

Aplicação de Gamificação no Processo de Ensino Aprendizagem do Pensamento Computacional ou Algorítmico

José Ribamar Azevedo dos Santos^{1,2}, Ana Maria Monteiro¹, José Moreira Soares²

¹Programa de Mestrado em Ciência da Computação – Faculdade Campo Limpo Paulista
FACCAMP – SP - Brasil

²Instituto Federal do Pará – Campus Itaituba – IFPA - PA – Brasil

ribamarz@gmail.com, anammont@cc.faccamp.br, jose.moreira@ifpa.edu.br

Abstract. *Gamification is a game based technique that uses game design elements in non-gaming contexts in order to engage and motivate. The study aimed to analyze the potential of gamification for learning and teaching computational thinking regarding the theme of the algorithms. For this purpose, they devised to 5 experiments, using low cost technologies. In this phase of the research we will discuss in depth, only one of the experiments. The aim of the research were students of the 1st year of high school of a public institution. The results suggest a positive correlation between the ability to learn through gamifying content and academic performance.*

Resumo. *Gamificação é uma técnica baseada em jogo que usa elementos de game design em contextos não-jogos com o objetivo de envolver e motivar. A investigação buscou analisar o potencial da gamificação para o ensino aprendizagem do pensamento computacional no que tange a temática dos algoritmos. Para tal, elaboraram-se cinco experimentos, utilizando-se tecnologias de baixo custo. Nesta fase da pesquisa discutiremos com profundidade, apenas um dos experimentos. O alvo da pesquisa foram alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma Instituição Pública. Os resultados obtidos sugerem uma correlação positiva entre a capacidade de aprender por meio de conteúdo gamificado e o desempenho acadêmico.*

1. Introdução

Estudos brasileiros e internacionais apontam para a necessidade de se criar estratégias e programas para melhorar o ensino e incentivar à permanência dos alunos em disciplinas de Algoritmos e Programação logo no início do primeiro ano dos cursos de Computação (Giraffa e Mora, 2013).

Neste trabalho descreve-se uma experiência realizada com gamificação, que segundo Kapp (2012) é uma metodologia que faz uso da mecânica, estética e pensamentos dos *games* para envolver pessoas e motivá-las a executar determinadas ações, promover a aprendizagem e auxiliar na resolução de problemas. Portanto, a gamificação não implica em criar um jogo, mas sim em usar as mesmas estratégias, métodos ou pensamentos utilizados em jogos para resolver um problema ou alcançar um objetivo (KAPP, 2012).

Nos últimos três anos foram desenvolvidos e aplicados conteúdos gamificados para alunos do ensino médio em uma Instituição Federal do Brasil. Para desenvolver e aplicar esses conteúdos gamificados procurou-se embasamento teórico nas áreas de jogos e engenharia educacional. Isto é apresentado na Seção 2. Na Seção 3 são apresentadas as atividades gamificadas aplicadas e na Seção 4 os resultados obtidos. Finalmente na Seção 5 são feitas algumas considerações sobre a pesquisa realizada.

2. Embasamento Teórico

Visando estimular o interesse dos alunos nas atividades de aprendizagem, foram utilizados conceitos das áreas de *game design* e engenharia educacional para elaborar conteúdos e técnicas capazes de despertar o interesse de alunos. O desafio principal foi pensar como *game designer* na elaboração desses conteúdos e técnicas.

Vários autores têm pesquisado e discutido diferentes abordagens para tornar o processo educacional mais atraente para os alunos, ajudando-os assim a "Saber mais, aprender mais cedo e com mais facilidade, e [...] aprender com prazer e compromisso" (DiSessa, 2000).

Outra fonte de motivação para a pesquisa são os relatos da experiência do professor de *design*, Lee Sheldon (2012), a partir da análise do livro "*The multiplayer classroom: designing coursework as a game*". Esse professor utilizou seu conhecimento da indústria de *games* onde havia trabalhado para ensinar a nível de graduação "*Game Design*", disciplina que aborda o desenvolvimento de jogos, mas utilizando uma metodologia diferente da tradicional. Para tal, aplicou seus conhecimentos sobre jogos (pensamentos, mecânicas e estratégias) para modelar suas aulas e assim gamificar suas disciplinas.

O livro *Computer Science Unplugged* de Bell (2011), também serviu como inspiração à pesquisa. Tal metodologia, está sendo incorporada no currículo de muitas escolas em vários países, inclusive o Brasil. A obra contém uma série de atividades lúdicas com objetivo de auxiliar professores e alunos, respectivamente a ensinar e aprender os fundamentos de Ciência da Computação sem o uso de computador.

A pesquisa também se beneficiou do *Design Motivacional* de Keller (2006), o qual tem como objetivo tornar o aprendizado intrinsecamente interessante, buscando despertar no estudante o desejo de aprender.

2.1. Perfis de Alunos (Jogadores)

O professor enquanto *game designer* precisa entender e atender estudantes com diferentes níveis de habilidades e personalidades. Assim, neste trabalho compreende-se que a habilidade pode ser avaliada de forma dinâmica com testes e avaliações no decorrer das aulas, e que personalidade (ou motivação) pode ser entendidas no âmbito da taxonomia de Bartle (2003) que propõe uma classificação dos diferentes perfis de jogadores e suas motivações.

Nessa taxonomia, os jogadores foram divididos em quatro categorias: Exploradores, Socializadores, Empreendedores e Vencedores. Esta categoria pode ser aplicada no contexto educacional onde existem alunos curiosos com o desejo de compreender as atividades propostas, alunos interessados na interação social, alunos

ávidos por se destacar com seu desempenho e finalmente aqueles mais competitivos cujo objetivo é estar no topo.

Conforme Bartle, (2003) qualquer comunidade de jogo de longa duração precisa de todos os tipos de personalidade. Portanto fica claro que o conhecimento do perfil dos jogadores (alunos) é de grande ajuda para os desenvolvedores de atividades gamificadas.

2.2 Game Designer

Pensar como *game designer* pode ser um recurso poderoso para abordar problemas e propor soluções. Segundo Werback e Hunter (2012) os jogadores tentam ganhar, enquanto os *game designers* tentam fazer com que os jogadores joguem. Nesse sentido, o professor busca elaborar ou utilizar os instrumentos, técnicas e metodologias mais eficazes no processo de ensino aprendizagem dos alunos. Neste quesito, conceitos que vem do *Design* Instrucional e Motivacional podem ser de utilidade.

De acordo com Filatro (2008), o *design* instrucional consiste na produção de materiais, eventos e produtos educacionais com resultados objetivos e sistemáticos, obtidos a partir das fases de planejamento, desenvolvimento e utilização de métodos e técnicas para serem aplicadas em situações didáticas específicas e cuja finalidade seria facilitar a aprendizagem a partir dos seus princípios e instruções.

Os princípios do *Design* Motivacional têm como objetivo tornar o aprendizado intrinsecamente interessante, buscando despertar no estudante o desejo de aprender. Estabelecer uma abordagem de *Design* Motivacional não é uma tarefa simples, devido principalmente a natureza instável da motivação e à diversidade de motivos e metas que cada pessoa possui.

3. Atividades Gamificadas

Nesta seção apresentamos parte das atividades realizadas ao longo de 3 anos de pesquisa de 2014 a 2016. No primeiro semestre de 2014 foi realizada uma atividade piloto com as turmas da graduação que serviu de base para elaboração das ideias iniciais sobre gamificação. Essas se estenderam aos anos de 2015 e 2016.

As atividades executadas foram: aulas gamificadas; oficina de lógica; gincana com elementos de jogos, elaboração de material instrucional. Aplicar gamificação em novos contextos não é uma tarefa simples, no exemplo em questão as aulas tradicionais foram remodeladas para acomodar uma oficina de lógica e a execução dos experimentos desenvolvidos. O objetivo das atividades foi introduzir conceitos básicos de lógica, matemática e resolução de problemas, as atividades foram elaboradas com regras claras, narrativas, mecânicas, sistema de *feedback*, controle de progresso e *status*.

Na Figura 1, ilustra-se quatro experimentos de lógica computacional e algoritmos. Nessa imagem o participante (a) percorre uma trilha de estruturas condicionais; no (b) aguardam instruções para resolver algoritmos; (c) monta um quebra-cabeça de portas lógicas, e (d) participam de uma competição de caça ao tesouro.



Figura 1. Experimentos gamificados.

3.1 Descrição do Experimento (A)

No experimento (A), Figura 1, os participantes resolvem problemas de acordo com os níveis: fácil, médio, avançado. O propósito é encontrar a trilha correta, assim a equipe terá de guiar o estudante caracterizado de zumbi até a margarida (flor). No entanto, para completar o percurso as estruturas condicionais e de repetição deverão ser empregadas adequadamente (se, senão, enquanto). A equipe deve completar o circuito em 10 ou 15 minutos.

- Objetivo: a equipe terá que conduzir o personagem (Zumbi), aluno caracterizado, até a Margarida (flor no final do percurso), entretanto deve-se resolver problemas de lógica para encontrar a trilha correta.
- Número de participantes: ao todo 3 pessoas por equipe, desse total, duas permanecem fora do tabuleiro para resolver um caderno de questões entregue pelo professor. Solucionando os problemas, o personagem zumbi tem como chegar corretamente ao final da trilha. Um membro da equipe fica fora da trilha resolvendo os problemas e passando instruções ao personagem zumbi. Ao final de cada saída da trilha terá uma margarida com uma mensagem “game over” ou “retorne ao início”.
- Regras: 1 - a equipe, não pode pedir ajuda de outras pessoas; 2 – tem o tempo de 10 a 15 minutos para completar o percurso; 3 - a prova somente será classificada como finalizada se a equipe resolver corretamente as instruções contidas no envelope repassado. Ao final da trilha, o personagem encontrará a mensagem "Game Over" embaixo da flor; 4 - Caso a equipe não consiga solucionar os problemas poderá reiniciar as atividades ou seguir para outras tarefas, no entanto, a prova passa a valer metade dos pontos.

3.2 Descrição do Experimento (D)

Os participantes do experimento (D), Figura 1, integram-se a uma competição cujo objetivo é encontrar um tesouro escondido em algum lugar do ambiente escolar. Nesse experimento formaram-se 5 equipes, constituídas por 4 pessoas, cada qual recebia problemas em envelopes lacrados. A cada prova os participantes ganhavam de bônus pistas para encontrar os problemas que estavam espalhados pelo ambiente de aprendizagem.

Uma vez decifrado o problema, descobriam-se as próximas fases da competição. As respostas levavam a outros envelopes contendo mais problemas, os quais foram espalhados em locais estratégicos, quando encontrados eram levados a sua respectiva mesa de resolução, onde a equipe trabalhava em busca das respostas que conduziam ao tesouro. O processo repetiu-se até uma das equipes solucionar todas as questões. Os

problemas foram classificados em fáceis e medianos, no entanto distribuídos em ordem aleatória de dificuldade...

- Número de Participante: participaram da atividade 5 equipes, formadas por 4 pessoas, cada equipe tinha sua mesa para trabalhar.
- Objetivo: encontrar e solucionar a maior quantidade de problemas possíveis de lógica matemática e/ou computacional em menor tempo, conforme as regras estabelecidas, para então encontrar o tesouro perdido.
- Regras: 1 – fixação de tempo limite para a resolução dos problemas, se a equipe não resolver o problema no tempo determinado, parte-se então para a realização da próxima prova; 2 - a equipe que pegar, trocar de lugar ou esconder a pista/problema de outra equipe será automaticamente desclassificada; 3 - os alunos que não são da equipe de resolução de problemas não podem auxiliar nem ajudar a seus pares; 4 - os alunos que irão resolver problemas não precisam participar das provas que exigem muito esforço físico, exceto quando a equipe for pequena; 5 - a equipe vencedora será a que resolver o maior número de problemas.

3.3 Amostra de questões do pré-teste e pós-teste

Pré e pós-teste foram usados para avaliar o conhecimento dos alunos na resolução de problemas. Para o pré-teste elaboraram-se as questões que analisam a capacidade de interpretação e resolução de questões de lógica matemática e algoritmo, a nível de ensino fundamental.

- a) Resolução de questões de lógica e interpretação de problemas

(Pré-teste) Um pescador esta do lado de um rio, ele tem um barco e precisa levar um saco de milho, uma galinha e uma raposa para o outro lado. O barco só agüenta ele e mais alguma coisa (milho ou a galinha ou a raposa). Ele não pode deixar a galinha com o milho, porque a galinha comeria o milho, e nem pode deixar a galinha com a raposa, se não a raposa comeria a galinha... O que ele deve fazer?

			Resposta		
Viagem	Ida	Volta	Viagem	Ida	Volta
1			1	Pescador e Galina	Pescador
2			2	Pescador e Raposa	Pescador e Galina
3			3	Pescador e Milho	Pescador
4			4	Pescador e Galina	

- b) Uso adequado dos operadores aritméticos, lógicos e relacionais

(Pré-teste) Sabendo que $A=3$, $B=7$ e $C=4$, informe se as expressões abaixo são verdadeiras ou falsas.

- a) $(A+C) > B$ () b) $B \geq (A + 2)$ () c) $C = (B - A)$ ()
d) $(B + A) \leq C$ () e) $(C+A) > B$ ()

- c) Interpretação de problemas.

(Pré-teste) Um recipiente contém 123 bolas de cor verde e vermelha. 36 são verdes. Quantas bolas vermelhas há no recipiente?

As questões do pós-teste foram semelhantes as aplicadas no pré-teste, com pequenas alterações na ordem das questões e no valor de uma ou outra variável.

4. Impacto da Gamificação

As informações apresentadas a seguir correspondem a dados de quatro turmas de 1º ano do ensino médio. Desse total, apenas a turma de 2013 fez uso exclusivo da metodologia de ensino tradicional, as demais participaram de aulas e/ou experimentos gamificados durante os anos de 2014 a 2016. As informações discutidas nessa seção são relativas a avaliação de 160 alunos no pré-teste e 137 no pós-teste.

Como o pré e pós-teste identificou-se que os alunos apresentam diferentes níveis de conhecimento sobre o assunto avaliado. A partir da análise e tabulação dos dados do pré e pós-teste buscou-se elaborar um planejamento direcionado aos conteúdos abordados para que os alunos iniciantes em lógica computacional e algoritmos tivessem no momento inicial da aprendizagem, uma experiência mais engajadora e diversificada. A Figura 2 mostra informações sobre o pré-teste e pós-teste, representados respectivamente pelas cores verde e branco.

Turmas	Total de Alunos	Total de Questões	Acertos - Cap. Compreensão	Acertos - Cap. Explicação	Erros - Cap. Compreensão	Erros - Cap. Explicação
2013	35	10	28%	21%	72%	79%
2013	30	10	39%	26%	61%	74%
2014	40	10	30%	20%	70%	80%
2014	34	10	43%	30%	57%	70%
2015	45	10	32%	20%	68%	80%
2015	37	10	61%	48%	39%	52%
2016	40	10	37%	22%	63%	78%
2016	36	10	65%	50%	35%	50%

Figura 2. Dados do Pré-teste Verde | Dados do Pós-teste Branco

Dados do primeiro ano de atividades gamificadas mostram que a turma de 2014, quando comparada com a turma de 2013 no pós-teste, apresenta taxa de rendimento na seguinte ordem: taxa de acertos no item capacidade de compreensão 13% versus 11%; taxa de acertos no item capacidade de explicação 10%, versus 5%; taxa de erros no item capacidade de compreensão 13% versus 11%; taxa de erro no item capacidade de explicação 10% versus 5%.

A comparação do rendimento da turma de 2014 versus a turma de 2013, mostra que no primeiro ano de atividade gamificada praticamente não houve mudanças significativas. Atribui-se esse fato a falta de experiência na elaboração e condução dos primeiros experimentos, até então não havia uma métrica a ser seguida. Já a análise dos anos 2015 e 2016 apontam taxas de rendimento bem melhores, uma das causas certamente foi a experiência acumulada de anos anteriores.

4.1 Análise das respostas dos alunos

Os problemas do caderno de questões foram classificadas em uma escala que compreendia níveis de dificuldade, fácil, médio e difícil. No pré-teste 43% dos alunos não resolveu as questões classificadas como fácil, operações matemáticas com números inteiros, racionais e reais. Já nas questões classificadas como médio, o percentual de erros foi de 72%. Para as classificadas como difíceis o pre-teste, apresenta uma taxa de erros 90%.

4.2 Grupo de controle e experimental

No primeiro semestre de 2016 realizaram-se oficinas de lógica matemática e algoritmos com objetivo de avaliar as diferenças entre os métodos tradicionais de ensino versus a abordagem gamificada. O experimento tinha como público alvo alunos do primeiro ano do ensino médio. Da população pesquisada, 30 indivíduos pertenciam ao grupo de controle e 33 ao grupo experimental.

Comparou-se as notas dos alunos do grupo de controle, que não foram submetidos a atividades gamificadas, com as notas dos estudantes do grupo experimental. Os resultados sugerem uma melhoria estatística significativa no desempenho dos estudantes do grupo experimental. Na Figura 3, apresenta-se a média final de cada aluno participante dos experimentos.

Grupo de Controle (A)							Grupo Experimental (B)								
5	6	7	8	4	5	6	7	9	10	8	9	8	7	9	7
5	6	7	7	7	7	8	5	5	6	10	7	9	8	7	8
3	4	8	8	6	7	5	7	9	7	5	8	8	9	6	7
7	7	7	7	7	9			5	7	9	8	8	8	8	8
								9							

Figura 3. Média final das notas dos alunos por grupo

Usando uma análise de teste-t, comparou-se o grupo de controle que representa a turma A com o grupo experimental que representa a turma de B. Os cálculos estatísticos apontam uma média de 6.4 e um desvio padrão de 1.3796 para o grupo de controle e uma média de 7.7576 e um desvio padrão de 1.3236 para o grupo experimental. Os grupos A e B são significativamente diferentes, sendo $p < 0,05$. Na Figura 4, apresenta-se um resumo dos dados estatísticos.

Estatística	Grupo de Controle	Grupo Experimental
Média	6.4	7.7576
Varição	1.9034	1.7519
Desvio Padrão	1.3796	1.3236
Numero de individuos (n)	30	33
T de Student (t)	-3.9765	
Graus de Liberdade	60	
Valor Crítico	2	

Figura 4. Resumo dos dados estatísticos obtidos

Definiu-se um nível de significância de 5%, e o teste t p-valor de 0.0002, o que permite excluir a hipótese nula, que afirma que a gamificação não é eficaz para ensino e

aprendizagem do pensamento computacional e/ou algoritmos, e afirmar que a gamificação teve um impacto de moderado a significativo sobre as notas dos alunos.

Nos anos de 2014 e 2015 não se trabalhou com grupos de controle e experimental. Foram utilizadas outras ferramentas, e/ou técnicas para avaliar intervenções realizadas no ambiente de aprendizagem.

5. Considerações Finais

Com a gamificação, conseguiu-se atingir várias metas e objetivos, como por exemplo: a elaboração de materiais instrucionais; o desenvolvimento das regras e *layout* aplicados nas atividades; de 2014 a 2016 ministrou-se aulas gamificadas de algoritmos a um número razoável de alunos que conseguiram resultados melhores do que o habitual; desenvolvimento de um modelo para gamificação de conteúdos escolares com foco em pensamento computacional. O objetivo principal foi alcançado com o desenvolvimento e aplicação dos elementos curriculares com foco no ensino dos conceitos de lógica e algoritmos. A gamificação não pode resolver todos os problemas intrínsecos das unidades de ensino, como competências pedagógicas inadequadas e má conteúdo do curso, nem problemas relacionados com o conhecimento prévio do aluno ou sua capacidade de resolução de problemas e de abstração. No entanto, a partir desse experimento acredita-se que ele possa conduzir a uma melhor experiência para os alunos e ser eficaz no ensino-aprendizagem do pensamento computacional ou algorítmico.

Referencias

- Bartle, R., 1996. Heart, Clubs, Diamond, Spades: players who suit muds. *The Journal of Virtual Environments*, 1 (1). Disponível em: <http://mud.co.uk/richard/hcds.htm>. Acesso: Maio/2016.
- DiSessa, A. A. 2000. *Changing Minds: Computers, Learning, and Literacy*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Filatro, A. *Design instrucional na prática*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- Giraffa, L. M., Moraes. M. C. (2013). Evasão na disciplina de Algoritmo e programação: um estudo a partir dos fatores intervenientes na perspectiva do aluno. In: CLABES, III. Anais. Disponível em: <http://www.clabes2013-alfaguia.org.pa/docs/Libro_de_Actas_III_CLABES.pdf>. Acesso em: Acesso 17 jul. 2017.
- Kapp, K. M. *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: Pfeiffer, 2012
- Keller, John M. *What is Motivational Design?* Florida University, 2006. Disponível em: <http://apps.fischlerschool.nova.edu/toolbox/instructionalproducts/edd8124/fall11/index.html>. Acesso: Maio/2016.
- WERBACH, Kevin, HUNTER, Dan. *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize your Business*. Philadelphia. Wharton Digital Press. 2012.