

TBPT - Sistema de gamificação voltado ao ensino de Física sobre Lançamento de Projéteis

Title: TBPT - Gamified system for teaching physics about Projectile Launching

Dener Luis Basilio Theodoro
Departamento de Ciencia da
Computação
denerl@ice.ufjf.br

Giulia Fritz Iennaco
Departamento de Ciência da
Computação
giuliaiennaco@ice.ufjf.br

Lásaro de Almeida Deodoro
Departamento de Ciência da
Computação
lasaro@ice.ufjf.br

Resumo

<Here comes the abstract of the paper in Portuguese or Spanish, if that's the language of the manuscript. The abstract should summarize the contents of the manuscript and should contain at least 150 and at most 300 words long and must be written in italics, Times 10, justified, with no special indentation and no spacing before or after.>

Palavras-chave: Abstract must be followed by 3 to 10 keywords. The keywords should be justified with a line space single, no special indentation, with no spacing before and spacing of exactly 24-points after. The text should be set in Times 10-point font size and in italic font style. Please use semi-colon as a separator. Keywords must be title cased.>

Abstract

<Here comes the abstract of the paper (in English). The abstract should summarize the contents of the manuscript and should contain at least 150 and at most 300 words long and must be written in italics, Times 10, justified, with no special indentation and no spacing before or after.>

Keywords: Abstract must be followed by 3 to 10 keywords. The keywords should be justified with a line space single, no special indentation, with no spacing before and spacing of exactly 24-points after. The text should be set in Times 10-point font size and in italic font style. Please use semi-colon as a separator. Keywords must be title cased.>

1 Introdução

2 Uso da Gamificação no ensino e aprendizagem de Física

Muito se busca por metodologias que incentivem o engajamento dos alunos nos ambientes de estudo, visando melhor entendimento e fixação dos conceitos apresentados em sala de aula. A forma de ensinar se modifica a partir de melhorias do método e das tecnologias envolvidas para esta finalidade. Métodos esses que devem se adaptar às mudanças culturais inerentes à evolução humana.

Uma das metodologias que tem se tornado destaque é a gamificação do aprendizado, fazendo uso de recursos lúdicos para afixar a atenção dos alunos e motivá-los a aprender acerca do material proposto. De acordo com do Nascimento & do Nascimento, a gamificação surgiu no *marketing* por volta do século XIX com promoções do tipo leve 3 e pague 2 explicada da seguinte forma: uma premiação é dada ao cliente que atingir a conquista de comprar 2 (levar 3). A gamificação foge do modelo tradicional de ensino, em que o aluno memoriza o conteúdo passado, realiza exercícios sobre o mesmo e executa um teste comprobatório acerca deste conteúdo. Nesta metodologia o aluno, muitas vezes, decora de forma temporária as informações necessárias para o desenvolvimento das avaliações, não constituindo uma forma legítima de aprendizagem (pois o aluno não aprende nada de fato), visto que o aluno não absorve o conhecimento.

A gamificação por outro lado utiliza de diversos elementos presentes em jogos para incentivar alunos a avançar na aquisição por conhecimento de uma forma divertida e interativa. Podemos citar como elementos presentes em gamificação: pontuação, *rankings*, recompensas, *feedbacks*, progresso, avatares, desafios, entre outros. A gamificação sai da monotonia do papel e caneta e utiliza de elementos visuais e instigantes, ocasionando no maior interesse por parte dos alunos nos conteúdos tratados. O aprendizado sai da forma passiva de escuta, e passa a contar com participação ativa dos alunos, gerando neles sentimento de prestígio.

Na física, vários aspectos teóricos e práticos poderiam ser melhor empregados se apresentados em formato gamificado. Um exemplo claro está presente no jogo *Angry Birds*, no qual os personagens do jogo obedecem às leis da física e entretêm os usuários ao mesmo tempo. O jogo explora o estudo de lançamento de projéteis e colisão, englobando as três leis de Newton, conservação de energia e momento. Por ser um jogo que tornou-se muito popular desde seu lançamento e ainda permanece relevante, o uso do mesmo como elemento de estudo desperta o interesse dos alunos, seja por familiaridade ou por curiosidade. Vários aspectos acerca de problemas físicos que demandam da imaginação do aluno podem ser simulados através de interfaces gráficas, contribuindo para a melhor visualização do problema, consequentemente efetivando o aprendizado.

3 Descrição da gamificação a ser utilizada na disciplina de Física

O trabalho em questão foi pensado tendo em vista que a gamificação é uma metodologia válida para um melhor ensino da Física e que vários elementos da Física seriam melhor representados através de uma interface gráfica. A junção destes dois fatores é iminente a uma melhoria no método de ensino dos alunos acerca não só de Física mas também de outras disciplinas estudantis, como descreveremos na seção de trabalhos relacionados.

O sistema que desenvolvemos ajuda alunos a aprender conceitos sobre lançamento de projéteis e se resume a um lançador de projéteis (um canhão) que lança um projétil (um objeto circular) e este se move conforme as características delimitadas previamente, seja pelo usuário ou pelo sistema e usuário. Tais características são características presentes em lançamentos de projéteis: módulo da velocidade inicial do projétil e suas componentes nos eixos coordenados (v_x, v_y), ângulo de lançamento do projétil e valor da gravidade do local de lançamento. Estas características estarão organizadas em uma tabela junto a outros valores como: o tempo, que remete à quantidade de tempo total que o projétil permaneceu em movimento; o alcance horizontal, que remete à distância percorrida pelo projétil na coordenada x (orientado da esquerda à direita); e a altura máxima, que diz respeito ao maior valor atingido na coordenada y (orientado de baixo para cima). Estes valores serão calculados a partir das características do projétil supracitadas.

O TBPT, sigla para o sistema que foi desenvolvido (*The Big Physic Theory*), está estruturado em modo livre e modo competitivo. O intuito desta separação é desafiar o usuário através do modo competitivo, para que ele tente se superar e busque superar os demais usuários do sistema. O modo competitivo é dividido em três categorias de fases: fases fáceis, médias e difíceis. Ao selecionar uma categoria o usuário pode então escolher a fase da categoria que deseja jogar. Neste modo é atribuída uma pontuação relativa à dificuldade da fase, ao tempo gasto pelo usuário para resolução do problema e à correção da solução encontrada. Nele alguns valores da tabela são pré definidos pelo sistema e não podem ser alterados. Tais campos remetem a dados de um lançamento de projétil específico e que, a partir destes dados, o usuário deve calcular, utilizando formulas e seu conhecimento sobre física, os valores dos campos que não foram definidos pelo sistema (campos em branco).

Já o modo livre não será composto por fases, não possuirá atribuição de pontuações e nele o usuário poderá manipular e inserir todos os valores que desejar na tabela de dados do lançamento para assim simular um movimento de seu interesse. Este modo foi desenvolvido com o pensamento de que nem todos os alunos iriam querer participar da parte competitiva da gamificação e, ainda, para aqueles que desejam realizar simulações sem nenhuma restrição como aquelas impostas sobre os campos do modo competitivo. O modo livre também pode ser usado como um resolvidor de problemas já que o usuário poderá inserir alguns dados e, se esses dados forem coerentes e suficientes para a resolução do problema, o sistema efetuará os cálculos das informações faltantes.

Ambos os modos contam com funcionalidades que auxiliam em uma melhor visualização

dos elementos do lançamentos de projéteis presente nos materiais de física dos ambientes de ensino médio e graduação, como a movimentação do projétil (possível graças à utilização de uma interface gráfica e o qual economiza tempo o qual o aluno ficaria tentando imaginar como se daria a movimentação do projétil) e a possibilidade de atribuir uma marcação à trajetória do projétil, para uma melhor visualização do deslocamento do mesmo enquanto se movimenta.

Adicionalmente, foram implementadas recompensas aos alunos que tiveram melhor desempenho no jogo. Dentre estas recompensas, está a atribuição de pontuação, conforme citado anteriormente, a atribuição de conquistas referentes ao progresso do usuário e a atribuição de estrelas. A cada fase do modo competitivo, o jogador poderá conquistar entre 0 e 3 estrelas, a depender de sua pontuação. Também foram utilizados elementos visuais que demarcam o progresso do jogador, tais como cenário e aparência do projétil e canhão que são atualizados de acordo com a fase e a progressão no jogo. O sistema inclui ainda um *ranking* com os usuários que conquistaram as melhores pontuações, com a finalidade de encorajá-los a se dedicarem para que ocupem as posições mais altas.

4 Trabalhos Relacionados

Nesta seção, serão apresentados outros trabalhos relacionados a gamificação no ensino.

4.1 Ensino Híbrido na Sala de Aula de Física

Este trabalho desenvolvido por Sales et al. propôs um sistema gamificado de *quizzes*, no qual 21 alunos da disciplina de Física do terceiro ano do ensino médio foram divididos em 4 times, no qual eles deveriam colaborar com os membros de seu time, e competir contra os adversários.

O conteúdo foi dividido em 6 “fases”, então foram disponibilizados materiais sobre cada assunto e missões a serem cumpridas. As fases também definem o nível de dificuldade da missão: quanto mais avançada a fase, maior a dificuldade. Em cada fase eles deveriam realizar atividades a distância (trabalhos e questionários), e também participar de batalhas, que consistiam em *quizzes* competitivos. Nos *quizzes*, eram entregues listas de exercícios a serem resolvidas por cada time com antecedência. No dia da batalha, os times deveriam corrigir as folhas do seu adversário. Caso todas as respostas estejam corretas, o time que resolveu a lista ganha um ponto. Caso haja algum erro, o time corretor ganha um ponto.

Esta gamificação permite o *feedback* imediato, conseguindo se contextualizar perante ao jogo e contornando a situação, recuperando-se de possíveis erros cometidos. No final do ano letivo, apenas um aluno ficou abaixo da média da disciplina (60 pontos de 100), mostrando resultados positivos da estratégia nas notas da turma. No entanto, não houve uma pesquisa com *feedback* real da opinião e avaliação dos alunos sobre a gamificação apresentado no artigo, limitando a avaliação do desempenho da implementação do método a apenas às notas dos alunos.

4.2 SigComp

Por Mendes et al. foi desenvolvido o SigComp, um sistema gamificado com o objetivo de diminuir a evasão no curso de Ciência da Computação. Nele foi desenvolvido uma plataforma *web* na qual os discentes podem receber medalhas de acordo com suas conquistas durante o curso, por exemplo, medalhas por notas 100, conclusão de período, determinados valores de Índice de Rendimento Acadêmico (IRA), por realização de estágios e treinamentos profissionais. Nesse sistema gamificado os discentes também podem verificar um *ranking* com alguns dos maiores IRAs do curso, além de poderem acompanhar a oferta de oportunidades de bolsas, projetos e estágios. Foi realizado um estudo a partir de um formulário enviado aos alunos interessados, em que eles puderam incluir informações sobre o uso do sistema e também poderiam indicar novas opções de funcionalidades para o sistema. Ao final do estudo, obteve-se uma resposta positiva dos alunos em relação as funcionalidades do sistema, e também foi de acordo da maioria que o sistema é capaz aumentar o engajamento no curso.

4.3 Gamificação no ensino de Física

Por Silva et al. foram comparados os métodos de ensino tradicional e gamificado. Foram separados dois grupos de alunos: GC (Grupo Controle) e GE (Grupo Experimental). Em um dos grupos a metodologia empregada foi a gamificada (GE), enquanto no outro a metodologia de ensino aplicada foi a tradicional. A gamificação se deu na divisão dos alunos do GE no que os autores chamaram de “ilhas de aprendizagem” e posteriormente, ao final de cada tópico, a aplicação de *quizzes* referentes ao conteúdo visto naquele tópico. As ilhas de aprendizagem tem por objetivo provocar interação entre os alunos, gerando uma discussão sobre o material e, consequentemente, facilitar a assimilação do conteúdo. Os *quizzes* eram pontuados e a pontuação total da turma era medida. Ao final, os dois grupos foram submetidos a um mesmo teste e verificou-se que o grupo no qual a gamificação foi implementada (GE) obteve melhores resultados do que o grupo cujo método tradicional foi aplicado.

4.4 Gamificação no Ensino de Gestão de Projetos

O trabalho realizado por Ramos & Junior descreve um sistema *web* que foi desenvolvido com o enfoque na realização de planejamento de projetos propostos em aula para a matéria de gestão de projetos. Os projetos consistiam na criação de *blogs* com conteúdos acadêmicos e os alunos deveriam elaborar soluções para os itens: Termo de Abertura, Estrutura Analítica do Projeto -EAP, Cronograma, Matriz de Responsabilidades, dentre outros. Os alunos eram pontuados por grupo e um *ranking* era estabelecido dos com mais aos com menos pontos. Os pontos foram atribuídos por correções manuais por parte do professor e do monitor da disciplina. Ao final da experiência, os alunos foram submetidos a um questionário, e apontaram que o sistema é uma ferramenta útil à assimilação de temáticas de gestão de projetos, que se sentiram mais motivados a aprender através do método gamificado e que a gamificação se provou mais envolvente que o método tradicional.

de ensino.

4.5 Uso de *Quizzes* no Ensino da Física na Graduação

O trabalho descrito por Rose et al. foi realizado com alunos do ensino superior, e foram implementados dois tipos de *quizzes*, ambos abordando diversos temas da física: o primeiro no estilo tradicional, com todas as perguntas disponíveis, e o *feedback* a respeito da sua pontuação após a entrega de todas as respostas; O segundo estilo de *quiz* usado no estudo era gamificado, as perguntas apareciam uma por vez e *feedback* imediato após submeterem a resposta. Os pontos foram calculados de forma que quanto maior o número de respostas consecutivas, maior a pontuação, e quanto maior o tempo que o aluno leva para responder, menor a quantidade de pontos obtidos. Também foram adicionados outros elementos de gamificação, dentre eles *rankings*, medalhas e estrelas.

Os alunos foram divididos em dois grupos, de acordo com o tipo de *quiz* que realizaram. Ao comparar os dois grupos, foi possível perceber que, mesmo após conseguir a pontuação necessária, nos *quizzes* gamificados os alunos realizavam mais tentativas a fim de conseguir a pontuação máxima. Em contrapartida, o grupo que realizou os *quizzes* no estilo lista precisaram de menos tentativas para obter a nota necessária para serem aprovados. Pode-se concluir então que o tipo gamificado promoveu maior engajamento dos alunos.

5 Análise comparativa

Nesta sessão serão comparados os trabalhos apresentados na sessão 4 com o trabalho apresentado no presente artigo. Serão considerados os seguintes critérios: Área de aplicação, Público Alvo, Duração, Elementos de Jogos, Estilo de Jogo e Disponibilidade.

Os trabalhos analisados divergem em muitas características, porém possuem também vários atributos semelhantes, já que tratam de gamificação em alguma área da educação. Um aspecto geral das características pode ser visualizada na tabela 5 e, por meio dela, podemos discursar sobre os aspectos homogêneos e heterogêneos entre os trabalhos e entre o nosso trabalho e os demais.

Por trabalharmos com uma matéria de exatas (área em que se enquadra a disciplina de Física) era de se esperar que a maioria dos trabalhos fossem da mesma área, sendo que dos 5 trabalhos analisados, três deles foram aplicados em cima da própria disciplina de física [5] [6] [4] e um deles foi aplicado na disciplina de Ciência da Computação (que também se porta no âmbito das ciências exatas) [2]. Apenas um trabalho apresentado não pertence à área de ciências exatas, pertencendo este, em vez disso, à área de ciências humanas [3], trabalho este que se aproxima do nosso por usar gamificação vinculado ao ensino e aplicado a um curso o qual muitas vezes se confunde com um curso da área de ciências exatas (administração). Não analisamos nenhum trabalho relacionado às ciências biológicas pelo fato de que estes projetos costumam se diferenciar bem mais das áreas de

exatas do que as de ciências humanas, por exemplo.

Tabela 1: Análise comparativa dos trabalhos relacionados.

| | | T B P T | Ensinar Híbrida na Sala de Aula de Física | Sig Comp | Gamificação no ensino de Física | Gamificação no Ensino de Gestão de Projetos | Uso de <i>Quizzes</i> no Ensino da Física na Graduação |
|-----------------------|------------------------------|------------------|---|-------------|---------------------------------------|--|--|
| Área de aplicação | Exatas | x | x | x | x | | x |
| | Humanas | | | | | x | |
| | Biológicas | | | | | | |
| Público alvo | Ensino Fundamental | | | | | | |
| | Ensino Médio | x | x | | x | | |
| | Ensino Superior | x | | x | | x | x |
| Duração | 6 meses | | | | | x | x |
| | 1 ano | | x | | x | | |
| | Mais de um ano | x | | x | | | |
| Elementos de jogos | <i>Quizzes</i> | | x | | x | | x |
| | Pontuação | x | x | x | x | x | x |
| | <i>Ranking</i> | x | | x | x | x | x |
| | Emblemas/ Medalhas | x | | x | | | x |
| | <i>Feedback</i> imediatos | x | | | x | | x |
| Estilo de jogo | Individual | x | | x | | | x |
| | Cooperativo | x | x | | x | x | |
| Disponibilidade | Disponível periodicamente | | x | | x | x | x |
| | Sempre Disponível | x | | x | | | |

Nenhum dos trabalhos analisados (incluindo este) foi empregado na modalidade de ensino fundamental. Pode-se deduzir que, por possuir um ritmo mais lento que as demais modalidades de ensino (médio e superior), outras metodologias de ensino não são necessárias. Ademais, por possuírem perfis mais diferentes entre si, é mais difícil aplicar uma gamificação em alunos do ensino fundamental do que em alunos de ensino superior, por exemplo, em que o perfil dos alunos de um curso costuma variar menos se comparados aos perfis dos alunos de ensino fundamental.

Dois dos três trabalhos de física relacionados a este foram implementados no ensino médio [5] [6], enquanto apenas um foi implementado no ensino superior [4]. Por se tratar de um conteúdo visto em ambos ensino médio e superior (lançamento de projéteis) e pela facilidade de acesso, nosso sistema pode ser utilizado em prol de alunos destas duas modalidades de ensino, não se limitando a uma das modalidades como todos os trabalhos analisados.

Em relação a duração, o tempo está bem distribuído entre as quantidades de tempo analisadas. Dos seis trabalhos presentes na tabela, dois foram realizados durante um período de tempo de 6 meses [3] [4], coincidindo com tempo referente a duração de cada período dos cursos superiores, justamente porque foi nesta modalidade de ensino a qual ambos foram implementados. Outros dois dos seis trabalhos foram implementados em um ano letivo [5] [6], tempo necessário para completar um ciclo de ensino no ensino médio. Por fim, os dois outros trabalhos foram implementados de tal forma que estão acessíveis até hoje, sendo possível acessá-los e participar de sua gamificação [2], incluindo o sistema o qual este artigo faz menção (TBPT).

A gamificação que mais possui elementos de jogos dentre as analisadas é a referente ao uso de *quizzes* no ensino de Física na Graduação [4], que possui todos os elementos presentes na tabela. O nosso sistema fica em segundo lugar, só não possuindo um dos elementos de gamificação (*quizzes*) e empatado com a gamificação descrita por Silva et al. a qual possui *quizzes* mas não possui emblemas/medalhas. A gamificação de Mendes et al. (SigComp) vem em seguida, gamificação a qual também não dispõe de *quizzes* e nem de um método de *feedback* imediato. Os demais trabalhos só possuem dois dos cinco elementos gamificados citados [5] [3]. Pode-se perceber que um elemento comum entre cinco dos seis trabalhos analisados é o ranqueamento inerente à pontuação. Todos os 6 trabalhos atribuem pontuação aos usuários mas somente um não os ranqueia segundo esta pontuação.

O estilo de jogo foi separado entre individual e cooperativo. No estilo individual o usuário da gamificação é o único responsável pelo seu progresso e pontuação na gamificação. Já no estilo cooperativo, os usuários sempre participam da gamificação em grupos e devem cooperar junto aos demais integrantes do grupo se quiserem progredir e conseguir maior pontuação. Dos cinco trabalhos relacionados, três deles aplicam a gamificação em grupos para incentivar a discussão do assunto tratado. Há dois trabalhos que foram relacionados (desenvolvido por Mendes et al. e [4]) os quais aplicam a gamificação de forma individual, verificando o progresso individual de cada aluno na gamificação. O sistema por nós desenvolvido foi pensado, em sua essência, para que fosse uma gamificação individual. Porém não há regras que proíbam que o sistema seja, de forma indireta, cooperativo (visto que não há implementada nenhuma funcionalidade que auxilie cooperação). Um perfil pode ser criado pela junção de mais de um aluno com o objetivo de progredir e aprender juntos no nosso ambiente gamificado. Por este motivo há a marcação em ambos os estilos de jogo na tabela desenvolvida.

Quatro dos cinco trabalhos não foram disponibilizados integralmente aos alunos, de modo que assim que o período letivo terminasse eles não obteriam mais acesso à gamificação, seja pelo fato de que a gamificação se deu por atividades em aula ou por não ter utilizado de meios tecnológicos no seu desenvolvimento (como no trabalho desenvolvido por Silva et al. no qual a

gamificação se deu em sala de aula com uso de ferramentas tradicionais como listas impressas, papel e caneta). Alguns trabalhos serviram somente de método experimental, não sendo de fato introduzidas permanentemente e atuando somente no período em que foi implementada, de modo que foram descontinuados. Somente o SigComp de Mendes et al. e o nosso sistema tem disponibilidade de acesso integral, possibilitando o acesso dos usuários a qualquer momento oportuno e independente do período ou ano escolar dos usuários.

Analisando agora sob aspectos gerais, a gamificação que obteve maior número de características no total foi o sistema que nós desenvolvemos (TBPT), graças à sua abrangência no que diz respeito às modalidades de ensino em que pode atuar, sendo a única a atuar em mais de uma modalidade. A possibilidade de ser usada de forma cooperativa e individual ao mesmo tempo é outro ponto que fez com que o nosso sistema gamificado fosse superior à gamificação abordada por Rose et al. em questão de elementos presentes na tabela.

Comparando os trabalhos foi possível perceber que, em relação ao material abordado, o sistema aqui abordado é pouco abrangente, tornando esse um ponto negativo da sua utilização. Os trabalhos, ainda, diferem bastante no escopo de estudo abordado, o que se deve à diferença do material das modalidades de ensino e assunto abordado. Outro ponto observado é que há seis combinações diferentes dos cinco elementos de jogos entre os trabalhos, mostrando uma variedade na gamificação abordada dentro dos trabalhos relacionados. Outro ponto no qual os trabalhos divergem é em relação à duração, dado que a duração dos mesmos foi dada de forma homogênea, sendo dois com duração de 6 meses, dois com duração de um ano e dois com a duração de mais de um ano. O trabalho de Mendes et al. tem uma duração relativa ao tempo em que o aluno necessita para terminar sua graduação, dado que após isso, ele não conseguirá mais conquistar pontos sem que esteja matriculado em alguma disciplina. Já o TBPT estará sempre disponível para que qualquer interessado que deseje fazer uso de suas funcionalidades.

Por mais que os trabalhos tenham o mesmo objetivo (o de unir gamificação e ensino) eles divergem muito entre si em vários aspectos. Os trabalhos mais próximos são os descritos por Sales et al. e por Silva et al., divergindo em somente uma característica presente na tabela: o primeiro trabalho não implementa *rankings* em sua gamificação, diferente do segundo.

6 Considerações finais

References

- do Nascimento, R. R., & do Nascimento, P. S. C. (2018). Gamificação para o ensino de física: o que falam as pesquisas.
- Mendes, T., Pereira, L., Baranda, V. R., de Oliveira Julio, A. M., & da Silva, R. L. d. S. (2019). Uso de sistemas de gamificação no combate à evasão de cursos de graduação da área de exatas.
- Ramos, A. B., & Junior, D. C. V. (2019). A utilização de gamificação para o ensino de gestão de

projetos.

Rose, J., O'Meara, J., Gerhardt, T., & Williams, M. (2016). Gamification: using elements of video games to improve engagement in an undergraduate physics class.

Sales, G. L., Cunha, J. L. L., Gonçalves, A. J., da Silva, J. B., & dos Santos, R. L. (2017). Gamificação e ensinagem híbrida na sala de aula de física: metodologias ativas aplicadas aos espaços de aprendizagem e na prática docente.

Silva, J. B. d., Sales, G. L., & Castro, J. B. d. (2019). Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de física.