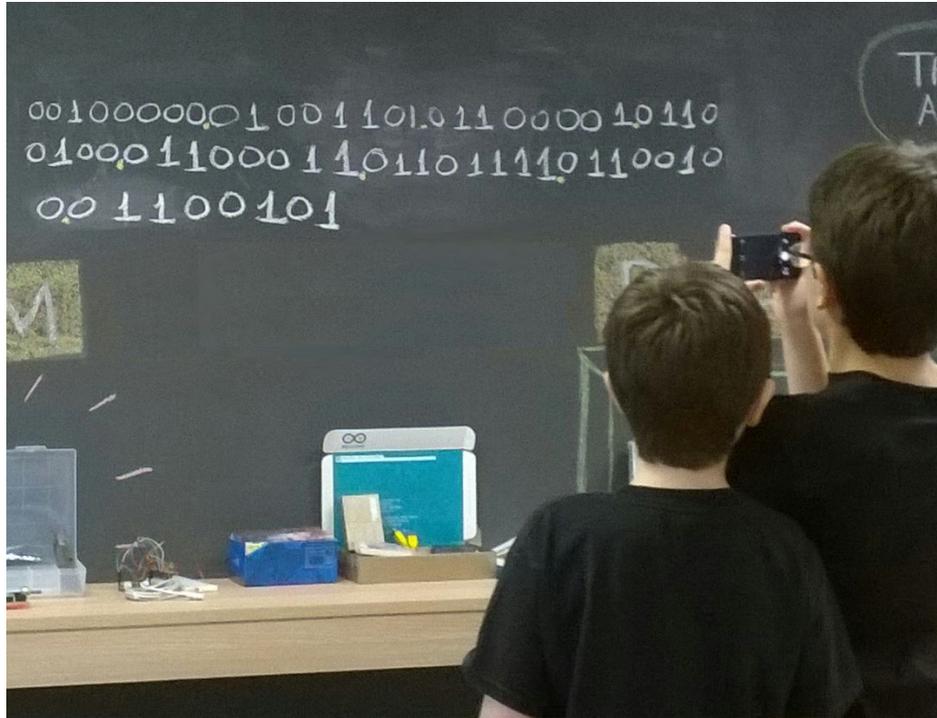


Figura 1: Alunos decifrando pista referente a uma das missões implementadas no Moodle

Todas as dicas para a solução das missões estavam dentro do sistema do Moodle, na forma de *Easter Eggs*, outra famosa mecânica de games. Esses *Easter Eggs* foram introduzidos no Moodle através de um módulo desenvolvido especialmente para esse fim: o *Bunny Master*. Trata-se de um script em PHP que atualiza a flag *hidden*, presente em todos os elementos do Moodle. Quando o professor colocava no ar a missão, o *Bunny Master* atualizava as flags de todos os elementos do Moodle, exibindo as dicas conforme os alunos encontravam as respostas anteriores.

4.2.3 Badges

Além da premiação por XP, os alunos também foram premiados por grandes feitos durante o semestre. Essas premiações não geravam pontos para os alunos, mas sim uma marca (badge) no perfil de cada um deles no Moodle. Por exemplo, o aluno poderia ganhar uma badge por ter tido o melhor desempenho da escola nas avaliações mensais, ou por ser o aluno mais assíduo do semestre. Além de obter as badges individuais, foi fornecida uma versão física dessa badge para os que a conquistavam, para incentivar o uso e gerar o interesse nos demais estudantes.

Para implementar essas badges no Moodle, utilizamos a opção nativa do sistema, que a partir de sua versão 2.5 passou a implementar esse recurso.



The image shows a Moodle user profile for 'Lucca'. At the top left is a blurred profile picture. To its right is the name 'Lucca' and a blurred email address. Below this is a breadcrumb trail: 'Home > Users > Lucca > View profile'. The main section is titled 'User details' and lists the following information:

- Email address:** [blurred]
- Country:** Brazil
- City/town:** São Paulo

To the right of the profile details are two earned badges:

- A circular badge with a surprised face and the text 'Level Up!' below it.
- A badge featuring a black rabbit head with a red and white patterned band across its eyes.

Figura 2: Exemplo de perfil de aluno com Badges ganhas

5. Análise de Resultados

A primeira das análises feitas baseou-se nas notas (de 0 a 100) obtidas pelos alunos nas 4 avaliações realizadas ao longo do período. A tabela 2 mostra a média de cada turma em cada uma das avaliações. As turmas em azul foram as que tiveram aplicação de Gamification em suas aulas, e as turmas vermelhas ocorreram da maneira tradicional. Já a tabela 3 é o cálculo da média das notas das turmas gamificadas e das não gamificadas.

Turma	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4
Turma 1	76	76	83	97
Turma 2	67	80	85	95
Turma 3	81	85	95	100
Turma 4	78	79	89	88
Turma 5	66	69	79	88
Turma 6	74	80	90	95
Turma 7	75	78	77	80
Turma 8	75	79	81	85
Turma 9	61	63	65	79
Turma 10	81	78	79	84
Turma 11	72	74	77	79
Turma 12	78	80	79	82

Tabela 2: médias das notas das turmas nas quatro avaliações

	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4
Gamificado	74	78	87	94
Não Gamificado	74	75	76	82

Tabela 3: médias das notas das turmas gamificadas x não gamificadas

Para avaliar a efetividade da aplicação de *Gamification* e sua influência nas notas das turmas, escolheu-se aplicar um teste-t nas médias. Para certificar que o teste-t é de fato aplicável, torna-se imprescindível examinar a distribuição dos dados. Se dados contínuos apresentam uma distribuição anormal, é necessário escolher um teste não-paramétrico ou transformar os dados em uma distribuição normal, aplicando, como exemplo, uma transformação logarítmica. No caso desse trabalho, as médias das turmas seguem a distribuição normal. Um indício da normalidade da amostra está na sua simetria e na equidade entre média e mediana das amostras.

5.1 Teste-t de Student

Para verificar a efetividade da aplicação de *Gamification* nas turmas, realizamos comparações de médias entre dois grupos (Turmas com Gamification e Turmas sem Gamification). O teste aplicado nas duas vezes foi o teste-t para amostras distintas com variâncias desiguais.

5.1.1 Grupos Homogêneos

O primeiro teste foi realizado nas provas iniciais para nos assegurar de que ambos os grupos eram homogêneos. Sejam as hipóteses:

- H_0 : As médias dos dois grupos de turmas são iguais
- H_1 : A média de alunos com *Gamification* é diferente.

Aplicando o teste-t através do Minitab, obtemos os resultados abaixo

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

	Variável 1	Variável 2
Média	75.88333333	74.5
Variância	26.86166667	42.8
Observações	6	6
Hipótese da diferença de média	0	
gl	10	
Stat t	4.05981E-01	
P(T<=t) uni-caudal	3.46654E-01	
t crítico uni-caudal	1.812461123	
P(T<=t) bi-caudal	6.93308E-01	
t crítico bi-caudal	2.228138852	

Como o valor de Stat t é menor que o valor de t crítico bi-caudal, aceitamos H_0 , ou seja, as médias dos grupos com alunos gamificados e não gamificados são iguais no início do curso.

5.1.2 Efetividade da aplicação de Gamification no fim do curso

Como inicialmente os alunos eram de grupos homogêneos, aplicamos novamente o teste no fim do curso para identificar as possíveis diferenças. Sejam agora as hipóteses:

- H_0 : As médias dos dois grupos de turmas são iguais
- H_1 : A média de alunos com Gamification é maior

Utilizando novamente o Minitab em sua versão 17.2.1, calculamos os seguintes resultados:

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

	Variável 1	Variável 2
Média	83.10833333	76.70833333
Variância	22.65541667	26.16041667
Observações	6	6
Hipótese da diferença de média	0	
gl	10	
Stat t	2.243754027	
P(T<=t) uni-caudal	2.43465E-02	
t crítico uni-caudal	1.812461123	
P(T<=t) bi-caudal	4.86931E-02	
t crítico bi-caudal	2.228138852	

Como o valor de Stat-t (2.2438) é maior que o valor de t crítico bi-caudal (2.228), verifica-se que a hipótese H_0 pode ser rejeitada. Portanto, a média final dos grupos com alunos gamificados difere da dos alunos com cursos tradicionais.

Com $\alpha = 0,05$ pode-se concluir que houve influência positiva do uso de *Gamification* em sala de aula, com aumento no engajamento dos alunos e conseqüentemente melhora no seu desempenho acadêmico.

5.2 Outros Efeitos

Outros efeitos puderam ser observados nas turmas *gamificadas*. Dos 68 alunos das turmas em que foi aplicado Gamification, apenas 4 (5,8%) tiveram mais que 2 faltas nas 18 aulas. Além disso, 57 alunos foram a todas as aulas do curso, representando 83,8% do total de alunos. Nas turmas não gamificadas, dos 76 alunos, 9 (11,8%) faltaram a mais que 2 aulas e 58 (76,3%) foram a todas as aulas. Outro dado interessante é que todos os alunos dos cursos *gamificados*

quiseram continuar estudando na escola no semestre seguinte, ao passo que nas turmas não gamificadas houve 2 alunos que não quiseram continuar na disciplina.

Também houve diferenças nos fatores subjetivos de nossa análise. Nos questionários de auto avaliação, os alunos das turmas *gamificadas* deram notas, em média, 25% maiores para seu desempenho que os alunos das turmas tradicionais. Além disso, a nota média dada para as aulas dos professores foi 9,3 para as turmas *gamificadas* e 7,9 para as turmas tradicionais. Finalmente, nos relatórios dos professores sobre os alunos, as turmas *gamificadas* tiveram melhor desempenho em todos os quesitos, com destaque para a disciplina e para o trabalho em equipe.

6. Conclusão

Neste trabalho, aplicamos técnicas de *Gamification* como o uso de pontuação, rankings, badges e feedback instantâneo em metade das turmas de uma mesma escola de programação para crianças, com a outra metade tendo um curso tradicional. Através de provas e atividades durante o semestre, conseguimos medir o engajamento dos alunos. Os alunos do curso *gamificado* obtiveram desempenho acadêmico significativamente superior aos do curso tradicional, sinalizando que a gamificação é uma maneira efetiva de engajar alunos entre 8 e 13 anos na disciplina de ciência da computação.

Adicionalmente, a gamificação do curso trouxe outros pontos de destaque no decorrer do curso. A competitividade inicial gerada pelas pontuações e ranking converteu-se em turmas com maior interação entre os alunos, inclusive fora do ambiente de sala de aula. Esse ambiente atraiu mais alunos para as turmas, o que pode ser considerado mais um indício de que o *gamification* tem efeito positivo no engajamento de alunos dessa faixa etária.

Apreciação Pessoal e Crítica

A definição do tema desse trabalho deve-se a um esforço profissional para entender o público infante-juvenil. Mas também existe uma tentativa do lado pessoal para entender como as pessoas passam a gostar (ou não) da Ciência da Computação. Acredito que algumas das descobertas aqui relatadas possam servir com fagulha para entendermos para onde caminharão as graduações em Ciência da Computação num futuro não muito distante. Isso porque o público alvo desse trabalho estará chegando às universidades em questão de anos, e sua bagagem cultural e seu modo acelerado de ver o mundo podem ser fatores de conflito com os padrões de ensino já estabelecidos.

Confesso que o trabalho ficou aquém de minhas expectativas, já que no início tinha a intenção de desenvolver uma plataforma de gamificação. Mas no meio do caminho, nada que eu fizesse nesse tempo todo superaria o poder de uma plataforma já implementada, com todo o suporte que a comunidade do software livre é capaz de fornecer a seus produtos. Não era necessário reinventar a roda.

Todas as disciplinas do BCC fizeram parte fundamental desse trabalho. Seja em sala de aula, para ensinar os conceitos básicos de computação (MAC 110, MAC 122, MAC 323), seja na implementação, para entender pequenos problemas nos bancos de dados do Moodle (MAC 426), ou seja na hora de analisar os dados, momento em que agradei profundamente ter prestado atenção nas aulas de **Introdução à Probabilidade e Estatística II** do começo do curso! Além disso, a construção de alguns dos desafios propostos aos alunos vieram de disciplinas optativas que cursei, como **Geometria Computacional**, **Teoria dos Grafos**, **Otimização Combinatória** e **Análise Numérica**. Finalmente, as disciplinas mais tecnológicas como **Sistemas Operacionais**, **Programação Concorrente** e **Organização de Computadores** são importantes para exemplificar aplicações práticas dos conceitos que são ensinados.

Referências Bibliográficas

ACCE, *ACCE Position Paper on ICT in the Australian Curriculum*, 2011, disponível em: http://acce.edu.au/sites/acce.edu.au/files/ACCE_Position_final.pdf. Acesso em 26/11/2015.

ALBEANU, G., *Using Moodle for Teaching. Science and Information Technology towards Higher Education Reengineering*. in: eLearning & Software for Education v. 1, 2015.

ALVES, J., HAYDU, N., e SOUZA, R.,. *O uso de simuladores para treinamento em áreas de alta periculosidade–Case Simulador de Guindastes Petrobras*. in: IX SBGames. Florianópolis 8, 2010

ATTFIELD, S., et al. *Towards a science of user engagement (position paper)*. in: WSDM Workshop on User Modelling for Web Applications. 2011.

BERRY, M., *Computing at School: a Guide for Primary Teachers*, Reino Unido, 2013

CODE.ORG, *About Us*, 2013, disponível em: <https://code.org/about>, Acesso em 26/11/2015.

DETERDING, S., et al. *From game design elements to gamefulness: defining gamification*. In: International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environment, 15, ACM, 2011. p. 9-15

DICHEVA, D., et al., *Gamification in Education: A Systematic Mapping Study*, in: Educational Technology & Society, v. 18, n. 3, 2015.

FERRARA, J., *Playful Design*. Rosenfeld Media, 2012.

FREDRICKS, J., et al. *Measuring Student Engagement in Upper Elementary through High School: A Description of 21 Instruments. Issues & Answers*. in: Regional Educational Laboratory Southwest, n. 098, 2011.

GARTNER GROUP, *Gartner Says By 2015, More Than 50 Percent of Organizations That Manage Innovation Processes Will Gamify Those Processes*, 2011, Disponível em <http://www.gartner.com/newsroom/id/1629214>, Acesso em: 05/06/2015.

GOEHLE, G., *Gamification and web-based homework*, in: Primus 23.3 , 234-246, 2013

GONZÁLEZ-GONZÁLEZA, C., et al., *Including Gamification Techniques in the Design of TANGO: H Platform*. in: Jurnal Teknologi 63.3 (2013).

HUOTARI, K., HAMARI, J., *Defining gamification: a service marketing perspective*. In: International Academic Mindtrek Conference, 16, ACM, 2012. p. 17-22.

KOIVISTO, J., HAMARI, J., *Demographic Differences in perceived benefits gamification*, in: Computers in Human Behavior, 35, p. 179-188, 2014.

LEUTENEGGER, S., EDGINGTON, J., *A games first approach to teaching introductory programming*. In: Technical Symposium on Computer Science Education, 38, p. 115-118, 2007

MCDONALD, M., MUSSON, R., SMITH, R., *Using Productivity to Prevent Defects*, In: The Practical Guide to Defect Prevention. Redmond: Microsoft Press, 2008, p. 79-95.

McGONIGAL, J. *A realidade em jogo: por que os games nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo*. Rio de Janeiro: Bestseller, 2012.

NAKAMURA, J., e CSIKSZENTMIHALYI, M., *The concept of flow*. in: Handbook of positive psychology, p. 89-105, 2002.

PAHARIA, R., *Who coined the term “Gamification”?*, 2010, Disponível em <http://www.quora.com/Who-coined-the-term-gamification>, Acesso em: 05/06/2015

PASTOR PINA, H., et al., *Can Moodle be used for structural gamification?*, in: Proceedings of the 9th International Technology, Education and Development Conference, 2015

RESNICK, M., et al., *Scratch: programming for all*, in: Communications of the ACM, v.52, n. 11, p. 60-67, 2009

ROBERTSON, J., *The Ambiguous Embrace: Twenty Years of IT (ICT) in UK Primary Schools*, 2002, In: British Journal of Educational Technology, v. 33, n. 4, p. 403-409, 2002

ROUSE, K., *Gamification in science education: The relationship of educational games to motivation and achievement*. 2013.

SOMBRIO, G, HAEMING, W, e VULBRICHT, V., *Aprendizagem Criativa na Educação Utilizando Jogos e Gamificação/Creative Learning in Education Using Games and Gamification*. in: Revista Hipertexto 4.2p. 37-49., 2015

ŠTOGR, J. *Badges For (Lifelong) Learning-Gamification, Enhanced Visibility Of Reached Achievements And Continuous Building Of E-Portfolio As Data Source For Learning Analytics*. in: 7th DisCo Conferen New Media and E, 2012.

TAKAHASHI, D., *Funware’s threat to the traditional video game industry*, 2008, Disponível em <http://venturebeat.com/2008/05/09/funwares-threat-to-the-traditional-video-game-industry/>, Acesso em: 05/06/2015

VILLAGRASA, S., e DURAN, J.,. *Gamification for learning 3D computer graphics arts*.
Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing
Multiculturality. ACM, 2013.

WING, J., *Computational thinking and thinking about computing*, In: Philosophical Transactions
of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 366, n. 1881, p.
3717-3725, 2008