

Gamificação aplicada no ensino de Física: um estudo de caso no ensino de óptica geométrica

João Batista da Silva
Gilvandenys Leite Sales

RESUMO

Este artigo tem como objetivo descrever as contribuições da gamificação no ensino de física, e analisar qual a percepção dos alunos a respeito dessa metodologia ativa no processo de ensino dessa disciplina. Inicialmente foi realizada uma pesquisa na literatura de trabalhos que implementaram a gamificação no ensino de Física no Brasil, o que revelou uma enorme carência de trabalhos empíricos na área. A partir das necessidades encontradas foi implementada a gamificação no processo de ensino de Física na sala de aula. Os resultados da pesquisa confirmam as contribuições apontadas na literatura acerca dessa metodologia como envolver, engajar e motivar os alunos para promover aprendizagem e resolver problemas. Além disso, verificou-se que na percepção dos alunos a metodologia ativa aplicada contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física. Óptica geométrica. Gamificação. Metodologias ativas.

Gamification applied in the teaching of Physics: A case study in the teaching of geometric optics

ABSTRACT

This article aims to describe the contributions of gamification in physics teaching, and to analyze the students' perception of this active methodology in the teaching process of this discipline. Initially a research was done in the literature of works that implemented the gamification in the teaching of Physics in Brazil, which revealed an enormous lack of empirical works in the area. Based on the needs found, gamification was implemented in the process of teaching physics in the classroom. The results of the research confirm the contributions pointed out in the literature about this methodology as involving, engaging and motivating students to promote learning and solve problems. In addition, it was verified that in the students' perception the applied active methodology contributed to the learning of the contents of Physics.

Keywords: Physics Teaching. Geometric optics. Gamification. Active methodologies.

João Batista da Silva é Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: joaobathista82@hotmail.com

Gilvandenys Leite Sales é Doutor em Engenharia de Telecomunicações pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente é Professor Titular de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: denyssales@gmail.com

Recebido para publicação em 5 jul. 2017. Aceito, após revisão, em 21 ago. 2017.

Acta Scientiae	Canoas	v.19	n.5	p.782-798	set./out. 2017
----------------	--------	------	-----	-----------	----------------

INTRODUÇÃO

O processo educativo do aluno é fruto da constante interação entre os diversos campos em que o sujeito está inserido: a família, a sociedade, o momento histórico, a filosofia e as tecnologias. O avanço cada vez mais acelerado de dispositivos eletrônicos e a democratização do acesso à internet mudaram os fluxos informacionais, a velocidade e o alcance com que as informações são compartilhadas mudaram o comportamento desses alunos em praticamente todas as áreas, principalmente nos modos como eles interagem com o mundo e com eles mesmos (FARDO, 2013b).

Os alunos que já nasceram cercados pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) foram denominados por Prensky (2001) de nativos digitais. O autor destaca que esses alunos não mudaram apenas suas gírias, roupas, enfeites corporais, ou estilos, como aconteceu entre as gerações anteriores, eles mudaram radicalmente, e essa mudança descontínua e singular não tem mais volta. Houve uma ruptura comportamental, um salto, uma descontinuidade, uma mudança psicocomportamental radical.

Sendo assim, a escola tem pela frente um enorme desafio, pois esses alunos não são os mesmos para os quais o sistema educacional foi criado (PRENSKY, 2001). Eles estão imersos num ambiente ubíquo em que o acesso à informação pode ocorrer a qualquer hora e lugar com acesso à internet, ultrapassando as fronteiras espaço-temporais que foram historicamente estabelecidas e antes estavam postas sobre a forma de criar, compartilhar e consumir as informações para gerar conhecimento (FARDO, 2013b).

O desenvolvimento acelerado das TDIC e a democratização do acesso à internet contribuíram com o fortalecimento substancial da indústria dos games (jogos digitais). Os games se popularizaram passando a fazer parte da realidade da maioria dos alunos, tornando-se um meio cultural e uma fonte de experiências formativa para a geração contemporânea, equivalente à televisão em gerações anteriores (DETERDING et al., 2011). As identidades lúdicas e o caráter hedônico incorporados nos games têm influenciado a sociedade e, principalmente, a escola.

Fardo (2013b) destaca que os games são uma forma de entretenimento bastante popular entre os públicos de todas as idades, com alto potencial de influência na maneira de pensar e agir de seus usuários. Essa influência é devido à capacidade de motivar e envolver, sendo prazerosos e eficazes, não necessariamente “por causa do que são, mas por causa do que eles incorporam” (ECK, 2006, p.18). Mas o que será que os games incorporam que os deixam tão atraentes e envolventes? Fardo (2013b) destaca que games incorporam elementos interconectados e apresenta alguns, como: regras claras, objetivos, motivação intrínseca, níveis, recompensas, conflito, *feedback* imediato, abstração da realidade, competição, cooperação, inclusão do erro no processo, diversão, narrativa, sistema e etc. O autor apresenta que há mais elementos envolvidos nos games do que os citados, e que cada um poderia render uma longa análise, ressaltando que um game é muito mais do que a soma dos elementos que o compõe.

Empresas, com serviço de localização, como o Foursquare, pegaram “emprestados” alguns desses elementos e incorporaram em suas atividades, principalmente no marketing,

e na capacitação de profissionais (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011; ALVES, 2015) obtendo grande sucesso. Essa estratégia ficou conhecida como “gamificação” (DETERDING et al., 2011) e ganhou ainda mais força na área de design da interação e no marketing digital.

Nesse sentido, após investigar as origens históricas desse fenômeno suficientemente novo e distinto, Deterding et al. (2011) definem gamificação como o uso de elementos de design de game em contextos fora dos games para motivar, aumentar a atividade, e reter a atenção do usuário. Ou seja, gamificar é utilizar as mecânicas, estratégias e pensamentos envolvidos nos games para envolver pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas (KAPP, 2012).

Studart (2015) descreve que a gamificação diverge dos games de entretenimento por não contemplar a jogabilidade, embora utilize os mesmos elementos contidos nos games. Para o autor as pessoas jogam games não para ganhar pontos e obter recompensas (motivação extrínseca), o que tornaria a gamificação apenas uma abordagem behaviorista de estímulo à mudança de comportamento através de recompensas (FARDO, 2013b), mas jogam para atingir a proficiência, vencer desafios e buscar a socialização, ou seja, por causa da motivação intrínseca que é uma ação movida por motivações próprias do sujeito (CSIKSZENTMIHALYI, 1990). Nesse sentido, “uma gamificação efetiva aplicada ao ensino e aprendizagem inclui mais do que recompensas” (STUDART, 2015, p.12).

Nesse sentido, há uma necessidade especial de incorporar tais elementos no ensino de Física, já que essa disciplina tem sido considerada de difícil compreensão por alunos do ensino médio e ao longo dos anos têm surgido várias propostas para viabilizar o ensino dessa disciplina (RIBEIRO; VERDEAUX, 2012). Especialmente do campo da óptica geométrica, existe a preocupação de investigar possíveis estratégias para o ensino dessa disciplina (AGUIAR, 2009; RIBEIRO; VERDEAUX, 2012; RIBEIRO, 2014; DA SILVA et al., 2015; SASAKI; DE JESUS, 2017).

Portanto, este artigo tem como objetivos fazer uma pesquisa na literatura de trabalhos existentes no Brasil sobre a implementação da gamificação no ensino de Física, aplicar a gamificação no ensino de Física e, descrever as contribuições da gamificação no processo de ensino de Física.

Este artigo é organizado da seguinte forma, na seção 2 faz-se uma revisão da literatura, na seção 3 discute-se a gamificação aplicada na situação formal de ensino, na seção 4 apresenta-se a metodologia aplicada, na seção 5 analisam-se e discutem-se os dados e na seção 6 são apresentadas as conclusões finais.

REVISÃO DA LITERATURA

Gamificação é a utilização de elementos de design game (mecânicas, dinâmicas, componentes e estéticas) em contextos fora dos games (DETERDING et al., 2011) para aumentar a atividade, envolver usuários, promover a aprendizagem, resolver problemas (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011; KAPP, 2012), desenvolver habilidades

e motivar a ação pra alcançar objetivos específicos (WERBACH; HUNTER, 2012). Essa metodologia ativa de ensino vem, gradativamente, sendo utilizada em ambientes educacionais (OGAWA, et al., 2015) com resultados bastante positivos sendo obtidos através de experiências (SHELDON, 2012; COSTA; VERDEAUX, 2016). De acordo com Domínguez et al. (2013), os alunos sujeitos à aprendizagem através de sistemas gamificados são mais motivados para realizar tarefas propostas.

Nesse sentido, a gamificação no contexto educacional consiste na utilização elementos de design de jogos no ambiente de aprendizagem, não para jogar, mas para motivar, engajar e melhorar o rendimento e desempenho dos alunos envolvidos no processo de ensino, aumentando assim a satisfação com as atividades propostas (FLORES; KLOCK; GASPARINI, 2016).

Para investigar as contribuições da gamificação no ensino de Física, inicialmente, foi realizado um levantamento sistemático da produção acadêmica, a nível nacional, sobre a implementação da gamificação no ensino de Física no Brasil. A pesquisa foi realizada entre os meses de abril e maio de 2017. Para a busca de trabalhos sobre o tema, foram utilizadas três bases de dados: o Google Acadêmico, *Directory of Open Access Journals* (DOAJ), e *Bielefeld Academic Search Engine* (BASE).

Na pesquisa, os termos escolhidos para a busca nas bases de dados foram: gamificação e ensino de Física. Os tipos de documentos pesquisados foram artigos e revistas. O critério de seleção dos documentos foi que cada um relacionasse gamificação e ensino de Física. Posteriormente, a próxima etapa seria a leitura dos resumos para saber de fato, quais trabalhos realmente implementaram a gamificação no ensino de Física.

Inicialmente realizou-se uma busca na base de dados BASE. Ao digitar a palavra “gamificação” apareceram 130 resultados, que adicionado ao termo: “ensino de Física”, como filtro de busca, não apareceu nenhum trabalho que relacionasse os dois termos. Ao realizar a busca no DOAJ foi digitada a palavra “gamificação” e apareceram 11 resultados, que refinado com o termo “ensino de Física”, também não apareceu nenhum trabalho que relacionasse os dois termos.

Já a busca no *Google Acadêmico* foi mais expressiva, utilizando a palavra “gamificação” apareceram 1340 resultados, relacionando ao descritor “ensino de Física”, o resultado foi filtrado para 36 trabalhos. No Quadro 1 é apresentado o resumo do resultado inicial dessas buscas.

QUADRO 1 – Busca em base de dados dos termos Gamificação + Ensino de Física.

Termo de busca	BASE	DOAJ	Google Acadêmico
"Gamificação"	130	11	1340
"Gamificação" e "Ensino de Física"	0	0	36
Aplicados ao ensino de Física	0	0	2

Fonte: próprio autor.

Através da leitura dos resumos dos 36 artigos restantes 32 foram excluídos por não apresentarem nenhuma relação com o ensino de Física. Restando apenas quatro que foram considerados relevantes por abordar o ensino da disciplina na sala de aula, contribuindo assim para a fundamentação desta pesquisa (Quadro 2). E destes, apenas dois (ALMEIDA, 2015; COSTA; VERDEAUX, 2016), realmente implementaram a gamificação em sala de aula.

QUADRO 2 – Síntese dos trabalhos selecionados considerados relevantes.

Ano	Título	Autor	Base de Dados
2016	Ensinando Física através da Gamificação	Érico Rodrigues Paganini Márcio de Souza Bolzan	Google Acadêmico
2016	Gamificação de Materiais Didáticos: Uma proposta para a aprendizagem significativa da modelagem de problemas físicos.	Thiago Machado da Costa Maria de Fátima da Silva Verdeaux	Google Acadêmico
2015	Simulação, Games e Gamificação no Ensino de Física	Nelson Studart	Google Acadêmico
2015	O Aumento do Engajamento no Aprendizado Através da Gamificação no Ensino	Rafael Gomes de Almeida	Google Acadêmico

Fonte: próprio autor.

Paganini e Bolzan (2016) realizaram uma revisão bibliográfica da literatura para apontar as aplicabilidades da gamificação, propondo a sua inclusão no processo de ensino de Física. Os autores sugerem a utilização de um jogo como recurso facilitador de uma atividade gamificada cujo objeto de estudo seja a queda dos corpos e resistência do ar.

Studart (2015) faz uma breve apresentação do conceito de gamificação, destacando que essa ideia tem sido aplicada com sucesso no marketing, e recentemente está sendo discutida no contexto educacional, por se tratar de uma metodologia que poderá ser usada em uma sequência de ensino e aprendizagem de determinado assunto específico, sem a necessidade de alterar a estrutura curricular vigente da escola. Além disso, o autor destaca que o fenômeno da gamificação é uma alternativa promissora por conter elementos de game e incorporar “experiências e sensações que os games proporcionam: engajamento, *feedback* imediato, sentimento de realização e de vencer desafios, entre outros” (STUDART, 2015).

Costa e Verdeaux (2016) propõem a elaboração de um material instrucional gamificado e aplicam a partir de uma sequência didática. Por considerarem a gamificação uma abordagem totalmente emergente, os autores realizaram um estudo de caso, envolvendo dois grupos (experimental e de controle), para verificar se o aprendizado de Física incluiu o fator motivador e se incentivou a tomada de consciência do aprendiz em relação ao próprio processo de aprendizagem. Após a análise dos dados, verificaram um crescimento conceitual do grupo experimental em relação ao de controle, no tocante às estratégias de resolução de problemas.

De Almeida (2015) aplicou a gamificação em uma turma de terceira série do ensino médio, no Colégio Pedro II (CPII) – Campus São Cristóvão III. Para a execução da atividade gamificada a autora utilizou as TDIC, enviando inicialmente roteiros digitais para o email da turma, para fazerem as atividades (missões), com tempo determinado.

As atividades presenciais foram realizadas no laboratório, parte delas em equipes. Apesar de a autora aplicar a gamificação no ensino de Física, mostrando que tal metodologia se mostrou uma alternativa viável para aprimorar o engajamento dos alunos, foram deixadas algumas lacunas que precisam ser esclarecidas relativas à implementação em sala de aula, a saber: Quais elementos de games foram usados? Em que momentos? Quais foram os instrumentos de coleta de dados? E qual foi a sequência didática utilizada? Convém destacar, que a pesquisa nesse campo é muito recente. Muitas dúvidas precisam ser esclarecidas e outras tantas surgiram no decorrer das investigações.

A GAMIFICAÇÃO NA SITUAÇÃO FORMAL DE ENSINO

A gamificação na situação formal de ensino¹ foi discutida recentemente por Fardo (2013b), relatando que já sabia que a gamificação era empregada em outras áreas, como o marketing e dispositivos móveis para engajar clientes, porém, foi surpreendido com a possibilidade de aplicar os conhecimentos de design de games para auxiliar no processo de ensino e em ambientes de aprendizagem. Isso contribui para que ele, ancorado na definição de Deterding et al. (2011), ampliasse o conceito de gamificação definindo como “o uso de elementos, estratégias e pensamentos dos games fora do contexto de um game, com a finalidade de contribuir para a resolução de algum problema” (FARDO, 2013b, p.15).

O autor acrescenta a ideia de utilizar as mesmas estratégias e pensamentos contidos nos games, ou seja, incluir as mesmas características dos games. Acrescentando que estudos sobre as pesquisas experimentais (ECK, 2006; PRENSKY, 2001) mostram muito bem documentada os efeitos positivos da aprendizagem baseada em jogos digitais, e que parte desses efeitos positivos é devido às características incorporadas pelos games (ECK, 2006).

Além de envolventes, os “jogos são uma ponte natural entre alunos e informação. Incorporar características dos jogos no aprendizado provou melhorar a lógica, o raciocínio e outras habilidades importantes.” (JOHNSON et al., 2012). Fardo (2013b) declara que para que haja um aproveitamento satisfatório da gamificação em sala de aula, é necessário que os professores estejam envolvidos no universo dos games e entenda a sua linguagem. Nesse sentido ele destaca:

Acredito que, se for possível capturar, através da gamificação, um pouco dessa essência que os games possuem, fazendo com que professores e educadores envolvidos com ambientes de aprendizagem pensem um pouco a partir do ponto de vista de um game designer, essas áreas podem ser potencializadas de forma bastante positiva. (FARDO, 2013b, p.15)

¹ Situação formal de ensino é um termo utilizado por Moreira (2012) para explicar que na era das TDIC a sala de aula não está limitada mais ao espaço físico podendo ocorrer in loco (presencial) ou em um ambiente virtual (a distância).

No excerto acima, é destacado que uma boa maneira de aprender sobre gamificação é incorporar a essência contida nos games para potencializar a sala de aula. Além disso, o autor destaca que para ajudar a compreender sobre a gamificação é necessário entender sobre games, game design e *Digital Game-Based Learning*. Para auxiliar na compreensão dessa metodologia ativa, Boas et al. (2017) classificam a gamificação como uma subárea da *Game-Based Learning*, por utilizar a mecânica, a dinâmicas e os componentes incorporados nos games, em um ambiente que não seja o próprio game. “Porém, a melhor maneira de aprender sobre gamificação é jogar bons games e, entendendo-os como sistemas” (FARDO, 2013b, p.92).

Os games são produtos midiáticos advindos das TDIC, que facilitam e ampliam as possibilidades de implementação da gamificação nos espaços educativos e devem estar à disposição para serem utilizadas e conhecidas pelo professor que pensa em implementar a gamificação em sala de aula. No entanto, é importante destacar que uma estratégia baseada na gamificação da sala de aula não tem como pré-requisito o uso de TDIC (FARDO, 2013b).

Embora a esmagadora maioria dos exemplos atuais de “gamificação” seja digital, o termo não deve se limitar à tecnologia digital. Não só a convergência de mídia e a computação ubíqua tornam cada vez mais turva a distinção entre digital e não digital: os jogos e o design de jogos são, eles próprios, categorias transmediais. (DETERDING et al., 2011, p.3)

Uma discussão mais aprofundada sobre a aplicação da gamificação em contextos transmediais está fora do escopo desta pesquisa. Porém, no contexto educacional, a estratégia de usar elementos de jogos para motivar e envolver as pessoas já é aplicada há muito tempo e em muitos locais, inclusive na escola. Só que da maneira como está sendo aplicada não produz efeitos tão satisfatórios, melhor seria se tivesse uma aplicação bem planejada agregada a um conhecimento científico como se pretende na atualidade. Por exemplo, na escola as crianças tinham seus esforços com estrelinhas, ou seja, as recompensas. Esse exemplo mostra como essa estratégia já era utilizada embora ainda não houvesse definição nem estudos sobre sua implementação adequada, sua relevância e implicações para o processo de ensino e aprendizagem. Sobre esta estratégia, Fardo (2013b) descreve que alguns desses elementos fazem parte da rotina das instituições escolares. Nesse sentido ele destaca:

[...] a maioria das escolas já utiliza, praticamente desde que foram criadas, muitos dos elementos que são encontrados nos games. Assim, um aluno entra na escola no primeiro nível, o mais básico (jardim de infância ou maternal), e a partir desse ponto começa a avançar para outros níveis mais difíceis, um por ano. Se falhar em algum deles, tem a chance de repetir, mas repete uma grande parte do processo (geralmente um ano inteiro). Para poder avançar nos níveis, precisa obter certa quantidade de pontos (notas) em um número determinado de desafios (provas e testes

escolares). Após cada teste, o aluno recebe o *feedback* do seu desempenho (quando o professor corrige a prova e retorna o resultado ao aluno). Essa dinâmica soa familiar ao leitor que possa ser familiarizado com o mundo dos games. Entretanto, se fosse feito o contrário e os elementos da escola fossem transpostos para um game, o resultado certamente seria um grande fracasso, tanto de público como comercial. (FARDO, 2013b, p.18)

Como relata o autor no excerto acima, embora o termo “gamificação” seja relativamente novo, as técnicas utilizadas já são vem sendo utilizada há muito tempo, principalmente na escola. Só que essa utilização é realizada de uma maneira turva, sem envolver, engajar, motivar e incentivar a solução de problemas para que o aluno reduza o medo do erro e cultive uma atitude otimista e confiante (WERBACH; HUNTER, 2012). Por fim, Fardo (2013a) destaca que a gamificação não deve ser vista como um “remédio” para os males que a educação enfrenta, mas como mais uma alternativa em busca de soluções que a educação no século XXI demanda, proporcionando um sistema em que os estudantes consigam visualizar a interferência de suas ações na construção de sua própria aprendizagem.

METODOLOGIA

Quanto à abordagem metodológica da pesquisa, será utilizada uma abordagem do tipo qualitativa. Com relação aos procedimentos técnicos será realizado um estudo de caso. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram a observação e os questionários questionário fechado e semiestruturado utilizando a escala Likert.

Os participantes foram esclarecidos sobre a importância desse trabalho e preencheram os Termos de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE). Este trabalho teve a aprovação junto ao Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), protocolado sob o número CAAE: 74965717.6.0000.5589.

A intenção da pesquisa experimental é obter um resultado rigoroso e controlado. O estudo de caso foi realizado com 15 (quinze) alunos de uma turma de Física do 8º semestre do curso técnico integrado em eletrotécnica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Os conteúdos abordados durante as aulas foram: fundamentos de óptica geométrica, divisões da Óptica em Óptica Física e Óptica Geométrica, fontes de luz primárias e secundárias, raio e feixe de luz paralelo convergente e divergente, princípios reversibilidade e independência dos raios, propagação retilínea, sombra e penumbra, câmara escura, cor da luz, cor de um corpo, ponto objeto e ponto imagem, reflexão regular da luz, leis da reflexão da luz, propriedades da reflexão da luz nos espelhos planos, a formação de imagens nos espelhos planos, e propriedades fundamentais dos espelhos planos.

A implementação foi dividida em três etapas: planejamento, definições (regras e objetivos) e execução das missões.

A primeira etapa do processo foi realizar um planejamento das atividades para estabelecer estratégias e recursos a serem utilizados durante as aulas. Uma das ferramentas digitais utilizadas para ancorar alguns recursos foi a plataforma online *Help Class Online* (www.helpclassonline.com.br), onde foram disponibilizados para os alunos: as missões (atividades), apostilas, slides, vídeos, lista de exercícios, indicação de sites, links para objetos de aprendizagem do tipo simuladores, etc. Com o auxílio dessa plataforma, o tempo e o ritmo dos estudos passaram a ser determinados pelo próprio estudante. Vale lembrar, que não se trata aqui da modalidade de ensino à distância, mas sim de ensino híbrido, em que ferramentas digitais, como os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), proporcionam ao aluno estudar a qualquer hora e lugar com acesso a internet. Após analisar as técnicas de gamificação utilizadas nos (AVAs), Klock et al. (2014) destacam cinco estratégias mais utilizadas nesse ambientes para melhorar o engajamento e a motivação dos estudantes: pontos, medalhas, missões, personalização, níveis e rankings.

A segunda foi propor para a turma as regras do jogo (Contrato Didático) para definir as funções, direitos e deveres de cada um dos jogadores. As regras são imprescindíveis, precisam ser claras e devem estar inseridas nos jogos, pois são elas que vão reger os limites da ação de cada jogador (aluno) proporcionando explorar as possibilidades, desenvolver estratégias e aperfeiçoar a criatividade. Além disso, elas determinam como devem se comportar e agir para cumprir a missão e alcançar seus objetivos: aprender e aplicar conteúdos. Portanto, os objetivos devem ser claros, para que se possa alcançar o propósito de cumprir as missões no tempo determinado, tanto as de ações individuais como as realizadas em grupos.

Após a definição dos objetivos, o professor realizou um *Quiz* online sobre introdução à óptica geométrica, com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios relevantes dos alunos, pois o conhecimento prévio do aluno é o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem (AUSUBEL, 1978). Após a sondagem dos conhecimentos prévios pelo professor, como segunda etapa do processo, iniciou a aula explicativa sobre os fundamentos da óptica geométrica. Como recurso didático, foram utilizados slides, vídeos, e simulações virtuais.

Após a aula explicativa, iniciou a terceira etapa onde foram propostas algumas missões individuais e em grupos que os alunos deveriam cumprir. Algumas missões foram realizadas em grupos para que os alunos tivessem a oportunidade de trabalhar colaborativamente, pois “desempenhar uma tarefa bem implica não só ter as habilidades para executar a tarefa, mas também colaborar bem com os colegas para fazê-lo” (GONZÁLEZ et al., 2016, p.25). Sendo assim, os 15 alunos foram divididos em quatro grupos, três grupos com quatro participantes e um grupo com três participantes.

Missão 01 (em grupo): Construção coletiva de um Glossário Hipertextual de termos técnicos relacionados à óptica geométrica para facilitar a aprendizagem, já que muitos termos técnicos nem sempre estão nos livros didáticos. As regras para essa missão foram: inserir no mínimo dois termos, os termos deveriam apresentar uma síntese da pesquisa

realizada com limites de no máximo 10 linhas ou 100 palavras, devendo evitar cópias, e citar as fontes de sua pesquisa. Além disso, poderiam acrescentar links, figuras, vídeos, etc. O prazo para finalizar essa missão foi até o final do semestre. Os parâmetros para avaliação dessa missão foram: relação com o tema proposto (Óptica geométrica), poder de síntese, utilização de hipertexto e mídias (imagens, vídeos, etc.), relevância dos comentários, e utilização adequada de referências.

Missão 02 (individuais): Nessa missão, foi proposta a resolução das listas de exercícios. Em cada lista, os exercícios propostos foram previamente organizados por níveis de dificuldade, para que todos tivessem a oportunidade de cumprir a missão. Como foram propostas cinco listas de exercícios, cada uma apresentou diferentes níveis de dificuldade (fácil, intermediário, e avançado). Essa etapa requer o maior cuidado possível, pois, o professor deve considerar o nível de habilidade do aprendiz e adequar os diferentes níveis de complexidade da missão aos diferentes níveis de habilidade dos alunos. Além disso, outro objetivo foi conseguir aumentar o potencial de imersão dos alunos nas missões, esse nível de concentração é chamado de estado de fluxo (CSIKSZENTMIHALYI, 1990). Todo professor que pretende aplicar a gamificação em sala de aula não pode ignorar tal teoria que está enraizada nos games.

Nesse sentido, como já se tem conhecimento, as salas de aula da maioria das escolas brasileira são heterogêneas, ou seja, nelas há alunos com um maior potencial de aprendizagem e alunos com menor potencial, e isso é um grande desafio para a maioria dos professores, especialmente os de Física. Por isso, as missões não podem ser tão difíceis ao ponto que os alunos com menor potencial não possam cumprir ficando frustrados, e nem tão fáceis que os alunos com maior potencial não se sintam estimulados. Essa é uma tarefa difícil para o professor, por isso todo esse cuidado na seleção e organização da lista de exercícios, ao balancear habilidades dos alunos e desafios propostos pela missão.

Missão 03 (em grupo): Nessa missão foram propostos desafios específicos, adequados e possíveis de serem superados pelo aluno isso demanda tempo e atenção do professor. Esses desafios foram colocados na forma de questionários online (*Quizzes*). Ao todo foram realizados cinco *Quizzes*: a) Star Wars – *Quiz* Introdução à Óptica Geométrica; b) Narciso's Death – *Quiz* Espelhos Planos; c) War of Mirrors – *Quiz* Espelhos Esféricos; d) Rainbow War – *Quiz* Refração da Luz; e) Sherlock Reborn – *Quiz* Lentes e Aplicações.

Os *Quizzes* foram realizados com o auxílio do Kahoot, um *software online* gratuito ancorado na plataforma (<https://getkahoot.com/>), criado em 2013 (BHARTI, 2014), cuja característica é o seu grande potencial de promover questionários gamificados. Durante a realização do *Quiz* no Kahoot, é considerado o tempo de resposta, onde quem responder mais rápido pontua mais. E a cada resposta o aluno recebe o resultado em seu celular, no computador, ou em outro dispositivo que esteja usando. Após cada questão respondida o aluno recebe um *feedback* imediato, e o professor tem a chance de comentar a questão antes de avançar para a próxima.

O *feedback* imediato é outro elemento dos games indispensável para a gamificação na sala de aula e deve estar em todas as etapas, pois informam a atual situação do aluno

perante seus objetivos. Os alunos, para se engajarem, precisam saber se o que está fazendo é relevante, sendo portanto necessário *feedback* constante para saber se está indo bem (ALVES, 2015).

Incluir ciclos de *feedback* imediatos possibilita a tomada de decisões para resolver conflitos e readequar rapidamente as estratégias para abordar um determinado problema, mantendo-o sempre dinâmico e vivo. É importante destacar que, diferentemente do sistema de ensino tradicional, onde o aluno tem que esperar uma semana ou até um mês para receber o resultado da avaliação, no modelo de ensino gamificado o aluno recebe esse resultado instantaneamente. Isso proporciona ao aluno refletir sobre seus erros para modificar suas ações e alcançar seus objetivos, afinal, esses novos alunos já nasceram cercados pelas TDIC, são os nativos digitais (PRENSKY, 2001) caracterizados por serem imediatistas, com habilidades excepcionais de alfabetização visuais por viverem imersos num mundo cujo fluxo de informações é intenso e célere.

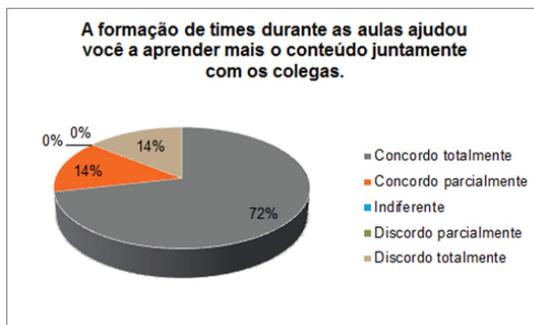
ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi baseada no questionário composto por 12 questões, do tipo fechado e semiestruturado utilizando a escala Likert. A escala é formada por sentenças com as quais os estudantes revelavam seu nível de concordância, permitindo diagnosticar a opinião dos alunos sobre a metodologia ativa empregada durante o período de intervenção. Os níveis de concordância foram dispostos em cinco: ‘Concordo totalmente’ (CT), ‘Concordo parcialmente’ (CP), ‘Indiferente’ (I), ‘Discordo parcialmente’ (DP) e ‘Discordo totalmente’ (DT). O questionário foi direcionado para coletar dados sobre quatro perspectivas: trabalho em grupo, método de avaliação em forma de *Quiz*, desafios durante as atividades, e opinião sobre a metodologia empregada. Dos 15 alunos apenas 14 responderam, por que um aluno não compareceu no dia da aplicação do questionário.

Objetivando fazer inferências sobre as contribuições da gamificação no processo de ensino, inicialmente o questionário abordou a opinião dos alunos acerca das missões realizadas em times, para isso foram propostas duas sentenças. A primeira foi: Você é a favor da formação de times durante as aulas? As respostas mostram que a maioria demonstra interesse pelo trabalho em grupo, pois 79% responderam ‘Concordo totalmente’, 7% ‘Concordo parcialmente’, 7% ‘Indiferente’, e apenas 7% ‘Discordo totalmente’. Esse resultado mostra que a maioria aprova a proposta de trabalho em grupo, por promover mais interação e colaboração com os colegas. Vale destacar que não são todos os estudantes que concordam com o trabalho coletivo e não aprovam apenas a avaliação em grupo. Como se pode verificar nas respostas da sentença a seguir.

A segunda sentença proposta para os alunos foi: A formação de times durante as aulas ajudou você a aprender mais o conteúdo juntamente com os colegas? Em resposta a segunda sentença, 72% responderam ‘Concordo totalmente’, 14% ‘Concordo parcialmente’, deixando claro que 86% da turma prefere o trabalho em grupo. Pois, acreditam que conseguem aprender mais quando se trabalha colaborativamente. O gráfico abaixo sintetiza melhor os resultados obtidos no questionário (Figura 1).

FIGURA 1 – Relativo à formação de times para aprendizagem colaborativa.



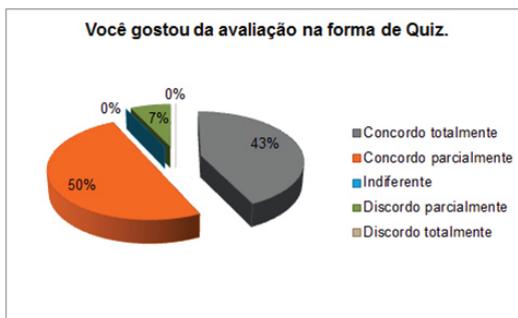
Fonte: próprio autor.

Os 14% que discordaram totalmente evidenciam uma das problemáticas que o trabalho em grupo pode revelar a inabilidade de relacionamentos face a face dos jovens da sociedade da informação. Nesse sentido, um dos alunos diz: *“as aulas são ótimas, assim como os trabalhos em grupo, porém as atividades individuais é uma maneira mais justa de avaliar o aluno”*.

As duas primeiras sentenças tinham como objetivo investigar a percepção dos estudantes acerca do trabalho coletivo e colaborativo. Já as três próximas questionam sobre o processo de avaliação utilizando *Quizzes*.

Sobre os *Quizzes*, a primeira sentença consistiu em saber se os alunos tinham se identificado com a avaliação em forma de *Quizzes*, as respostas estão sintetizadas de acordo com o gráfico abaixo (Figura 2).

FIGURA 2 – Relativo à metodologia de aplicação de *Quizzes* online.



Fonte: próprio autor.

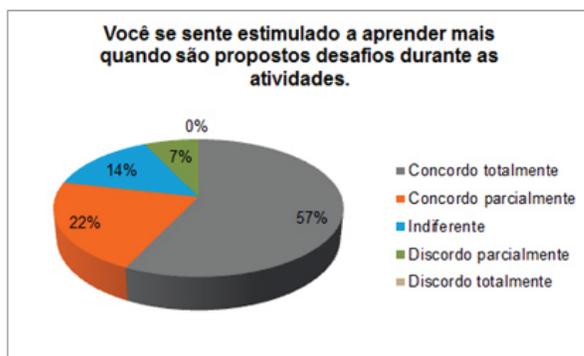
De acordo com o gráfico se percebe que a maioria gostou da forma de avaliação, sendo que 43% responderam ‘Concordo totalmente’, 50% ‘Concordo parcialmente’, e apenas 7% respondeu ‘Discordo parcialmente’, o que evidencia o fato de os alunos

não terem conhecimento dessa forma de avaliação, tal confirmação vem nas respostas da segunda sentença: vocês já tinham sido avaliados antes por essa ferramenta? 100 % responderam que não.

Já ao se questionar se o conteúdo cobrado no *Quiz* foi coerente com o conteúdo ensinado na disciplina, 93% respondeu ‘Concordo totalmente’ e 7% ‘Concordo parcialmente’. Isso evidencia que a avaliação foi realizada de forma justa e de acordo com os objetivos a serem alcançados.

A terceira parte do questionário foi analisar a perspectiva dos alunos acerca dos desafios propostos durante as atividades. Conforme o gráfico abaixo a maioria deles gostou de serem desafiados, pois 57% dos alunos responderam ‘Concordo totalmente’, 22% ‘Concordo parcialmente’, 14% ‘Indiferente’ e 7% ‘Discordo parcialmente’ (Figura 3).

FIGURA 3 – Estímulo versus desafios dos alunos.



Fonte: próprio autor.

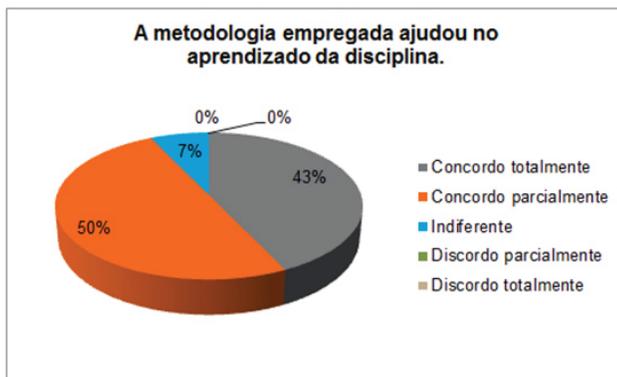
Durante as aulas observou-se que não era qualquer desafio que estimulava o aluno, mas apenas aqueles desafios possíveis de serem resolvidos, o que levou o professor a refletir acerca de que tipo de situação-problema ele deveria propor para o aluno, devendo fazer, antecipadamente, um bom planejamento, e, necessariamente estabelecer ligação com o conteúdo e os objetivos a serem alcançados.

Já quando foram questionados se os desafios propostos durante as atividades contribuíram para facilitar o processo de aprendizagem, 50% respondeu ‘Concordo totalmente’, 43% ‘Concordo parcialmente’, e apenas 7% respondeu ‘Discordo parcialmente’. Além disso, 86% da turma respondeu que gostam que desafios sejam propostos durante as atividades. Portanto, observa-se que a maioria concorda com a sentença, evidenciando que, se o desafio for bem elaborado e aplicado durante as atividades, têm potencial para facilitar o processo de aprendizagem do aluno.

Finalizando, ao questionar se metodologia de ensino utilizada pelo professor torna a aula de Física mais agradável, 100% da turma respondeu que sim, sendo que 50% responderam ‘Concordo totalmente’ e 50% ‘Concordo parcialmente’.

Já ao serem questionados se a metodologia empregada ajudou no aprendizado da disciplina, 43% responderam ‘Concordo totalmente’, 50% ‘Concordo parcialmente’, e apenas 7% permaneceu ‘Indiferente’. O que evidencia, na opinião da maioria dos alunos, que a gamificação contribui significativamente para o aprendizado da disciplina. O gráfico abaixo mostra de forma resumida os resultados obtidos (Figura 4).

FIGURA 4 – Metodologia versus aprendizagem dos alunos.



Fonte: próprio autor.

De acordo com o gráfico acima a maioria dos alunos reconheceu que a metodologia contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos. Além disso, 79% da turma recomendariam que outros professores a adotarem essa metodologia. Vale destacar que, 93% responderam que a metodologia aplicada pelo professor nunca foi aplicada anteriormente por algum outro professor de Física, ou mesmo, professor de outro componente curricular na instituição escolar, isso revela a preocupante falta de inserção de tecnologias e de metodologias ativas como diferencial na sala de aula e pode apontar para o despreparo de nossos professores quanto a estes métodos e, por conseguinte, a desmotivação e o crescente abandono de nossos jovens das salas de aula na educação básica.

Corroborando assim, a ideia de Jacon e Kalhil (2011) de que o despreparo dos professores vem desde a sua formação, onde grande parte dos professores formadores também não está habilitada a incorporar as TDIC no contexto educacional, sendo assim preciso refletir também sobre as práticas dos formadores na preparação dos futuros docentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a investigação e análise de dados de trabalhos publicados sobre a implementação da gamificação no ensino de Física no Brasil, conclui-se que há uma carência de pesquisas empíricas na área. A maioria dos trabalhos são apenas pesquisas teóricas, que apontam a potencialidade da gamificação de contribuir com o processo de ensino, envolvendo,

engajando e motivando os alunos para promover aprendizagem e resolver problemas. As observações durante as aulas confirmaram as potencialidades tais contribuições. Vale destacar, que o potencial que essa metodologia tem de envolver depende de como o professor conhece e planeja sua disciplina para tentar manter o estado de fluxo.

A melhor maneira de aprender sobre gamificação é introduzindo essa metodologia na sala de aula e aplicando as mesmas estratégias para promover motivação intrínseca e engajamento nas atividades que se encontram nos bons games.

As observações e dos dados coletados nos questionários revelaram evidências de qual a percepção que os alunos têm a respeito da metodologia aplicada. Nesse sentido, a percepção da maioria dos alunos é que a gamificação aplicada em sala de aula contribuiu para a aprendizagem da disciplina, por conter desafios durante as atividades, estimulando assim a aprendizagem.

Por fim, acredita-se na relevância de que esse trabalho possa desencadear, contribuindo na área de ensino de Física em pesquisas futuras, já que, desenvolver estratégia para aplicar a gamificação no ensino de Física ainda é um enorme desafio, principalmente para nossos professores que continuam refratários à mudança em sua práxis pedagógica.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. Óptica e geometria dinâmica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.31, n.3, p.3302.1-3302.5, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n3/090104.pdf>>. Acesso em: 31 abr. 2017.
- ALVES, F. *Gamification*. Como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo: do conceito à prática. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: DVS, 2015.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Educational psychology: A cognitive view*. 2.ed. New York, 1978.
- BHARTI, P. *How Kahoot can help teachers to engage students*. Disponível em: <<http://edtechreview.in/news/1490-howkahoot-can-help-teachers-to-engage-students>>. Acesso em: 13 fev. 2017.
- BOAS, J. L. V. et al. GamAPI – Uma API para Gamificação. *Informática na educação: teoria & prática*, v.20, n.1, p.71-80, 2017. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/69917>>. Acesso em: 10 maio 2017.
- COSTA, T. M.; VERDEAUX, M. F. S. Gamificação de materiais didáticos: uma proposta para a aprendizagem significativa da modelagem de problemas físicos. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.11, 2, p.60-105, 2016. Disponível em: <<http://if.ufmt.br/eenci/?go=artigos&idEdicao=45>>. Acesso em: 02 abr. 2017.
- DA SILVA, J. et al. Mudança Conceitual em Óptica Geométrica Facilitada pelo Uso de TDIC. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 21, 2015, Maceió. *Anais...* Porto Alegre: SBC, 2015, p.1-17.
- DE ALMEIDA, R. G. O aumento do engajamento no aprendizado através da gamificação do ensino. *Revista do Seminário Mídias & Educação*, n.1, 2015. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/5060>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In: INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE: ENVISIONING FUTURE MEDIA ENVIRONMENTS, 15., 2011, Tampere. **Proceedings...** New York: Acm, 2011. p.9-15.

DOMÍNGUEZ, A. et al. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers and Education*, v.63, p.380-392, 2013.

ECK, R. V. Digital game-based learning: it’s not just the digital natives who are restless. *Educase Review*, v.41. n.2, p.16-30, 2006.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *RENOTE*, v.11, n.1, 2013a. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41629>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

FARDO, M. L. *A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013b.

GONZÁLEZ, C. S. G. et al. Game-based learning environments: Designing the collaborative learning processes. *Acta Scientiae*, v.18, n.4, 2016. p.12-28. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/issue/view/174>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

JACON, L. S. C.; KALHIL, J. B. O professor formador e as competências em tecnologia de informação e comunicação: um estudo sobre quais recursos computacionais estes profissionais utilizam na elaboração do seu material didático. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v.8, n.15, p.27-44, 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1682>>. Acesso em: 30 maio 2017.

JOHNSON, L. et al. *Technology outlook for Brazilian primary and secondary education 2012-2017: An NMC Horizon Project Sector Analysis*. Austin: The New Media Consortium, 2012.

KAPP, K. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeifer, Wiley USA, 2012.

KLOCK, A. C. T. et al. Análise das técnicas de Gamificação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. *RENOTE*, v.12, n.2, 2014. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/53496>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

OGAWA, A. N. et al. Análise sobre a gamificação em Ambientes Educacionais. *RENOTE*, v.13, n.2, 2015. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/61453/36338>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

PAGANINI, E. R.; BOLZAN, M. S. Ensinando Física através da Gamificação. *Blucher Physics Proceedings*, v.3, p.16-20, 2016.

PRENSKY, M. *Digital Natives, Digital Immigrants*. Disponível em: <<http://www.marcprensky.com/writing/prensky%20-%20digital%20natives,%20digital%20immigrants%20-%20part1.pdf>>. 2001. Acesso em: 01 nov. 2016.

RIBEIRO, J. L. P. Construção geométrica e demonstração experimental da formação da “imagem cíclopica” em uma associação de dois espelhos planos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.36, n.4, p.4401, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172014000400016>. Acesso em: 02 abr. 2017.

RIBEIRO, J. L. P.; VERDEAUX, M. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.34, n.4, p.4403.1-4403.9, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n4/a21v34n4.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

SASAKI, D. G. G.; DE JESUS, V. L. B. Avaliação de uma metodologia de aprendizagem ativa em óptica geométrica através da investigação das reações dos alunos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.39, n.2, p.2403, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v39n2/1806-1117-rbef-39-02-e2403.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

SHELDON, L. *The multiplayer classroom: designing coursework as a game*. Boston: Cengage Learning, 2012.

STUDART, N. Simulação, games e gamificação no ensino de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21, 2015, Uberlândia. *Anais...* São Paulo: SBF, 2015, p.1-17.

WERBACH, K.; HUNTER, D. *For The Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Philadelphia: Wharton Digital Press, 2012.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. *Gamification by Design*. Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. Canada: O'Reilly Media, 2011.