

GAMIFICAÇÃO COMO FERRAMENTA DE APOIO NO ENSINO DE FÍSICA

Adelmo Artur de Aquino ¹
Otávio Paulino Lavor ²

RESUMO

A utilização de tecnologias como ferramentas para viabilizar o aprendizado pode alterar e transformar a forma de aprender, contribuindo para reduzir as dificuldades de compreensão do discente no ambiente escolar específico, a sala de aula. Mediante isso, essa pesquisa em andamento tem como objetivo mediar novos referenciais teóricos e metodológicos voltados para a prática de habilidades e metodologias empregados ao processo didático-pedagógico nas áreas das ciências exatas, especificamente no ensino de física. A partir da construção dessas bases, serão traçadas estratégias técnicas acerca do objeto em questão, isto é, a gamificação de conteúdos. Esse processo dar-se-á pelo levantamento de variáveis e dados que servirão de alicerce e ponto de partida para o desenvolvimento, e posterior aplicação prática, de um aplicativo *mobile* que agregue a essência de metodologias atuais de ensino, neste caso, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, adaptada para um contexto de gamificação dos conteúdos. Os resultados mostram que atualmente ainda há poucos recursos computacionais destinados ao ensino de física, principalmente em subáreas como a óptica geométrica, havendo assim uma forte predileção pela física newtoniana. A partir das referências estudadas, foi possível elencar os principais elementos que estruturam e configuram estratégias para a elaboração de um *game* na perspectiva da gamificação na educação. Acreditamos que os resultados verificados nesse estudo dá respaldo para a elaboração de metodologias mais eficazes para o ensino de física em diferentes graus de ensino.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, Ensino, Gamificação, Óptica geométrica.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o mundo vem passando por mudanças nos processos de comunicação. Estamos vivenciando a chamada Era Digital, que se caracteriza por uma nova dinâmica de difusão de informações através da internet e os recursos que esta oferece. Essa evolução caminha quase que exponencialmente, enquanto que o sistema educacional não tem acompanhado o ritmo de renovação que as tecnologias têm imposto à sociedade (PEREIRA, 2017). A rápida disseminação dos recursos tecnológicos de interatividade e compartilhamento, e a chegada das redes sociais, têm se configurado como um contraste ao modelo pedagógico adotado em boa parte das salas de aulas, que permanece quase inalterado.

A utilização de tecnologias como ferramentas para viabilizar o aprendizado pode alterar e transformar a forma de aprender, contribuindo para reduzir as dificuldades de compreensão

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, artur-aquino1@hotmail.com;

² Professor Adjunto da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, otavio.lavor@ufersa.edu.br; (83) 3322.3222

do discente no ambiente escolar específico, a sala de aula (MATTAR, 2013). Ensinar algo diferente necessita de interesse dos jovens e crianças e, sobretudo, motivação, o que sugere a utilização dos recursos e colaboração de todos os participantes do sistema educacional. É isso que justifica o interesse e escrita dessa pesquisa, pois a utilização de Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC's) no Ensino de Física apresenta-se como metodologia significativa e muito útil nos processos de ensino-aprendizagem.

Avaliando os cenários descritos, e baseando-se no pensar dos autores base, é necessário contornar essas conjunturas de forma a questionar as abordagens do ensino de física, em particular os conceitos de óptica, quando indagamos: por que os alunos do ensino básico veem o ensino de ciências exatas e naturais referente à física como uma ação desinteressante, fatigante e de difícil aprendizagem? De quais formas os conceitos da óptica são trabalhados em sala pelo professor? Quais possibilidades de utilização de NTIC's no auxílio didático-pedagógico e nas etapas de ensino-aprendizagem? Em quais perspectivas é possível abordar conteúdo dessa disciplina frente às práticas digitais e experimentais?

Tais questionamentos são levantados quando refletimos sobre as metodologias e práticas pedagógicas empregadas nas ciências/física. Questionamentos relevantes são corriqueiros no que diz respeito as lacunas observadas, tanto no ensino quanto na aprendizagem, dos assuntos relacionados às ciências exatas como um todo. A ausência de métodos úteis é também ocorrente no uso de recursos computacionais, se estes não forem trabalhados de forma a corroborar com as reflexões e estratégias voltadas pra aprendizagem significativa dos conteúdos.

Dessa forma, na perspectiva de intervir nos estudos e nas práticas educativas, a presente pesquisa busca mediar novos referenciais teóricos e metodológicos voltados para a prática de habilidades e metodologias empregadas ao processo didático-pedagógico nas áreas das ciências exatas, especificamente no ensino de física. Na presente pesquisa, tal processo dar-se-á pelo levantamento de variáveis e dados que servirão de alicerce e ponto de partida para o desenvolvimento, e posterior utilização em campo, de uma aplicação *mobile* que agregue a essência de metodologias atuais de ensino, neste caso, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, adaptada para um contexto de gamificação dos conteúdos, ou seja, na implementação de elementos e características de games.

Neste aspecto, a necessidade de ressaltar a importância do papel da experimentação nessa área do ensino. A utilização de experimentos voltados aos subtópicos da óptica como refração, reflexão, difração, dispersão, espelhos e outros, é o elemento que unirá as etapas de referenciamento empírico, com as teorias e leis estudadas na aplicação. Pois, a partir das

atividades práticas e experimentais, o aluno poderá ser capaz de notar de que para solucionar um fenômeno físico é necessária uma teoria bem definida (SÉRE; COELHO; NUNES, 2002).

Isto posto, com o desenvolvimento da aplicação, acredito que a ferramenta poderá possibilitar discussões em sala a partir dos experimentos desenvolvidos e trabalhados, mas também da disposição de materiais didáticos associados aos tópicos de óptica abordados nesta pesquisa, através da plataforma *mobile*. Esses recursos aparecerem como um auxílio docente na elaboração de materiais, no processo de ensino-aprendizagem, e nos métodos avaliativos, e por isso, tal necessidade de aprofundamento teórico e desenvolvimento prático.

METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, consistindo inicialmente no levantamento e análise de estudos teóricos e empíricos acerca do processo evolutivo dos métodos de aprendizagens aplicados ao ensino de física, essencialmente àqueles que fazem uso de recursos tecnológicos, bem como tais componentes são dispostos para a comunidade do ensino básico, a fim de avaliar diversos cenários em que seja possível a determinação de parâmetros de acordo com as características da problemática abordada nesta pesquisa, para que sejam trabalhados ao longo da estruturação da pesquisa.

A partir dessa etapa, o método introduzido na estruturação da pesquisa retrata um contraste em meios as possibilidades e realidades características do ensino de física com a utilização das NTIC's, corroborando com os parâmetros previamente revisados, para que seja feita de forma concisa a análise das variáveis envolvidas pois, na pesquisa, nem sempre as dificuldades se apresentam de forma clara, podendo ser evidenciadas apenas ao longo do estudo a depender dos métodos adotados (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Através da construção dessas bases, serão traçadas estratégias técnicas acerca do objeto em questão, isto é, a aplicação *mobile* que irá conter os assuntos de óptica geométrica em forma de *game*. Neste caso, a metodologia irá se caracterizar principalmente pela união do uso de recursos computacionais para auxílio no ensino e aprendizagem de tópicos da óptica, implementados no protótipo de aplicativo móvel a ser elaborado, que passará por processos de modelagem, baseados em estratégias de gamificação, a fim de construir situações problemas que possam ser virtualmente simuladas e fisicamente experimentadas em sala de aula pelo docente e discentes. Para isso, será necessária a utilização de uma plataforma de desenvolvimento *mobile* para a construção dessa aplicação, que neste caso será utilizado o *framework React Native*.

DESENVOLVIMENTO

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) elaborada pelo MEC (2018) para o Ensino Médio, a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazerem julgamentos, tomarem iniciativas, elaborarem argumentos e apresentarem proposições alternativas, bem como fazerem uso criterioso de diversas tecnologias. Tais competências específicas foram elaboradas com o intuito de delinear estratégias no processo de ensino-aprendizagem das ciências exatas.

Nesse sentido, adentramos ao estudo da óptica, que é a área da física responsável pelo estudo dos fenômenos associados à luz. Devido a luz apresentar natureza dual (HALLIDAY; RESNICK, 2012), esta divide-se em dois segmentos: óptica geométrica e óptica física, as quais compreendem, respectivamente, as características da luz enquanto partícula ou onda, quando se considera a natureza ondulatória da luz. Comumente, os conceitos de óptica geométrica são os mais trabalhados em sala de aula, trazendo abordagens de elementos mais palpáveis e interativos para serem desenvolvidos nos processos de ensino-aprendizagem.

Para Gircoreano e Pacca (2001), as problemáticas abordadas correspondentes ao estudo da óptica seguem uma lógica sequencial, em que tópicos como reflexão, refração, lentes e espelhos não são atrelados a um mesmo fenômeno físico, representando características individuais e eventos distintos. Isso implica em questionamentos relacionados a aprendizagem, dado que na maioria dos casos os alunos preocupam-se apenas com a memorização de regras e definições para cada evento, deixando de lado os princípios físicos que são comuns, limitando os processos cognitivos somente na aprendizagem de medição de ângulos, aplicação de equações e princípios da trigonometria, por exemplo.

De acordo com a estruturação contida na obra de Torres et al. (2016), os conteúdos de óptica são estudados no 2º ano do ensino médio, numa sequência que dispõe de tópicos voltados, inicialmente, para reflexão da luz, tais como propagação da luz, imagens e espelhos. Numa outra unidade, são estudados assuntos voltados para a refração da luz, em que temas como índice de refração, lei de Snell-Descartes, reflexão total, dispersão da luz, refração atmosférica, lentes, instrumentos ópticos e visão, são apresentados numa perspectiva essencialmente experimental.

Corroborando com as diretrizes da BNCC (2018) e buscando integrar o estudo da óptica associado a utilização das NTIC's, a pesquisa propõem uma abordagem estruturada nos princípios teóricos da teoria da aprendizagem de David Ausubel, a fim de fundamentar

argumentos e hipóteses para que a partir destes seja possível desenvolver estratégias de ensino de óptica geométrica através da gamificação. Para isso, é necessário o entendimento prévio dos preceitos e princípios abordados por Ausubel em sua obra.

A teoria da aprendizagem de David Ausubel (1982) propõe que os conhecimentos e conceitos prévios pertencentes aos alunos sejam levados em consideração quando deseja-se instruir alguma informação. Essa premissa alicerça os conceitos apresentados por este teórico, apresentando o discurso da valorização do discernimento prévio dos alunos para que estes possam construir sozinhos estruturas mentais utilizando principalmente mapas conceituais que possibilitam a descoberta de outros conhecimentos associados, contornando todo o ato de aprender numa situação de descoberta, redescoberta e confirmação do que foi previamente internalizado pelos alunos, assim como as novas informações adquiridas.

De acordo com Pelizzari et al. (2001), existem determinadas condições as quais a Aprendizagem Significativa pode ser eficaz, e para isso é necessário o entendimento de um processo de mutação do conhecimento, ao contrário do que se é trabalho, em que a observação e sentidos externos aos alunos seriam as variáveis consideradas. Além desse princípio, as condições ideais para a inserção da Aprendizagem Significativa exigem que, na mutação de um conhecimento prévio até a descoberta/redescoberta de tal informação é de fundamental importância nos processos mentais dos alunos.

Assim, é intuitivo cogitar possíveis cenários os quais dependem estritamente dos sujeitos envolvidos, ou seja, educadores e alunos. Por consequente, duas circunstâncias são imprescindíveis para que haja resultados significativos no processo de ensino-aprendizagem: primeiramente, deve-se haver comprometimento e disposição, por parte dos alunos, a aprender os conteúdos propostos. Já a segunda circunstância diz respeito ao conteúdo escolar a ser aprendido, sendo essencial possuir potencial significativo, que desperte o interesse dos alunos, e que proporcionem situações significativas lógicas e psicológicas (PELLIZARI et al., 2001).

No que concerne ao ensino de Ciências, baseado na teoria da Aprendizagem Significativa, Tavares (2008) destaca o uso de elementos e simbologias interativas e dinâmicas como recurso auxiliar no ensino de Ciências. O uso de recursos computacionais, e até de mapas conceituais interativos proporcionam o entendimento de conteúdos científicos mais complexos, tornando inclusiva as diferentes faixas de idades, e habilidades de aprendizagem.

Desse modo, a utilização das tecnologias no âmbito educacional sempre levantou questionamento pedagógicos muito fortes, contudo, todos os níveis da educação sempre passaram por processos adaptativos em relação ao uso de recursos tecnológicos como auxílio didático. Apesar de toda resistência criada no início da adoção desses mecanismos, é inegável

o grande avanço alcançada nas metodologias de ensino as quais ocupam recursos tecnológicos aplicados ao ensino-aprendizagem, e essa resistência só são superadas com o passar dos anos (RODRIGUES JÚNIOR, 2014).

O cenário tecnológico encontra-se atualmente em ascensão exponencial, em que o mercado de desenvolvimento de recursos de telecomunicações, redes de computadores e também de equipamentos, cada dia mais digitais, proporcionam experiências das mais diversas formas. Um exemplo disso, é o número de dispositivos móveis e eletrônicos no Brasil, onde o número de *smartphones* chega a totalizar 220 milhões, e o número de computadores portáteis na marca de 86 milhões, acarretando numa média de 1,5 dispositivo portátil por habitante (MEIRELLES, 2018).

Diante dessa contextualização globalizada da inserção tecnológica na sociedade, adentra-se ao estudo das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação na educação. A utilização de mecanismos tecnológicos mudou a educação de modo geral, e não diferentemente ocorre com as NTICs, visto que o mercado cresce quase de forma exponencial, e isso implica que as instituições de ensino adotem e adaptam-se ao uso desses recursos, ou irão fracassar no alcance de seus objetivos numa sociedade digital (FAVA, 2012).

Nesse seguimento, o fenômeno da gamificação vem ganhando espaço em diversas áreas, apresentando propostas que fomentam a motivação por partes dos envolvidos, isto é, gera graus de integração e competitividade entre os componentes. Esses elementos mostram-se dinâmicos e é intuitivo pensar que a presença destes, associados ao ensino, pode gerar situações favoráveis na aprendizagem dos alunos.

A gamificação consiste, basicamente, no uso de recursos e elementos presentes em *games* digitais, ou seja, a estruturação, lógica, e filosofia, contudo fora do contexto conceitual e aplicado de *games*, mas com finalidade de impulsionar os indivíduos a agir, interagir e auxiliá-los na solução da problemática abordada, tendo como ponto de chegada a aprendizagem ao longo do processo de desenvolvimento e solução do problema (KAPP, 2012). O uso da gamificação no âmbito educacional vem ganhando cada vez mais aplicabilidade e espaço, uma vez que utiliza-se esse fenômeno como metodologia de ensino e aprendizagem (SHELDON, 2012).

Conforme diz Fardo (2013), devido ao fenômeno da gamificação ainda ser emergente, não existem uma quantidade expressiva que relacione a utilização da gamificação em ambientes de aprendizagens, visto que os educadores interessados necessitam, primeiramente, buscar capacitação e domínio não somente da teoria, mas também dos recursos que devem ser utilizados, e tal processo demanda não somente tempo, mas também apoio e recursos. Apesar

disso, os resultados obtidos pelas pesquisas realizadas mostram-se consideravelmente satisfatórios.

Lee e Hammer (2011) atenta ao uso dos métodos de gamificação nos ambientes de ensino evidenciando como ponto crítico o mau desenvolvimento e utilização de estratégias, pois estas podem reforçar grandes problemas já existentes no sistema atual de avaliação, onde muitas vezes a importância é dada as notas, deixando de lado as etapas de aprendizagem, e construção da solução do problema. Esse e outros cuidados mostram que a devida utilização do mecanismo de gamificação deve sempre priorizar e objetivar a aprendizagem como sistema avaliativo, dado que o sistema de pontuação adotado no mecanismo não corresponde, necessariamente, ao quanto o indivíduo aprendeu sobre determinado tema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as referências estudadas é possível delinear um perfil de preferências quanto ao ensino de física quando estes envolvem a utilização de algum tipo de recurso tecnológico, na maioria dos casos Objetos de Aprendizagem. No entanto, apesar dos resultados da utilização de tais recursos como auxílio didático serem significativos dentro das competências estudadas, é importante explicitar que apenas o uso de recursos tecnológicos, mesmo possuindo potencial significativo, não substitui a experiência das atividades práticas (TRENTIN; SILVA; ROSA, 2018). Nesse viés, a ideia de abordar a matéria numa realidade conjugada a tais recursos torna-se justificável, especialmente em áreas da físicas que são pouco auxiliadas e abordadas por mecanismos computacionais.

Araujo e Veit (2004) apresenta, na revisão sistemática por estes desenvolvida, modalidades pedagógicas utilizadas em recursos computacionais quanto a abordagem de tópicos de física. São elencados os seguintes conjuntos de habilidades aprofundadas no estudo, que se dá pela verificação de artigos publicados que envolvem as principais subáreas da física:

- I. Instrução e avaliação mediada pelo computador.
- II. Modelagem e simulação computacional.
- III. Coleta e análise de dados em tempo real.
- IV. Recursos multimídia.
- V. Comunicação à distância.
- VI. Resolução algébrica/numérica e visualização de soluções matemáticas.
- VII. Estudo de processos cognitivos.

A partir destas categorias descritas, os autores trazem uma tabela que mostra a distribuição desses recursos de acordo com a subárea da física a qual estes são direcionados. Os resultados obtidos são representados pela Tabela 1.

Tabela 1: Número de artigos publicados por categorias e por área da Física.

	Mecânica	Termodinâmica	Eletromagnetismo	Ótica	Física Moderna	N.A.	Total
I	12	2	3	1	2	2	22
II	34	6	5	-	7	-	52
III	19	2	5	1	-	1	28
IV	8	2	-	-	-	3	13
V	-	2	3	-	1	1	7
VI	3	-	2	-	1	2	8
VII	6	-	-	-	-	-	6
Total	82	14	18	2	11	9	

* não adotam nenhuma área (N.A.) da Física em particular.

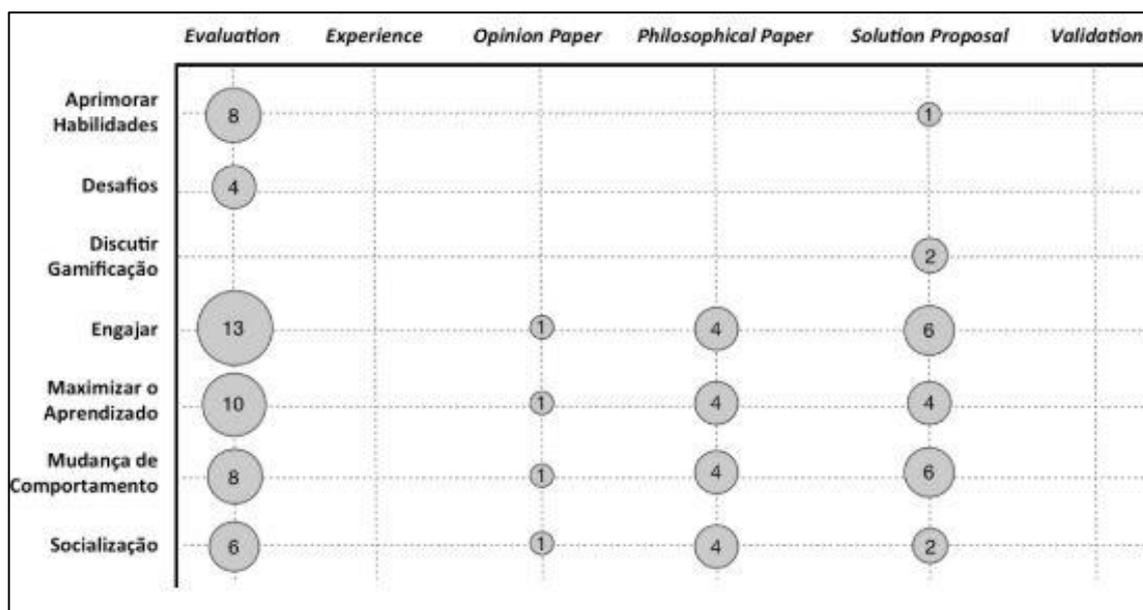
Fonte: Araujo e Veit, 2004.

Note que Tabela 1 deixa clara a ausência de recursos computacionais em áreas da física que fogem do escopo da mecânica newtoniana, sendo a óptica a subárea mais afetada, isto é, com o menor número de recursos computacionais destinado a seu estudo. Ainda sobre a óptica, é possível notar que nenhum trabalho é representado referente as modalidades II, IV, V, VI, VII, e apresentando apenas duas referências que tratam da modalidade I e III, respectivamente. Estes resultados são relativamente preocupantes, e evidenciam a urgente necessidade de criação e integração de aplicações destinadas ao estudo da óptica.

Outro ponto importante a ser considerado diz respeito aos tipos de abordagens alcançadas pelas técnicas de gamificação no domínio educacional. Ou seja, quais competências são mais trabalhadas, e quais estão sendo menos trabalhadas pelos recursos existentes. Diante de informações como essas, é possível desenvolver parâmetros que engajem aspectos que até então não foram tratados, ou pouco tratados, nas pesquisas existentes.

No mapeamento sistemático elaborado por Borges et al. (2013), uma visão geral acerca das pesquisas relacionadas a utilização de técnicas de gamificação é elaborada, respondendo questionamentos relacionados ao aprimoramento de habilidades, desafios, *guidelines* (prós e contras da gamificação), engajamento, maximização do aprendizado, mudança de comportamento e socialização. Sua pesquisa traz como principal contribuição o mapa da Figura 2, que corresponde aos tipos de estudos apresentados nos trabalhos analisados no mapeamento.

Figura 2: Mapa da distribuição dos estudos por tipo de estudo (eixo x) e objetivos da pesquisa (eixo y).



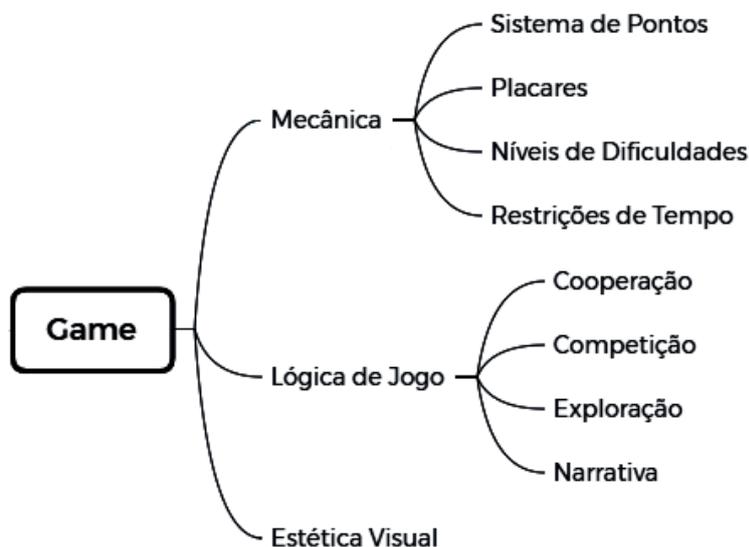
Fonte: Borges et al. (2013).

O mapeamento mostra que existe uma grande concentração de pesquisas relacionadas a avaliação (*evaluation*) e que nesta categoria, as técnicas abordadas obtiveram resultados expressivos quanto ao engajamento, maximização do aprendizado e aprimoramento de habilidades, enquanto que competências voltadas aos desafios e socialização foram poucos trabalhadas. Já a categoria que lista pesquisas cujas técnicas apresentam resultados pra experiência (*experience*) não obteve nenhum resultado, a partir da revisão sistemática elaborada. Analogamente com o grupo de validação (*validation*).

No que diz respeito a categoria relacionada a papel da criticidade (*opinion paper*), por assim dizer, esta apresenta resultados insignificantes nas competências de engajamento, maximização de aprendizado, mudança de comportamento e socialização, enquanto que nas demais habilidades sequer existe pontuações. Já as categorias voltadas pra opinião filosófica (*philosophical opinion*) e proposição de soluções (*solution proposital*) englobam resultados relevantes e semelhantes em todas as competências, exceto nos quesitos de aprimoramento de habilidades, desafios e discussão acerca das estratégias do *game*.

Outro aspecto fundamental a ser trabalhado nas estratégias de gamificação são os elementos representativos e característicos de jogos. A partir das referências estudadas, foi possível elencar os principais elementos que estruturam e configuram uma estratégia de gamificação. O esquema é representado pela Figura 3 abaixo.

Figura 3: Esquemática dos principais elementos estratégicos da gamificação.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Vale ressaltar que a mera presença desses itens é insuficiente para gerar o engajamento esperado, pois são apenas elementos representativos de uma lógica maior. Assim, a ideia central é desenvolver o sistema que contenha tais requisitos, com a finalidade de engajar as pessoas e incentiva-las a resolver e superar desafios abstratos, possuindo regras claras e previamente estabelecidas. O ambiente deve ser interativo e dinâmico, proporcionando *feedback* imediato para cada ação, e os resultados possam ser quantificados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nessa pesquisa comprovam a urgente necessidade de desenvolvimento e integração de mecanismos computacionais para o ensino de física, essencialmente para o estudo da óptica, e que estes sejam capazes de engajar interativamente os alunos, proporcionando um ambiente de interação direta com os fundamentos teóricos abordados, juntamente com as práticas experimentais. Portanto, deve-se considerar a constante evolução da tecnologia, sobretudo do setor móvel, tomando este como foco de implementação de tais recursos.

No que diz respeito ao desenvolvimento da aplicação móvel, foi possível observar os principais elementos estratégicos que são de suma importância para o processo de gamificação dos conteúdos desejados, neste caso, da óptica geométrica. Esses elementos são responsáveis pela mecânica, lógica e interface do *game*. Sabemos da importância de todos esses elementos, mas ressaltamos aqui os elementos pertencentes a categoria da lógica do jogo, a qual deve

abordar os conteúdos de forma didática e sequencial, de maneira a progredir conforme a pessoa evolui suas habilidades ao longo dos exercícios. É através da elaboração de uma lógica adequada que será possível agregar cooperação, competição e exploração aos alunos, gerando motivação na realização das tarefas.

Mediante a esse raciocínio, acreditamos que os resultados verificados nesse estudo dá respaldo para a elaboração de metodologias mais eficazes para o ensino de física em diferentes graus de ensino. Temos consciência da relevância de pesquisas nesse viés, sobretudo destacando a necessidade de integração de tecnologias digitais a favor dos processos de ensino-aprendizagem. Com o avanço acelerado das tecnologias, o sistema educacional necessita estar cada vez mais apto a atender essa demanda, de forma que a utilização dessas ferramentas não causem efeito contrário, dispersando os alunos do aprendizado, sendo este um fator prejudicial aos processos de aprendizagem (SOUZA; CALEJON, 2019).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p.5-18, dez. 2004. ISSN: 1984-2686. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2270>>. Acesso em: 02 set. 2019.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.

BORGES, Simone de S. et al. **Gamificação Aplicada à Educação: Um Mapeamento Sistemático.** XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2013) Gamificação, Campinas, p.234-243. 2013. ISSN: 2316-6533. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2501/2160>>. Acesso em: 03 set. 2019.

FARDO, Marcelo Luis. **A Gamificação Aplicada em Ambientes de Aprendizagem.** Novas Tecnologias na Educação, RS, v. 11, n. 1, p.1-9, jul. 2013.

FAVA, Rui. **O Ensino na Sociedade Digital.** SEMESP, 2012. Disponível em: <<http://www.semesp.org.br/noticias/o-ensino-na-sociedade-digital/>>. Acesso em: 04 set. 2019.

GIRCOREANO, José Paulo; PACCA, Jesuína Lopes de Almeida. **O ensino da óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão.** 2001. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6687/6154>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física.** V. 4. 9ª. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2012.

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

LEE, Joey J.; HAMMER, Jessica. **Gamification in Education: What, How, Why Bother? Academic Exchange Quarterly**. 2011. Disponível em <<http://www.gamifyingeducation.org/files/Lee-Hammer-AEQ-2011.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2019.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas S.A., 2003. 163 p.

MATTAR, João. **Aprendizagem em ambientes virtuais: teorias, conectivismo e MOOCs**. Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, n. 7, p.21-40, jan. 2013.

MEC, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. 2018.

MEIRELLES, Fernando S. **29ª Pesquisa Anual do Uso de TI, 2018**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/pesti2018gvciappt.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

PELIZZARI, Adriana. et al. **Teoria Da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel**. Rev. PEC, Curitiba, 2(1), 37-42, 2001. Disponível em: <<http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000393-74efd75e9b/MEQII-2013-TEXTOS-COMPLEMENTARES-AULA 5.pdf>> Acesso em: 01 set. 2019.

PEREIRA, Rafael Peixoto de Moraes. **O Uso de NTICs no Ensino-Aprendizagem de Química no IFRN**. Dissertação (Mestrado), UERN, Pau dos Ferros, 2017.

RODRIGUES JÚNIOR, Emilio. **Os Desafios da Educação Frente às Novas Tecnologias**. 2014. Disponível em: <https://uniso.br/publicacoes/anais_eletronicos/2014/6_es_avaliacao/03.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2019.

SÉRÉ, Marie Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. **O Papel da Experimentação no Ensino de Física**. 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6560/6046>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

SHELDON, Lee. **The Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game**. Boston, MA: Cengage Learning, 2012.

SOUZA, Ricardo Fernando de; CALEJON, Laura Marisa C. **Uso da tecnologia da informação e comunicação em uma sequência didática incluindo software geogebra no ensino da estatística descritiva**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v.10, n.4, p.227-244, 2019.

TAVARES, R. (2008). **Aprendizagem Significativa E O Ensino De Ciências**. *Ciências e Cognição*, 13(1), 1-5. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>> Acesso em: 02 set. 2019.

TORRES, Carlos Magno A. et al. **Física, Ciência e Tecnologia: Termofísica, Óptica, Ondas**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016. 368 p.