

A GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: relato de um minicurso online sobre tópicos de física de partículas.

Leonôra Késia Libório Rocha

lkrocha.l@gmail.com

Magda da Cristina Pedroza Tavares

magda.pedroza@pesqueira.ifpe.edu.br

Thiago Vinicius Sousa Souto

thiago.souto@pesqueira.ifpe.edu.br

RESUMO

A gamificação no contexto educacional pode proporcionar, tanto para o professor quanto para o aluno, maior engajamento e motivação, contribuindo assim, para o processo de ensino e aprendizagem. Este artigo tem como objetivo relatar o desenvolvimento de uma intervenção didática para o ensino de tópicos de Física de Partículas, utilizando uma abordagem gamificada com apoio das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). A intervenção foi realizada no contexto de um minicurso online, utilizando-se a narrativa de Alice no País das Maravilhas, com duração de trinta horas, com dezesseis estudantes. Ao final desse processo foi possível observar que a incorporação das TDIC à gamificação resultou em um método viável e promissor para o ensino e a aprendizagem significativa de Física.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Física de Partículas. Gamificação. TDIC.

ABSTRACT

Gamification in the educational context can provide, for both the teacher and the student, greater engagement and motivation, thus contributing to the teaching and learning process. This article aims to report the development of a didactic intervention for the teaching of Particle Physics topics, using a gamified approach with the support of Digital Information and Communication Technologies (DICT). The intervention was carried out in the context of an online mini-course, using the narrative of Alice in Wonderland, lasting thirty hours, with sixteen students. At the end of this process, it was possible to observe that the incorporation of DICT into gamification resulted in a viable and promising method for teaching and meaningful learning Physics.

Keywords: Meaningful learning. Particle Physics. Gamification. DICT.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MEDIA E TECNOLÓGICA
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO
 CAMPUS PESQUEIRA

Coordenação do curso de Licenciatura em Física

ATA DE DEFESA DE TCC DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DO INSTITUTO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO – CAMPUS PESQUEIRA

Às quatorze horas do dia Trinta e um do mês de março do ano de 2021 em ambiente remoto na forma de Web Conferência através do Google Meet compareceram para defesa pública do TCC, requisito obrigatório para a obtenção do título de Graduação em Licenciatura em Física a aluna **Leônora Késia Libório Rocha**, tendo como título do TCC: “A Gamificação no Ensino de Física: relato de um minicurso online sobre Tópicos de Física de partículas”. Constituíram a Banca Examinadora: **Prof. Me. Thiago Vinicius Sousa Souto** (orientador), **Profa. Ma. Magda Cristina Pedroza Tavares** (co-orientadora), **Profa. Dra. Andreza Maria de Lima** e **Prof. Me. Oberlan da Silva** (demais examinadores- IFPE). Após a apresentação e as observações dos membros da banca avaliadora, ficou definido que o trabalho foi atribuído a NOTA: 9,4, resultado da média entre a nota atribuída a sua apresentação oral e a nota atribuída ao texto do artigo produzido.

Documento assinado digitalmente
 gov.br
 Thiago Vinicius Sousa Souto
 Data: 01/04/2021 15:32:54-0300
 CPF: 039.297.634-56

Docente-orientador: **Prof. Me. Thiago Vinicius Sousa Souto**

Magda Cristina
 Pedroza
 Tavares

Assinado digitalmente
 por Magda Cristina
 Pedroza Tavares
 Data: 2021-04-02 16:
 29/25

Examinadora 2: **Profa. Ma. Magda Cristina Pedroza Tavares**

Documento assinado digitalmente
 gov.br
 Oberlan da Silva
 Data: 01/04/2021 15:52:39-0300
 CPF: 977.242.914-87

Examinador 3: **Prof. Me. Oberlan da Silva**

Documento assinado digitalmente
 gov.br
 Andreza Maria de Lima
 Data: 01/04/2021 16:26:23-0300
 CPF: 952.310.414-67

Examinadora 4: **Profa. Dra. Andreza Maria de Lima**



1 INTRODUÇÃO

Os conteúdos da disciplina de Física são frequentemente tachados como difíceis de compreender o que os torna desmotivadores para o estudante (COSTA & VERDEAUX, 2016). Então uma das tarefas do professor de Física é buscar estratégias que promovam a motivação dos estudantes. Neste sentido Alguns estudos (como: COSTA & VERDEAUX, 2016; SALES, et al, 2017; SILVA & SALES, 2017; SILVA, SALES & CASTRO, 2019) têm apontado a gamificação como um recurso com grande potencial para tornar as aulas de Física mais atraentes.

A gamificação é uma técnica que apropria-se dos pensamentos, designs e estratégias de *games* (jogos digitais) e incorpora-os em espaços fora deles (SCHLEMMER, 2014), como em comércios (para atrair e motivar consumidores a adquirir seus produtos), redes sociais (induzindo nos usuários a sensação de pertencimento a um grupo, estimulando a permanência destes), situações de ensino (para motivar os estudantes a alcançarem objetivos de aprendizagem), entre outros. A proposta da gamificação é tornar as atividades que utilizem seus elementos, tão atraentes e divertidas quanto são os games.

A gamificação pode facilmente se utilizar das TDIC (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação), principalmente no que corresponde a modalidade de ensino online, além de ser uma sugestão para motivar os estudantes a estudarem Física.

A sociedade vem em crescente, descontínua e irreversível transformação (SILVA, *et al*, 2018) provocada principalmente pelos avanços nas TDIC (SALES, *et al*, 2017). Neste cenário o processo de ensino e aprendizagem também sofre influências dessas transformações e precisa estar integrado a essas novas mudanças, afinal atende aos jovens contemporâneos que nasceram (ou cresceram) imersos nesta *era digital* (SALES, *et al*, 2017), sendo assim compreender o mundo que os cerca é um dos anseios da educação para o futuro. É nesse contexto que Busatto, *et al* (2018) defende a inclusão do ensino de tópicos de Física Moderna e Contemporânea na educação básica, apontando-a como uma das partes essenciais para que os estudantes se posicionem de maneira “crítica e atuante” (p. 105) na sociedade. Esta área da Física foi escolhida no desenvolvimento dessa intervenção didática, fruto da pesquisa em questão, por se mostrar como um conteúdo instigante e relevante para a compreensão do mundo e dos fenômenos atuais.

Vivemos hoje em um mundo globalizado, onde as redes sociais conectam o comportamento de milhões de pessoas, entretanto muitas não desenvolvem empatia em seus próprios espaços de convivência. Será que as escolas não podem ser ambientes mais humanizadores? Será que os estudantes não podem aprender de forma divertida? Será que os professores não podem se divertir enquanto ensinam? Será que se fossem apresentadas aos estudantes as “magias” da Física presentes nos estudos de astronomia, relatividade, mecânica quântica, partículas elementares, suas visões e interesses pelo estudo desta disciplina não seria diferente? São perguntas que não precisam ser respondidas, mas precisam ser refletidas.

Neste artigo serão apresentados os resultados da aplicação de um minicurso *online*¹ realizado com estudantes de diferentes idades e níveis de ensino (Fundamental, Médio e Superior). Devido às condições vivenciadas no contexto do isolamento social, provocado pela da pandemia de COVID 19 que assola nossa

¹ disponível e acessível a partir de aparelhos com conexão com internet.

sociedade neste momento, o minicurso foi desenvolvido e ministrado de forma totalmente online.

O objetivo é utilizar estratégias de gamificação para o ensino de tópicos de Física Partículas, a partir do uso das TDICs como instrumentos de mediação para o professor no processo de ensino e aprendizagem, analisando em quais aspectos a gamificação pode ser potencialmente significativa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir apresentamos uma revisão de algumas das pesquisas em língua portuguesa realizadas no período de 2010 a 2020, que discutem o significado da gamificação no contexto educacional, mais especificamente, para o Ensino de Física. Discutimos ainda trabalhos científicos que trazem a correlação entre a Teoria da Aprendizagem Significativa e Gamificação e seu potencial para favorecer a relação ensino/aprendizagem.

2.1 O que é Gamificação?

Gamificação é, basicamente, a utilização de designs e estratégias dos games em situações ou ambientes que não sejam games (SILVA & SALES, 2017). Mas o que significa isso na prática? Para entender melhor, podemos destacar o evento que desencadeou o fenômeno da gamificação (que posteriormente, alcançou maiores proporções), que foi o caso do aplicativo de localização geográfica (geolocalização) chamado foursquare (COSTA & MARCHIORI, 2015; SILVA & SALES, 2017). Fundado em 2009, esse aplicativo utiliza mecanismos dos games para motivar seus usuários, por exemplo, ao visitar um lugar o usuário era recompensado com selos (benefício que designa determinada atividade do usuário, uma espécie de pontuação), quem visitava mais determinada localidade em um período específico, tornava-se prefeito (virtual) daquele lugar, os usuários também interagem entre si, e compartilhavam seus desempenhos a partir de um sistema de ranking, em outras palavras, placar de classificação (NEVES, 2014).

Costa e Marchiori (2015) e Nascimento e Nascimento (2018) destacam que a gamificação é composta por um conjunto de três categorias inerentes aos elementos dos jogos: *dinâmicas*, *mecânicas* e *componentes*.

As *dinâmicas* representam os elementos mais abstratos dos jogos (COSTA & MARCHIORI, 2015) e estão associados às sensações do indivíduo, como: emoções, progressão, relacionamentos, sensação de pertencimento (proporcionada pela narrativa) e limitações (impostas pelas regras e restrições, da mecânica).

Os elementos da *mecânica* estão ligados à prática do jogo. A Mecânica envolve o conceito da prática/execução por meio dos desafios para se alcançar objetivos, a interação por meio da cooperação e da competição, a aleatoriedade, as respostas às ações (feedbacks) e os benefícios (NASCIMENTO & NASCIMENTO, 2018). Para Costa e Marchiori (2015) são as mecânicas que asseguram a prática de um game e conduzem os jogadores a executar suas ações. Dentre os elementos da mecânica, as autoras destacam: níveis, recompensas, feedbacks², competição e colaboração.

Por último, as *componentes*, que segundo Costa e Marchiori (2015) são os elementos mais visuais dos games, entre outros, as autoras citam: avatares

² palavra em inglês que significa retroalimentação, em outras palavras, é a resposta/retorno a uma ação realizada. Nesse texto, a palavra feedback será usada no sentido de informar ao aluno/jogador o resultado de sua ação.

(representações virtuais dos jogadores); conquistas como: pontos, medalhas, etc.; missões; rankings; e times.

Nascimento e Nascimento (2018) destacam que a gamificação é o resultado de um arranjo de elementos inerentes aos games, não sendo exatamente necessário que todos os games possuam os mesmos elementos, muito menos que estes estejam organizados sempre da mesma forma. Costa e Marchiori (2015) foram mais além, afirmando que a missão de uma ação gamificada é harmonizar os elementos da mecânica, da dinâmica e dos componentes a fim de alcançar propósitos, como a motivação dos usuários.

Silva e Sales (2017) diferenciam games da gamificação pelo fato de os games contemplarem o ato de jogar e a gamificação não.

Apesar da gamificação ter surgido no ambiente corporativo com a intenção de promover fidelidade dos usuários (SILVA & SALES, 2017), isto é, para motivar o usuário a permanecer utilizando determinado serviço, esta vem sendo utilizada em diferentes áreas das atividades humanas, tais como: Saúde; Educação; Políticas públicas; etc., com o propósito de estimular o engajamento e aumentar a motivação dos indivíduos envolvidos, como destacam Costa e Marchiori (2015).

2.2 A Gamificação na Educação

O papel da escola é preparar os alunos para o futuro (SILVA; et al; 2018), entretanto esse é um dos primeiros obstáculos encontrados pelas escolas: como preparar esses alunos? Silva *et al* (2018) consideram que incorporar as TDIC no processo de ensino e aprendizagem, é um dos desafios enfrentados pelas escolas atualmente. De fato, incluir as TDICs no âmbito escolar, por mais que pareça algo trivial, não é a tarefa mais simples, e buscar novas metodologias de ensino pode ser um dos caminhos para alcançar essa incorporação.

Os recursos tecnológicos não devem ser vistos poeticamente como a *bala de prata* para solucionar os desafios educacionais. A inclusão das TDIC nas práticas escolares é substancial, porém não resolve os problemas da educação. Silva *et al* (2018) afirmam que não basta inserir as tecnologias na escola, mas sobretudo utilizar metodologias de ensino em que o aluno seja parte central do processo de ensino.

Silva *et al* (2018) reforçam que o uso de novas metodologias com o apoio dos recursos digitais, devem ser usadas com o propósito de motivar interna e externamente os estudantes. É nesse ponto que entra a gamificação: utilizar os elementos dos jogos com o intuito de promover o engajamento, estimular a ação dos estudantes para que alcancem objetivos específicos, desenvolvam habilidades e estratégias para resolução de problemas, fomentando assim a aprendizagem.

De acordo com Ogawa *et al* (2015) estratégias de ensino gamificadas possibilitam uma forma divertida de ensinar, proporcionando maior motivação e engajamento tanto para alunos quanto para os professores no processo de ensino e aprendizagem.

Fardo (2013) reitera que a gamificação é uma estratégia bastante acessível para a educação formal, tanto pelo fato de que o grupo atendido por esta, encontra-se imerso no universo dos games, como pela necessidade cada vez maior dessa área de lançar mão de novas estratégias de ensino a fim de atender melhor essa

demanda de indivíduos, denominados por Kathleen Tyner como *nativos digitais*³ (ALVES, 2008).

Silva e Sales (2017) ressaltam que já são utilizados elementos dos jogos no ambiente escolar tradicional, os feedbacks são as notas recebidas pelos estudantes, os desafios são as provas ou atividades avaliativas, os níveis podem ser observados na divisão dos conteúdos e na divisão das etapas acadêmicas (1º ano, 2º ano, etc.). Entretanto, os autores destacam que esse pensamento não produz motivação nos estudantes, afinal nem todos os games são atrativos e divertidos. Para que se alcance maior sucesso na implementação da gamificação na educação é crucial que se tenha em mente o que devem ter os bons games, e procurar inserir seus elementos numa estratégia de ensino bem planejada.

Klock, et al (2015) fazem um apanhado dos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) que utilizam estratégias gamificadas. Os autores citam, entre outros, os ambientes virtuais *Khan Academy*⁴ e *Passei Direto*⁵, fazendo um levantamento de como estes utilizam estratégias dos games para mediar as ações dos usuários.

Conforme foi dito, a gamificação é a utilização de design dos games em situações fora deles. Além disso, os elementos da gamificação estão situados em três categorias ligadas às: sensações (elementos da dinâmica), ações (elementos da mecânica) e aos aspectos visuais/materiais (elementos dos componentes).

Como destaca Fardo (2013) existem múltiplas possibilidades do uso da gamificação na educação, e cada possibilidade pode proporcionar um resultado diferente.

Para Silva (2015), a gamificação pode ser utilizada para fins de avaliação da aprendizagem a partir dos pontos, níveis e rankings. Para o autor, apesar da maioria das pesquisas focarem mais na análise sobre a motivação como consequência de ações gamificadas, é possível utilizar elementos constituintes da gamificação como meios avaliativos no ambiente de aprendizagem.

Silva e Fortunato (2020) mencionam que apesar de sua perspectiva lúdica, a gamificação pode potencializar o processo de ensino-aprendizagem incluindo os elementos avaliativos. Os autores destacam que a maioria das instituições utilizam a *avaliação somativa*, aquela em que é aplicada ao final do processo de ensino visando aferir a aprendizagem do indivíduo (SILVA, 2015), e que os jogos ou as atividades que utilizam gamificação estão em concordância com esse tipo de avaliação quando valorizam apenas do resultado final e à concepção de vitória e derrota.

Entretanto, também é possível encontrar nos elementos dos jogos outra forma de avaliar, ligada a ideia de *avaliação formativa*, a qual ocorre de forma contínua no processo de ensino/aprendizagem detectando lacunas e dando recursos para que o estudante consiga superá-las (SILVA, 2015). Para Silva (2015) a gamificação apresenta alguns pontos fortes para esta forma de avaliar, como: a) resposta rápida aos erros ou acertos dos alunos; b) Informação sob demanda; c) e a aprendizagem colaborativa (proporcionada pelo trabalho em equipe).

A gamificação permite ao professor maior interação com os estudantes, assim como um acompanhamento mais “próximo” no que diz respeito ao processo de aquisição da aprendizagem e desenvolvimento de habilidades (SILVA, 2015).

³ denominação da geração que passa considerável parte do tempo utilizando smartphones, computadores, TVs, e é claro em conexão com os serviços de internet, como mensagens eletrônicas, jogos, buscas online, etc. (ALVES, 2008).

⁴ Disponível em: <https://pt.khanacademy.org>

⁵ Disponível em: <https://www.passeidireto.com>

É crescente o número de estudos sobre a utilização da gamificação no âmbito pedagógico. A seguir estão descritos alguns estudos relacionados ao uso da gamificação para o ensino de Física.

2.3 A Gamificação para o Ensino de Física

Silva e Sales (2017) e Sales, *et al* (2017) apresentam os resultados de estudo de caso sobre o uso da gamificação para o ensino de tópicos de Óptica em turmas de ensino médio, de forma híbrida (que contempla a modalidade de ensino presencial e online), utilizando os Ambientes Virtuais de Aprendizado (AVA) como gerenciadores de conteúdos e ferramentas de avaliação. Ambas as pesquisas apontam que a gamificação gerou motivação nos alunos, e que o uso das TDIC contribuíram para o desenvolvimento das ações realizadas durante as intervenções didáticas.

Costa e Verdeaux (2016) e Silva, Sales e Castro (2019) utilizaram o método de grupo experimental e grupo controle para verificar o ganho de aprendizagem a partir da implementação de estratégias gamificadas para o ensino de Física. A primeira, aplicada em uma turma do último ano do ensino fundamental, apresenta a construção de um material didático para o ensino do conteúdo movimento dos corpos. A segunda pesquisa apresenta os resultados da aplicação de uma intervenção didática com uma turma do ensino médio e aborda os conteúdos presentes no estudo da Óptica. Ambos os estudos realizaram pré e pós testes e constataram que a gamificação proporcionou ganho de aprendizado nos grupos submetidos à metodologia que utilizou a gamificação.

Silva, *et al* (2018) analisam as contribuições da plataforma *Kahoot* (kahoot.com) para a gamificação no ensino, apresentando um estudo de caso que utiliza essa ferramenta no desenvolvimento de uma intervenção didática no ensino médio para o ensino do conteúdo de Óptica, e apesar de ser de forma presencial os autores destacam a importância do uso das TDIC para potencializar os resultados da gamificação no ensino.

Moreira (2010) aponta que além da adoção de novas metodologias de ensino, é necessário novas perspectivas escolares a fim de se alcançar a aprendizagem significativa.

No próximo ponto serão abordados alguns aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), e posteriormente como esta pode ser relacionada à gamificação no ensino.

2.4 Teoria da Aprendizagem significativa.

A combinação da *atribuição de significados do que se aprende com a modificação na bagagem do aprendiz*, é capaz de promover uma aprendizagem mais rica. É assim que Valadares (2011) associa a Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel, ao *construtivismo humano*.

Essa ideia de Valadares pode ser dividida em dois sentidos: 1) aprendizagem com significado; e 2) modificação da experiência do aprendiz. Essas ideias são fundamentais para explicar a essência da TAS.

A aprendizagem significativa consiste na interação entre o conhecimento a ser aprendido com o conhecimento que o indivíduo já possui (Moreira, 2010), isto é, para que a aprendizagem seja significativa o aluno precisa possuir um subsunçor (conhecimento prévio acerca de um conteúdo), para que possa, ao receber um novo conhecimento, dar significado a este, ao mesmo tempo em que modifica, enriquece,

corroborar com o conhecimento prévio existente no início do processo. Desse modo, a aprendizagem conduz significado e modifica a experiência de quem aprende.

Moreira (2010) ressalta ainda a importância de compreender a aprendizagem significativa como uma interação entre novos conceitos e os já existentes (subsunçores), de forma não-literal e não-arbitrária (o não-literal quer dizer que o conhecimento de algo novo deve se relacionar com um conhecimento mais geral, até mesmo em um nível elevado de abstração, de forma que *faça sentido para o aluno*. Já o não-arbitrário aponta que não é qualquer conhecimento prévio que vai proporcionar uma aprendizagem significativa, este deve ser relevante para o aprendiz).

Para que ocorra a aprendizagem significativa, Moreira (2010) destaca dois requisitos imprescindíveis: o primeiro é que o material deve ser *potencialmente significativo*, o segundo é a *predisposição do aluno a aprender*.

Moreira (2010) destaca a importância de compreender que, material potencialmente significativo diferente de material significativo, ressaltando que o significado é dado pelo aprendiz e não pelo material. Neste caso o material de aprendizagem potencialmente significativo é aquele que possui significado lógico e é associável a um conhecimento prévio existente relevante para o aluno (MOREIRA, 2010). Uma aula, um texto, um vídeo (um material de aprendizagem), é potencialmente significativo se procurar, por meio de uma sequência lógica, interagir com o conhecimento a ser ensinado e as ideias já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

O segundo requisito também está relacionado à existência de um conhecimento prévio, tendo em vista que o estudante deve estar predisposto a aprender de forma significativa. Isto é, o estudante deve querer relacionar o conhecimento que está sendo ensinado (através dos materiais potencialmente significativos) a um conhecimento relevante que ele já possui. O que corrobora ainda mais com a necessidade de que o indivíduo possua ideias-âncora, não no sentido estático, mas em constante interação (MOREIRA, 2010).

Nesse sentido de interação, Moreira (2010) apresenta dois processos: a diferenciação progressiva e a conciliação integradora. O primeiro é quando novos conhecimentos conferem um significado mais amplo a um conhecimento prévio já existente. A reconciliação integradora vem no sentido de que o aprendiz assimila os significados, identificando similaridades e resolvendo incoerências no conteúdo aprendido (MOREIRA, 2010) e coexiste com a diferenciação progressiva. Segundo Moreira, se os significados são cada vez mais diferenciados o resultado será uma visão sempre distinta, se ocorrer sempre a integração dos significados, a percepção que se terá é que tudo se trata de uma coisa só. Logo é necessário que haja um equilíbrio.

Segundo Ausubel, se fosse possível escolher o elemento mais importante da TAS, este seria o *conhecimento prévio do aluno* (MOREIRA, 2010). Caso o aprendiz não tenha subsunçores adequados para aprender algo novo, pode-se recorrer ao que Ausubel chamou de *organizadores prévios* (MOREIRA, 2010).

Os organizadores prévios são os materiais apresentados antes do conteúdo que se deseja ensinar, abordados de maneira geral, inclusiva e até mesmo abstrata, a fim de familiarizar o aprendiz a este novo conhecimento (MOREIRA, 2010), entre estes encontram-se: filmes, perguntas, aulas expositivas, experimentos, pesquisas, leituras, etc. desde que apresentem-se antes da exposição do conteúdo a ser ensinado e de forma mais geral e inclusiva possível, para que o aluno consiga

relacionar este organizador às novas ideias que serão apresentadas de forma potencialmente significativa.

Para Valadares (2011) a TAS propõe uma forma de negociação de significados entre o conteúdo a ser aprendido e o conhecimento que o estudante já possui, e até mesmo a forma como ele aprende. Neste sentido, Moreira (2010) destaca que a linguagem pode ser um recurso facilitador para a construção da aprendizagem significativa. Para ele, por meio da linguagem é possível que se faça a transposição de conteúdos, a partir de uma negociação de significados pelo aprendiz.

De maneira simplista podemos dizer que a aprendizagem significativa ocorre pela diferenciação e integração entre significados, adquiridos por meio de materiais potencialmente significativos pelos indivíduos predispostos a aprender, mas que sobretudo possuam conhecimentos prévios relevantes ao novo conteúdo a ser aprendido.

2.5 Relações entre Gamificação e a TAS.

Vimos que o intuito da gamificação na educação é promover a motivação e engajamento dos estudantes. Mas seria possível que estratégias de ensino gamificadas estivessem alinhadas à teoria da aprendizagem significativa? Para responder isso vamos analisar alguns aspectos da aprendizagem significativa e suas relações com elementos da gamificação.

De acordo com Costa e Verdeaux (2016) a teoria da aprendizagem significativa subentende que a motivação dos estudantes está conectada às suas emoções, e este é o princípio fundamental da gamificação: promover motivação.

Embora não abordado anteriormente, Ausubel sugere a organização sequencial dos conteúdos a serem aprendidos e a consolidação dos conhecimentos prévios (MOREIRA, 2010). Esse princípio de organização sequencial, está alinhado a um elemento fundamental da mecânica dos jogos: a divisão em níveis (COSTA & VERDEAUX, 2016). Este elemento permite que o estudante possa *acessar* novos conhecimentos de forma gradativa, de um nível mais elementar para outros mais complexos, como uma hierarquia, tal como é preconizado na TAS. De acordo com Moreira (2010) é interessante para o aprendiz, que os conteúdos estejam ordenados de maneira dependente e gradativa, ou seja, em que a segunda ideia complete a primeira, a terceira, complete a segunda, e assim por diante, no sentido de que todas estejam ancoradas (diferente de paradas) a uma ideia inicial, um subsunçor.

A divisão em níveis, o uso de feedbacks e as chances/tentativas são elementos da gamificação que estão relacionados a outros dois princípios da teoria da aprendizagem significativa, que é a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Ora, os estudantes podem negociar significados gradativamente de acordo com *fragmentos* do novo conhecimento. É necessário identificar evidências de que o aprendiz conseguiu captar esses significados (MOREIRA, 2010), e para identificá-las é necessário um processo constante de interação que pode ser mediado pelo uso de feedbacks e novas oportunidades para que este consiga assimilar os conteúdos e dar significados às ideias aprendidas.

Portanto os feedbacks podem auxiliar na reconciliação integrativa e na diferenciação progressiva ao passo que proporciona respostas direcionando o aprendiz ou a continuar no caminho ou a retornar para tentar assimilar melhor aquela ideia proposta, ou diferenciando ou integrando os significados. Alinhado a isto, as chances possibilitam que o estudante refaça uma atividade mais de uma vez se for necessário para ele obter um significado que esteja de acordo com o que se pretendia o conteúdo.

Para que aconteça aprendizagem significativa vimos que é essencial a existência de duas condições, a primeira é que o material seja potencialmente significativo, isso quer dizer que este material (aula, livro, texto, etc.) deve permitir, para quem possua conhecimento prévio, a incorporação de significados (COSTA & VERDEAUX, 2016). Dessa forma, a narrativa pode ter um papel essencial se inserida em um contexto relevante para o aluno. Por meio de uma narrativa é possível construir um material potencialmente significativo para a construção da aprendizagem. A narrativa também está associada ao fator linguagem, que segundo Moreira (2010) é um recurso indispensável para a facilitação da aprendizagem significativa.

Outra variável importante para facilitação da aprendizagem significativa é o que Ausubel chamou de organizadores prévios, Moreira (2010) defende que não existe uma definição exata para este termo, porém dá algumas pistas, como já citamos anteriormente. E aqui novamente a narrativa entra em contexto. Como o próprio Moreira citou, um organizador prévio pode ser, por exemplo, um filme, um texto, um material que aborde o tema da maneira mais geral possível, que tente buscar uma conexão entre algo que o aluno já sabe sobre o conteúdo a ser aprendido. Nesse sentido, a narrativa pode ser capaz de permitir essa ligação.

A outra condição é a predisposição do indivíduo, para Moreira (2010) essa predisposição não é necessariamente uma motivação, mas sim uma disposição a aprender significativamente, associando conteúdos novos a conceitos preexistentes relevantes e atribuindo novos significados a estes. Em contrapartida, Valadares (2011) defende que o aluno deve estar motivado psicologicamente para aprender de forma significativa, mesmo o autor reconhecendo que esta não é uma condição fácil de ser alcançada. Pois bem, se a predisposição para aprender encarando as etapas da construção da aprendizagem significativa, é ou não, o mesmo que motivação, isso não vem ao caso. O fato é, que se o indivíduo está mais motivado é bem mais óbvio que ele se disponha a fazer algo, ou aprender alguma coisa. É neste sentido que se encontram um conjunto de elementos dos jogos que promovem motivação, sobretudo os elementos que compõem a dinâmica dos jogos, que estão ligados às sensações (vitórias, estratégias, pertencimento, progressão, etc.).

Podemos ver que muitos dos elementos da gamificação estão de certa forma entrelaçados ao que prediz a TAS. Porém é extremamente importante ressaltar que a gamificação ou qualquer outra metodologia que vise promover uma aprendizagem significativa, estas devem estar alinhadas ao princípio fundamental da TAS que é o diálogo entre o conteúdo a ser ensinado e o conhecimento que o aluno já possui sobre aquele conteúdo. Do contrário, as tentativas de aproximar o aluno por meio de diferentes metodologias, acabarão por promover a tão criticada aprendizagem mecânica.

2.6 Tópicos de Física de Partículas

Saber de onde viemos e do que somos feitos são questões que movem a humanidade há séculos. Os registros indicam que desde a Grécia antiga, teorias que procuram explicar a constituição da matéria, eram discutidas. No século V a. C., a hipótese de que a matéria não era contínua e sim formada por pequenos corpúsculos indivisíveis, denominados de átomos (palavra de origem grega que quer dizer: *não divisível*) foi defendida pelo filósofo grego Leucipo e posteriormente por seu discípulo, Demócrito (460-370 a.C.). Não muito tempo depois, Aristóteles (384 - 322 a.C.) assumia uma direção oposta a teoria de Demócrito em relação a composição da matéria, defendendo que esta poderia ser dividida infinitamente e

que todas as coisas eram formadas a partir da combinação de quatro elementos fundamentais (Terra, Fogo, Ar e Água) dependendo de suas características, por exemplo: a matéria seca era formada pela combinação dos elementos Fogo e Terra; a úmida, pelo Ar e Água; a fria, formada pela Água e Terra; e a quente, pelos elementos Ar e Fogo (ARAGÃO, 2006).

A hipótese de Aristóteles foi aceita e difundida por muito tempo (ARAGÃO, 2006), apenas no século XIX começaram a surgir outras teorias atômicas, principalmente para tentar explicar resultados observados em experimentos no campo das ciências naturais.

Com crescentes estudos no campo da Química (área da ciência que dedicava-se aos estudos da natureza dos materiais, misturas e reações), procuravam-se explicações mais completas sobre a composição da matéria. Neste cenário surge um importante personagem na história da Física (e da Química, principalmente): John Dalton (1766 - 1844). A partir de pesquisas de outros cientistas, principalmente Antoine Lavoisier (1743 - 1794) em seus estudos sobre a conservação das massas, e Joseph Louis Proust (1754 - 1826) por sua hipótese sobre a proporção constante, Dalton formulou um modelo para o átomo (ARAGÃO, 2006).

Para Dalton, cada elemento possuía um átomo com diferente massa, e esses átomos poderiam se combinar para formar moléculas. A ideia de Dalton consistia em considerar o átomo como uma minúscula esfera maciça e indivisível, igual em massa e tamanho, para os mesmos elementos, e que poderiam se combinar em proporções simples para formar moléculas e estas por sua vez, formam a matéria que vemos (ARAGÃO, 2006).

A ciência, como um todo, é uma área em constante desenvolvimento, e não era diferente nos séculos XIX e XX. Os estudos sobre a eletricidade estavam muito presentes nos interesses dos cientistas da época, porém porque a matéria possuía propriedades elétricas ainda era um mistério. Os experimentos na área da eletricidade eram muito utilizados para tentar compreender fenômenos elétricos, em especial o experimento que utiliza o *tubo de raios catódicos*. Apesar de vários cientistas estudarem os raios catódicos, Joseph John Thomson (1856 – 1940) merece destaque, pois em seus testes, ele utilizou diferentes gases e diferentes metais nos eletrodos, obtendo sempre os mesmos resultados experimentais. A conclusão de Thomson foi que toda a matéria é formada por átomos (LOPES & MARTINS, 2009), assim como proposto por Dalton. Porém os átomos não eram como os propostos por Dalton. A partir de seus resultados com os raios catódicos, Thomson descobriu a existência de *corpúsculos negativamente carregados* (posteriormente chamados de elétrons) que deveriam estar presentes em todos os átomos. Com isso Thomson apresenta um novo modelo atômico, em que o átomo é uma esfera carregada positivamente e adornada por corpúsculos negativos bem distribuídos (LOPES & MARTINS, 2009).

Um dos alunos de Thomson, Ernest Rutherford (1871-1937) também propôs um modelo para o átomo. Após tornar-se professor, Rutherford coordenou um experimento realizado por dois de seus alunos, em que partículas α (cargas positivas), provenientes de um material radioativo, incidiam em uma fina placa de metal. Ao observar os desvios sofridos pelas partículas α , Rutherford concluiu que, o átomo não poderia ser maciço, e na verdade deveria possuir um núcleo pequeno onde concentra quase toda sua massa (HALLIDAY, RESNICK & WALKER, 2019).

Além de proporem modelos atômicos, Dalton, Thomson e Rutherford contribuíram imensamente com o desenvolvimento de estudos sobre a matéria. Uma

coisa em comum nos modelos atômicos propostos por esses cientistas, é que todos eles se baseavam na Física Clássica, e não conseguiam ainda explicar alguns aspectos, principalmente relacionados à natureza da Luz emitida pelos materiais.

No final do séc. XIX a Física Clássica encontrou um grande desafio: explicar como os corpos negros emitiam radiação. A física como era conhecida conseguia explicar essa radiação para grandes comprimentos de onda, mas a medida com que esse comprimento diminuía os resultados experimentais ficavam mais discrepantes em relação às hipóteses clássicas, esse fato resultou no que a comunidade científica chamou de *catástrofe ultravioleta* (RAMALHO JUNIOR; FERRARO; SOARES, 2009). Em 1900 Max Planck (1858 – 1947) propôs uma equação que concordava com os resultados obtidos no experimento da radiação dos corpos negros. Para tanto, era necessário aceitar que essa emissão de radiação não ocorria de forma contínua, e sim por meio de quantidades discretas de energia, chamadas de *quantum*. Daí surge um novo ramo, a Física Quântica ou Mecânica Quântica, que está relacionada principalmente aos corpos ou quantidades muito pequenas (RAMALHO JUNIOR; FERRARO; SOARES, 2009).

A teoria quântica não foi muito aceita pela comunidade científica na época, porém posteriormente serviu de base para construção de um *modelo atômico quântico* (ARAGÃO, 2006). Mas antes do desenvolvimento de um modelo atômico que englobava completamente a teoria quântica, podemos dizer que houve um modelo atômico de *'transição'* em que *adaptava* o modelo proposto por Rutherford à ideia de quantização de Planck (HEWITT, 2002). Este modelo foi apresentado por Niels Henrik David Bohr (1885 - 1962), para tentar explicar a emissão de luz pelos átomos de uma forma que estes permanecessem estáveis.

O átomo proposto por Bohr possuía um núcleo e os elétrons orbitavam em torno desse núcleo, assim como proposto por Rutherford. Porém, diferentemente do modelo de Rutherford, os elétrons só poderiam viajar em órbitas com raios bem definidos. Os elétrons não poderiam absorver qualquer quantidade de energia, essa quantidade deveria ser sempre múltipla de uma constante (chamada constante de Planck), ao absorver esse quantum de energia, o elétron deveria pular de uma órbita para outra mais energética (mais distante do núcleo), porém isso deixava o elétron instável e este tenderia a retornar para seu estado inicial, ao fazer isso, ele emitia a energia que recebeu, em forma de onda eletromagnética. Para explicar a cor da luz emitida pelos átomos, Bohr sugeriu que isso dependeria de como o elétron retornava (saltava) para sua órbita original (HEWITT, 2002).

A partir do desenvolvimento dos estudos na nova área da Física - a Mecânica Quântica, foram apresentadas algumas hipóteses sobre a matéria. Uma delas, por Louis Victor Pierre Raymond (1892 - 1987), conhecido como Louis de Broglie. Ele sugeriu que as partículas (incluindo os elétrons) poderiam ser entendidas como *ondas de matéria* (HALLIDAY, RESNICK & WALKER, 2019), ou seja, poderiam ser consideradas partículas e ondas, e assim como a luz, as partículas também possuem uma natureza dual. Dois anos depois, em 1926 Erwin Schrödinger (1887 - 1961) propôs uma equação para descrever as ondas de matéria (HALLIDAY, RESNICK & WALKER, 2019; HEWITT, 2002).

A somar com o desenvolvimento da Física Quântica, em 1927 Werner Heisenberg (1901 - 1976) propôs, o que ficou conhecido como *princípio da Incerteza de Heisenberg*. Esse princípio decorre do fato de que não é possível medir com precisão e de forma simultânea o *momento* ($p=m.v$) e a *posição* (r) de uma partícula (HALLIDAY, RESNICK & WALKER, 2019).

Um novo modelo para o átomo foi então desenvolvido, levando em consideração que por meio da equação de Schrödinger é possível identificar os pontos mais prováveis de encontrar o elétron no átomo. Assim, os pontos prováveis formam uma espécie de nuvem, que é a região provável de ter elétrons, chamada de orbital (HEWITT, 2002). Este novo modelo atômico possui um núcleo, local onde ficam os prótons e nêutrons, envolto por uma eletrosfera que é a região dos orbitais.

Na década de 1930 foram descobertas diversas novas partículas, todas instáveis, que prontamente transformam-se em outras partículas (HALLIDAY, RESNICK & WALKER, 2019). Essas descobertas se devem principalmente ao desenvolvimento de equipamentos de observação, como os aceleradores de partículas. Logo o número de novas *partículas elementares* tornou-se grande demais, e para organizá-las foi desenvolvido o **Modelo-padrão** (HALLIDAY, RESNICK & WALKER, 2019).

As partículas elementares ou subatômicas podem ser separadas de acordo com: a) seu *número quântico de spin* em **férmions** (partículas com números quânticos de spin semi-inteiro: $s=1/2, 3/2, \dots$) ou em **bósons** (partículas com números quânticos de spin não negativo inteiro: $s= 0, 1, 2, \dots$); b) os efeitos da *interação forte*, em **hádrons** (partículas sujeitas a interação forte) e **léptons** (partículas não estão sujeitas a interação forte, o elétron, por exemplo), os hádrons podem ser bósons (como os **mésons**, formados por um *quark* e um *anti-quark*) ou férmions (como os **bárions**, formados por três *quarks*); e c) em **partículas** e **antipartículas**, as antipartículas são iguais em massa e em spin e possuem cargas elétricas e outros números quânticos com sinais opostos (HALLIDAY, RESNICK & WALKER, 2019).

Existem seis espécies de quarks: *up, down, top, charmed, bottom e strange*. Cada uma possui três variações. Além disso, cada espécie (variação) de quark possui um anti-quark, portanto, existem 36 diferentes quarks, sendo 18 partículas e 18 antipartículas (MOREIRA, 2004). Os quarks Up e Down formam os *prótons* e os *nêutrons* (bárions).

Algumas partículas mediam a interação forte (os **glúons**), por exemplo, para manter *ligados* os prótons e nêutrons dentro do núcleo. Outras mediam apenas a interação fraca (os **bósons**: W^+, W^-, Z^0), como é o caso do decaimento β (MOREIRA, 2004).

3 METODOLOGIA

Para realização dessa pesquisa foi desenvolvida e aplicada uma intervenção didática utilizando as estratégias de gamificação.

Inicialmente foi realizado um processo de inscrição online que foi divulgado através das redes sociais (Stores do instagram e do whatsapp pessoal e de amigos), no período entre 24 de novembro a 05 de dezembro de 2020. Os interessados preencheram um formulário informando alguns dados, como: nível de escolaridade, tipo da instituição de ensino, gênero, idade/faixa etária e a cidade onde reside.

No total se inscreveram 37 pessoas, dentre as quais apenas 25 aceitaram o convite para participar da sala de aula virtual (Google Classroom) e destas, somente 16 iniciaram as atividades propostas.

Entre os estudantes que participaram da intervenção, dez pertenciam ao sexo feminino e seis do sexo masculino. Nove tinham entre 10 e 20 anos, e sete possuíam mais de 21 anos de idade. Dez destes alunos estudavam no IFPE, e os demais estavam distribuídos igualmente entre as redes estaduais e municipais de

ensino. Três dos participantes estavam cursando o ensino fundamental, sete o ensino superior e os demais estavam cursando ou já haviam cursado o ensino médio. Para enfatizar a diversidade do público, destaca-se também as cidades onde os estudantes residiam: Arcoverde, Brejão, Glória do Goitá, Igarassu, Paulista, Pesqueira, Recife, Venturosa e Vitória de Santo Antão, todas localizadas no estado de Pernambuco.

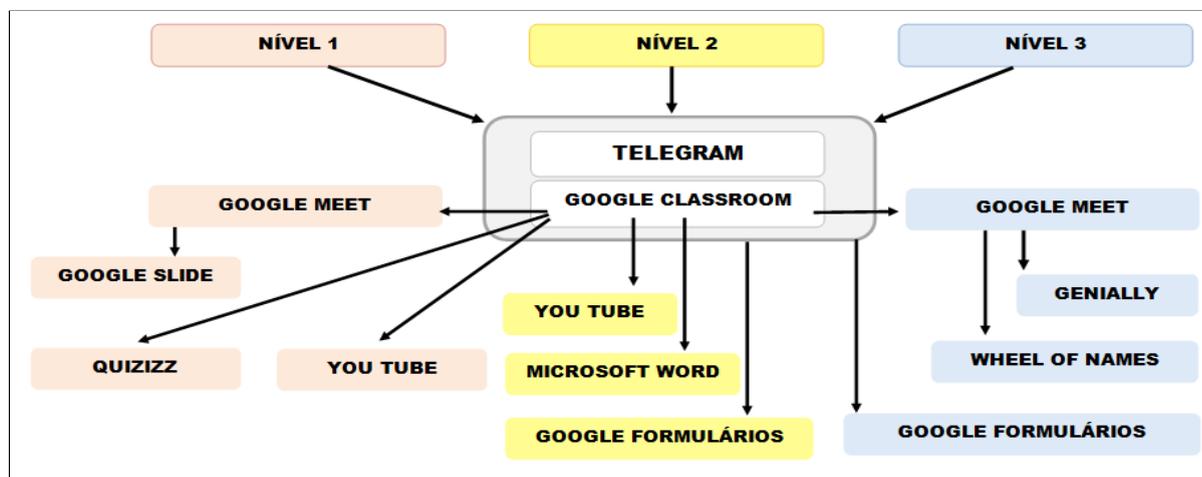
A aplicação da intervenção didática teve duração de três semanas entre os dias 07/12/2020 até 28/12/2020, perfazendo um total de 30h. Devido às condições de saúde vivenciadas durante a pandemia de covid 19 e a necessidade de isolamento social, a intervenção ocorreu totalmente de forma remota, utilizando-se os meios digitais de informação e comunicação.

Os conteúdos abordados relativos à física moderna foram: a) O conceito de átomo, b) evolução dos modelos atômicos, c) princípio da incerteza, d) dualidade onda-partícula e e) tópicos de partículas elementares.

O planejamento é o ponto chave para realização de qualquer atividade –gamificada ou não. A partir dos pressupostos do ensino gamificado, foi desenvolvido um plano de trabalho: i) primeiramente os conteúdos foram separados em níveis, e cada nível possuía seus objetivos; ii) a construção da narrativa a partir do enredo do filme Alice no País das Maravilhas, de Tim Burton (2010); iii) a escolha dos recursos a serem utilizados para o desenvolvimento da intervenção didática; e por fim iv) a forma de avaliação dos estudantes.

Na figura abaixo, está representado o esquema de como foram utilizados os produtos das TDIC em cada um dos níveis/semanas da intervenção didática.

Figura 3.1 - Esquema de utilização das ferramentas utilizadas em cada nível da intervenção didática.



Fonte: Própria Autora

Podemos observar que o Telegram e o Google Classroom foram ferramentas centrais em todas as etapas da intervenção. Segue uma breve descrição dos recursos listados no esquema acima.

Telegram (<https://web.telegram.org/>): é um serviço de mensagens instantâneas, onde usuário pode criar um grupo com até 200.000 membros. Além disso, as mensagens enviadas nos grupos do telegram ficam visíveis para os usuários mesmo que entrem depois da mensagem ter sido postada, também é possível editar as mensagens enviadas e realizar enquetes com os participantes.

Google Classroom (<https://classroom.google.com/>): é um sistema de gerenciamento de conteúdo para escolas que procuram simplificar a criação, a distribuição e a avaliação de trabalhos. Ele é um recurso do Google Apps para a área de educação.

Google Meet (<https://meet.google.com/>): é um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo Google. também é possível fazer compartilhamento de tela para apresentação de documentos, planilhas ou apresentações.

Quizizz (<https://quizizz.com/>): é um software que permite usar e criar "Quizzes" nos ambientes de aprendizagem. O Quizizz usa estratégias de gamificação ao conceder pontos e ranquear os jogadores. Os participantes podem jogar de forma síncrona ou assíncrona. Cada jogo pode ser usado várias vezes e obtém-se um relatório detalhado que pode ser usado para avaliação contínua dos participantes.

Genially (<https://www.genial.ly/>): é uma ferramenta para criar recursos didáticos, como: apresentação, jogo, imagem interativa, infográficos, mapas, entre outros. É possível inserir templates e '*movimentar os jogadores*' em um tabuleiro virtual, por exemplo.

Wheel of Names (<https://wheelofnames.com/>): é uma ferramenta que possibilita a criação de roleta de nomes, perguntas, números, imagens, etc. É possível realizar sorteios e excluir automaticamente a opção uma vez sorteada.

Google Formulários (<https://docs.google.com/forms/>): É uma ferramenta que permite produzir e enviar por e-mail ou link pesquisas de múltipla escolha, testes com questões discursivas, solicitação de avaliações em escala numérica, entre outras opções. Essa ferramenta permite o envio de feedbacks (imediatos ou após correção manual) ao estudante, após a coleta de sua resposta. Também é possível utilizar o Google Formulários de forma integrada com o Google Classroom.

Os demais recursos, foram utilizados para complementar as ferramentas já citadas. Os vídeos do **Youtube** (<https://youtube.com/>) foram utilizados como material auxiliar para estudos remotos. O **Google Slide** (<https://docs.google.com/presentation/>) foi utilizado para apresentação nas aulas síncronas pelo Google Meet, e ainda, o **Microsoft Word** (<https://office.live.com/start/Word>), serviu para a construção de apostilas para estudo.

A intervenção didática foi dividida em três níveis, cada nível foi nomeado com uma etapa do Filme Alice no País das Maravilhas. Essas "etapas" também foram organizadas no Google Classroom por meio de tópicos: 1. *Na Toca do Coelho*, 2. *Enfrentando o Capturandam* e 3. *A Batalha Final Contra o Jaguadarte*.

Na Toca do Coelho (07 à 13 dez. 2020): Nesse primeiro nível, o objetivo previsto era que os estudantes: Compreendessem a ideia de átomo; Reconhecessem os modelos atômicos propostos ao longo do tempo (dos gregos à Bohr); e Identificassem aspectos históricos no desenvolvimento dos modelos atômicos.

Foi realizada uma aula síncrona no dia 07/12/2020 por meio do Google Meet, às 16 h. Anteriormente à aula, os estudantes receberam uma recompensa pela pontualidade, através do *grupo da turma no Telegram*. Os dez primeiros estudantes a entrarem na aula foram premiados com 200 pontos e com um *certificado simbólico de honra por pontualidade* via e-mail.

Para apresentação da aula foi utilizada a ferramenta Google Slide. Na construção da narrativa, a estratégia foi relacionar o enredo do filme, partindo do momento em que Alice cai na toca do coelho, se depara com uma sala cheia de portas e precisa diminuir de tamanho para entrar no País da Maravilhas, assim como

os alunos eram *convidados a diminuir de tamanho* até chegar na escala atômica e entrar *No País Maravilhoso dos Átomos*. A partir daí, foram apresentados os modelos atômicos, seguindo uma sequência cronológica desde as ideias dos Gregos do séc. V a.C até o modelo atômico proposto por Niels Bohr. Para encerrar a aula, ainda foi aberto o momento tira dúvidas com os participantes, onde estes puderam interagir por meio do áudio ou do chat do Meet. A aula teve duração aproximada de 1 hora, foi gravada e disponibilizada no Classroom para os demais estudantes que não participaram de forma síncrona.

Ainda no dia 07/12/2020, após o encerramento da aula, os alunos receberam a missão de realizar a atividade 1 para prosseguir para o nível 2. A atividade 1, foi desenvolvida e realizada na plataforma Quizizz contendo 20 questões de múltipla escolha, em que os estudantes jogaram de forma assíncrona no período entre 07 e 10 de dezembro de 2020. A pontuação da atividade foi disponibilizada instantaneamente, porém a nota dos estudantes no nível 1 foi disponibilizada no dia 12 de dezembro, considerando o resultado do quiz e a pontuação adquirida no desafio do primeiro dia. Ao receberem suas notas pelo Classroom, os estudantes também receberam um e-mail com o detalhamento do seu desempenho nas questões do quiz.

O quadro a seguir apresenta algumas das questões utilizadas no Quizizz.

Quadro 3.1 - Questões utilizadas no quiz.

QUESTÃO	TIPO	ALTERNATIVAS	OBJETIVO
Os modelos atômicos propostos a partir do século XVIII e os modelos propostos pelos gregos, se diferenciam principalmente pelo fato...	Múltipla Escolha	a) Dos modelos atômicos dos gregos se basearem na experimentação b) Os modelos atômicos a partir do século XVIII, se inspirar no universo c) Os modelos atômicos dos gregos basearem na matéria d) Os modelos atômicos a partir do século XVIII, se basear na experimentação	Reconhecer a experimentação como parte fundamental para o desenvolvimento científico. Gabarito: Alternativa (d)
O átomo proposto por John Dalton era:	Múltipla Escolha	a) Divisível, Maciço e Esférico b) Divisível, Indestrutível e Maciço c) Indivisível, esférico e maciço d) Indivisível, destrutível e esférico.	Estabelecer relações entre os a evolução dos modelos atômicos e seus personagens históricos. Gabarito: Alternativa (c)
O modelo atômico que explica emissão de cores pelos elementos é o modelo de:	Múltipla Escolha	a) Dalton b) Rutherford c) Thomson d) Bohr	Reconhecer o modelo atômico de Bohr, como primeiro a explicar a quantização da energia absorvida e emitida pelo elétron. Gabarito: Alternativa (d)

Fonte: Própria Autora

Enfrentando o Capturandam (14 à 19 dez. 2020): Na segunda-feira 14 de dezembro de 2020, foi postado no tópico “Enfrentando o Capturandam” no Classroom, o material para estudos remotos e a atividade do nível 2. Os conteúdos abordados no nível 2, foram: A dualidade onda-partícula de Louis de Broglie, O

princípio da incerteza de Heisenberg, e O conceito de probabilidade aplicado na construção do modelo atômico atual.

O material 2 consistiu em uma apostila elaborada pelo Google Slide e convertida posteriormente para o formato pdf. A apostila foi elaborada de forma a integrar a narrativa do filme ao conteúdo abordado. Além do material em pdf, no Classroom, foram indicados [vídeos do Youtube](#) sobre o conteúdo, como material complementar para estudos remotos.

A atividade proposta foi desenvolvida através do Google Formulários, dispôs de 15 questões distribuídas em duas seções: Seção 1 - contendo 10 questões de múltipla escolha, cada uma valendo 50 pontos; Seção 2 - contendo 5 questões, cada uma com o valor de 100 pontos. No total, essa atividade teve o valor de 1000 pontos e os estudantes dispuseram de um período de três dias para realizá-la (de 14 à 17 dez. 2020).

O quadro 3.2 apresenta algumas das questões utilizadas no formulário da atividade 2.

Quadro 3.2 - Exemplo questões da atividade 2

Questão	Tipo	Alternativas	Objetivo
Seção 1			
A teoria Quântica teve início com o físico Max Planck, ao explicar que:	Múltipla Escolha	a) Os elétrons absorvem e emitem radiação por meio de pequenas quantidades. b) O Universo absorve e emite radiação por meio de pequenas quantidades. c) A Terra absorve e emite radiação por meio de pequenas quantidades de energia. d) Os Corpos Negros absorvem e emitem radiação por meio de pequenas quantidades de energia.	Compreender os fatos que levaram ao desenvolvimento da Mecânica Quântica. Gabarito: Alternativa (d)
O que diz o princípio da incerteza de Heisenberg?	Múltipla Escolha	a) Quanto maior a incerteza sobre a posição do elétron, maior a incerteza sobre sua velocidade. b) Só é possível saber com certeza a posição do elétron. c) Só é possível saber com certeza a velocidade do elétron. d) Quanto maior a precisão sobre a posição do elétron, menor a precisão sobre sua velocidade.	Compreender que não é possível medir com precisão exata a posição e a velocidade de partículas quânticas ao mesmo tempo. Gabarito: Alternativa (d)
Seção 2			
Com suas palavras, descreva o que é um orbital no modelo atômico atual.	Aberta	Não se aplica	Compreender a natureza probabilística do modelo atômico Quântico.

Fonte: Própria Autora

Por conter questões abertas e que necessitavam de correção manual, não foi possível liberar um feedback imediato aos alunos. No dia 19/12/2020 a nota da

atividade 2 foi disponibilizada aos alunos por meio do Classroom, assim como seu desempenho individual na atividade, contendo um feedback para cada resposta certa ou errada do formulário (Ver fig. 3.3 e 3.4).

Figura 3.3 - Exemplo de feedback aplicado a uma resposta correta

A teoria Quântica teve início com o físico Max Planck, ao explicar que: * 50 / 50

a) Os Elétrons absorvem e emitem radiação por meio de pequenas quantidades.

b) O Universo absorve e emite radiação por meio de pequenas quantidades.

c) A Terra absorve e emite radiação por meio de pequenas quantidades.

d) Os Corpos Negros absorvem e emitem radiação por meio de pequenas quantidades (bem definidas). ✓

Feedback individual ✎ 🗑

Começando com tudo! Isso é que é coragem pra enfrentar o Caturandam!

Fonte: Própria Autora

Figura 3.4 - Exemplos de feedbacks individuais para respostas incorretas

Com suas palavras, descreva o que é um orbital no modelo atômico atual. * 75 / 100

Região ocupada por eletrons

Feedback individual ✎ 🗑

No Modelo Atômico Quântico, orbital é a região provável de se encontrar elétrons. Lembrando que o modelo atômico atual está firmado no princípio da incerteza e na natureza dual das partículas, e portanto, não pode-se tratar de certezas ou locais exatos, como eram os orbitais no modelo proposto por Bohr.

Fonte: Própria Autora

No dia 19 dez. 2020 foi proposto um desafio de fim de semana pelo grupo do Telegram. No desafio os estudantes deveriam acessar o [link do formulário](#) (disponível no Telegram), assistir ao [vídeo indicado](#) e cumprir a tarefa de criar uma pergunta com três alternativas de resposta, sendo pelo menos uma correta. Os participantes que cumpriram o desafio receberam 200 pontos, que foram contabilizados no nível de menor pontuação ou ficaram acumulados para o próximo nível. No quadro a seguir estão algumas das questões elaboradas pelos alunos:

Quadro 3.3 - Questões elaboradas pelos alunos

Escreva sua Pergunta	Escreva três alternativas de resposta
Qual desses elementos não se encontra no núcleo do esquema atômico?	a) Elétrons (OPÇÃO CORRETA) b) Prótons c) Nêutrons
O que é um próton?	a) O próton é uma partícula que constitui o átomo, é a menor partícula do elemento químico. (OPÇÃO CORRETA) b) O próton não tem carga elétrica e tem massa unitária. c) O próton tem carga elétrica negativa e quase não possui massa.
Qual das partículas tem a menor massa?	a) Próton b) Nêutron c) Elétron (OPÇÃO CORRETA)

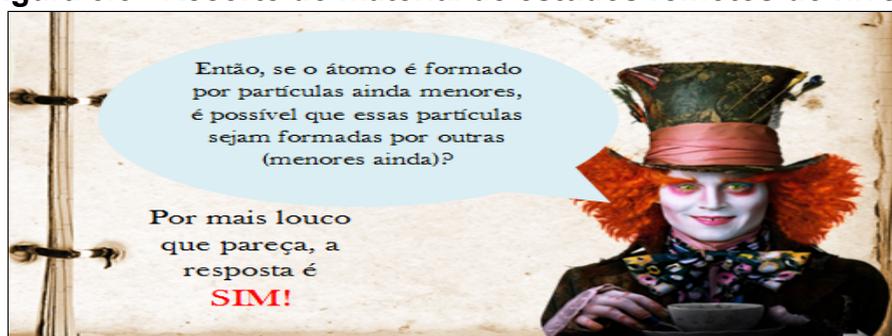
Fonte: Própria Autora

As questões elaboradas pelos alunos foram mais complexas e outras mais simples, mas todos que participaram do desafio demonstraram compreensão do conteúdo abordado no vídeo. As questões foram utilizadas (com edições) para complementar a atividade do nível 3.

A Batalha Final Contra o Jaguadarte (21 a 27 dez. 2020): Para o último nível da intervenção, os objetivos previstos foram: Compreender que o átomo é formado por partículas subatômicas; Identificar as partículas elementares que formam a matéria; e Identificar as características dos prótons, nêutrons e elétrons - como massa, carga elétrica e posição na estrutura atômica;

O material para estudos remotos dos conteúdos propostos neste nível foi elaborado por meio do editor de texto Word e posteriormente convertido para pdf. A apostila esquematizou os conteúdos abordados, integrando-os aos personagens do filme (como podemos ver na fig. 3.5). Esse material para estudos remotos foi disponibilizado no Classroom no dia 21/12/2020.

Figura 3.5 - Recorte do material de estudos remotos do nível 3



Fonte: Própria Autora

No dia 23/12/2020 ocorreu a última atividade que foi realizada de forma síncrona através do Google Meet. Para esta atividade os alunos foram divididos em três equipes, cada equipe representando um personagem do filme: Alice – equipe azul; Coelho – equipe amarela; e Chapeleiro – equipe vermelha. À medida que o/a estudante entrava na aula era direcionado a uma das equipes de forma aleatória. Nove alunos participaram da atividade, logo cada equipe ficou com 3 membros.

Para a atividade foi elaborado um template utilizando os recursos do Word e utilizado como plano de fundo na plataforma Genially, onde foram adicionados elementos interativos como ícones representando as equipes e botões de acesso às perguntas e à roleta numérica, como mostra a figura 3.6.

Figura 3.6 - Template utilizado na plataforma Genially: atividade 3.



Fonte: Própria Autora

Os participantes tinham que se combinar para responder às questões, por meio do chat do Meet ou da forma que julgassem melhor, e confirmar sua resposta final pelo áudio. A missão das equipes era percorrer uma trilha para “combater o Jaguadarte”, para avançar de casa a equipe deveria responder corretamente uma questão e em seguida o/a mediador/a acionava uma roleta numérica indicando quantas “casas” a equipe deveria andar. A primeira equipe a chegar ao fim foi premiada com 200 pontos extras para cada membro.

As questões foram organizadas em duas roletas na plataforma Wheel Of Names. Uma contendo 21 questões de verdadeiro ou falso, cada uma valendo 200 pontos e a outra contendo as questões elaboradas pelos estudantes no desafio do nível 2 (ver quadro 3.3), cada uma valendo 300 pontos.

Para os estudantes que não participaram da atividade síncrona, as questões foram disponibilizadas em um questionário e postadas no Classroom em forma de atividade com teste valendo 2000 pontos. Os resultados desta atividade foram disponibilizados imediatamente com a pontuação obtida pelos participantes e os feedbacks para cada questão. No quadro 3.4 estão listadas algumas questões dessa atividade.

O quadro a seguir apresenta algumas questões da atividade 3 utilizadas nas roletas do Wheel Of Names e no formulário disponibilizado no Classroom.

Quadro 3.4 - Exemplo de questões da atividade 3.

Questão	Tipo	Alternativas	Objetivo
O núcleo é formado por nêutrons e elétrons.	Verdadeiro ou Falso	(Verdadeira) (Falsa)	Reconhecer as partículas constituintes do núcleo atômico. Gabarito: (Falsa)
Os prótons são as partículas com a menor massa do átomo.	Verdadeiro ou Falso	(Verdadeira) (Falsa)	Identificar as características fundamentais das partículas subatômicas. Gabarito: (Falsa)
Um grupo de três quarks é chamado de Bárion.	Verdadeiro ou Falso	(Verdadeira) (Falsa)	Identificar como as partículas elementares estão organizadas. Gabarito: (Verdadeira)
Os Prótons e os elétrons possuem a mesma carga (em módulo).	Verdadeiro ou Falso	(Verdadeira) (Falsa)	Reconhecer e diferenciar características fundamentais dos prótons e elétrons. Gabarito: (Verdadeira)
Por que quase toda a massa do átomo está concentrada no núcleo?	Aberta	Não se aplica	Descrever a estrutura atômica utilizando características básicas das partículas subatômicas. Resposta esperada: Porque o núcleo é constituído pelos prótons e nêutrons e estas partículas contêm a maior parte da massa do átomo;

Fonte: Própria Autora

A avaliação final dos estudantes foi resultado de uma média dos percentuais obtidos nos três níveis da intervenção didática, para chegar nesse resultado utilizou-se a equação abaixo:

$$Resultado\ Final = \left[\frac{\left(\frac{Nota\ nível\ 1}{2000}\right) \times 100 + \left(\frac{Nota\ nível\ 2}{1000}\right) \times 100 + \left(\frac{Nota\ nível\ 3}{2000}\right) \times 100}{3} \right] \quad (1)$$

Os participantes que obtiveram desempenho final inferior a 60% receberam uma nova oportunidade para refazer a atividade ou realizar alguma atividade não concluída, devendo ser entregue até o dia 28/12/2020.

Após a divulgação dos resultados individuais dos estudantes, foi proposto um instrumento de avaliação do curso, onde eles avaliaram o desempenho da professora, os recursos utilizados, conteúdos abordados e a atuação dos mesmos no curso (autoavaliação). Essa avaliação foi proposta no grupo do Telegram através do recurso google formulários, de forma não obrigatória. No quadro abaixo podemos ver algumas das questões propostas na avaliação da intervenção didática:

Quadro 3.5 - Questões do instrumento avaliativo do minicurso online.

Questão	Tipo de Resposta
Seção 1: Avaliação do Minicurso	
As principais informações do minicurso foram apresentadas: objetivos, conteúdos, duração do curso, bibliografia, avaliação e atividades a serem realizadas.	Escala linear: 1 (Discordo totalmente) - 5 (Concordo plenamente).
Todos os conteúdos propostos foram devidamente discutidos durante o minicurso.	Escala linear: 1 (Discordo totalmente) - 5 (Concordo plenamente).
O que você gostaria de ter visto no minicurso e que não foi discutido?	Resposta aberta;
Seção 2: Avaliação da Professora	
A Professora demonstrou habilidade para manusear os recursos tecnológicos.	Escala linear: 1 (Discordo totalmente) - 5 (Concordo plenamente).
Que nota você atribuiria ao desempenho do(a) Professor(a) de forma geral.	Escala linear: 1 (insatisfeito) - 10 (Totalmente satisfeito).
Seção 3: Auto avaliação	
O minicurso atendeu suas expectativas?	Escala linear: 1 (Discordo totalmente) - 5 (Concordo plenamente).
Que nota você atribuiria ao seu desempenho no minicurso de forma geral.	Escala linear: 1 (insatisfeito) - 10 (Totalmente satisfeito).
Seção 4: Espaço Aberto	
Escreva aqui suas críticas, sugestões e elogios, eles são muito importantes!	Resposta aberta.

Fonte: Própria Autora

A seguir são discutidos os resultados alcançados em razão da intervenção didática.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

Como já foi mencionado na metodologia, para realização deste minicurso foi realizado um processo de inscrição online. Participaram da intervenção 16 estudantes, desses 15 concluíram todas as atividades propostas.

O fato do curso ter sido aberto, onde os estudantes puderam escolher se iriam participar ou não, desde o processo de inscrição até a execução das atividades propostas, permitiu a utilização de um elemento da gamificação que é imprescindível nos jogos: a *participação voluntária*.

A voluntariedade está relacionada à predisposição do indivíduo. Partindo de uma das premissas da teoria aprendizagem significativa, em que o aluno deve estar predisposto a aprender (de forma significativa), não é difícil concluir que este deve ter vontade de aprender, ou seja, não aprender por obrigação, mas por disposição. Lembrando que na TAS essa predisposição do aluno deve estar relacionada ao aprender significativamente, isto é, se dispor a relacionar novas idéias a um conhecimento prévio já existente em sua estrutura cognitiva.

Esse elemento é difícil de ser inserido, principalmente quando você utiliza uma estratégia gamificada em uma turma específica, pois você está praticamente obrigando os alunos a participarem de um jogo ou neste caso de uma atividade. Isso não implica que a gamificação será um fracasso e simplesmente não deva ser implementada neste ambiente, afinal, a escola não proporciona muitas alternativas ao estudante a não ser aceitar suas determinações, neste caso a gamificação pode ser uma opção bastante viável para estimular o aluno na construção de sua aprendizagem, de forma mais leve, atraente e divertida.

Um item presente em todas as etapas da intervenção didática que foi a narrativa. Esse “ingrediente” esteve atrelado a pelo menos dois fatores da TAS: linguagem e organizador prévio, além de contribuir direta e indiretamente para com os elementos da dinâmica da gamificação.

Os resultados obtidos na intervenção serão separados em três subtópicos, no primeiro estão detalhados como os materiais de aula contribuíram ou não no desenvolvimento da estratégia gamificada e na construção da aprendizagem significativa. O segundo subtópico traz um levantamento das atividades (desafios e missões) realizadas pelos estudantes, bem como o desempenho e resultados alcançados pelos mesmos. Por último, serão apresentados e discutidos os dados obtidos a partir do instrumento avaliativo do minicurso submetido aos estudantes no final da intervenção didática.

4.1 Os materiais

Um item presente em todas as etapas da intervenção didática foi a narrativa. Esse “ingrediente” esteve atrelado a pelo menos dois fatores da TAS: linguagem e organizador prévio, além de contribuir direta e indiretamente com os elementos da dinâmica da gamificação.

Antes de iniciar as atividades, foi proposta uma enquete através do grupo do Telegram, para identificar quem já havia assistido ao filme “Alice no País das Maravilhas”, 8 estudantes responderam que sim e 3 não, então foi proposto, aos que não assistiram, que assistissem ao filme disponível no youtube.

Na aula expositiva realizada dia 07 de dezembro de forma síncrona, foi feito um apanhado do início do filme (parte que coube ao nível 1) apoiando-se no vocabulário

e nos recursos visuais, de forma a conectar a narrativa ao conceito mais simplificado do conceito de átomo, seguindo com a análise dos modelos atômicos propostos ao longo da história. Essa ideia de vincular o enredo ao conteúdo a ser abordado, traz a luz ao que Ausubel chamou de organizador prévio, e que Moreira (2010) defendeu como imprescindível para que ocorra a aprendizagem significativa. Além disso, esse material (aula) se enquadrou como um material potencialmente significativo, tanto no sentido de valorizar o conhecimento prévio (por meio de organizadores prévios) quanto na estrutura de dependência em que os conceitos foram abordados.

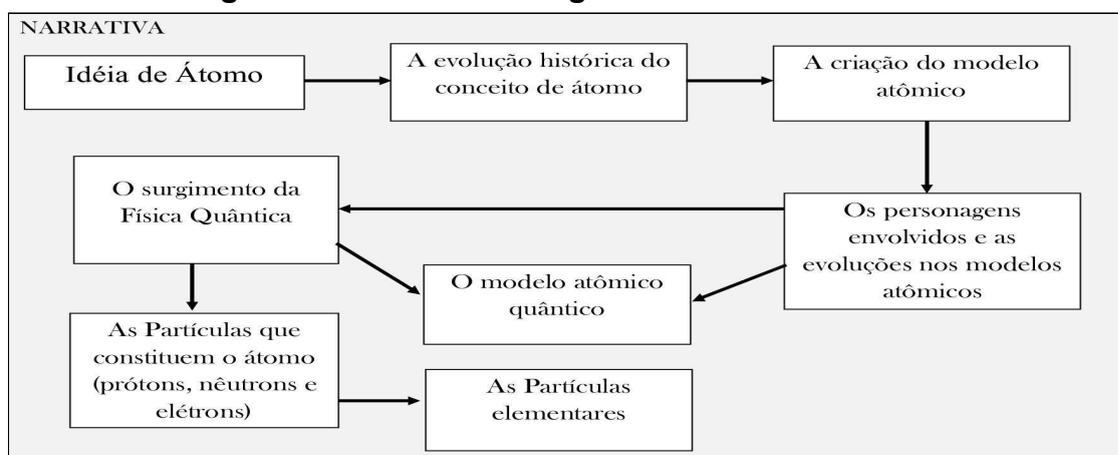
No final da aula expositiva foi reservado um espaço para que os estudantes pudessem tirar dúvidas e interagir um pouco. Apenas um aluno realizou uma pergunta referente ao conteúdo:

- *Um quantum seria um fóton?*

A dúvida do aluno foi bastante pertinente, mostrando que este estava procurando fazer uma associação por meio da reconciliação integradora, contribuindo para uma aprendizagem significativa.

O material da segunda e da terceira semana da intervenção seguiu a mesma ideia do primeiro, integrar a narrativa ao conteúdo a ser abordado e novamente fazendo ligações com o conteúdo da semana anterior. Essa dependência entre idéias promove o que a TAS chama de aprendizagem significativa superordenada (MOREIRA, 2010), onde um novo conhecimento complementa uma ideia já existente, e este novo conhecimento é complementado por outro, e mais outro, como se fosse uma espécie de *ramificação informações*. A figura abaixo mostra como os materiais abordaram os conteúdos do curso seguindo uma organização gradual de conceitos:

Figura 4.1 – Estrutura Organizacional dos Materiais



Fonte: Própria Autora

A partir da figura acima podemos encontrar dois elementos fundamentais da aprendizagem significativa, o subsunçor (a idéia geral de átomo) e os conteúdos separados em níveis formando uma estrutura lógica, dependente. Outro aspecto que merece destaque é o fato de um novo conhecimento ter se transformado em “um novo subsunçor”, isso ocorre quando há aprendizagem significativa superordenada (MOREIRA, 2010). Também é possível ver como os novos conteúdos vão enriquecendo a ideia inicial, e este é um dos princípios da TAS. Por último, como podemos ver na fig. 4.1.1, a narrativa envolveu todas as etapas de ensino e funcionou como um organizador prévio.

4.2 As atividades

As atividades foram aplicadas em dois sentidos para fins de avaliação: os desafios que concedia pontos extras e as missões que correspondiam ao peso de 100% da nota de cada nível. Os alunos que conseguiram pontos extras puderam complementar suas notas em cada nível, ou acumular pontos para outros níveis.

A atividade do nível 1 foi realizada na plataforma quizizz, o que permitiu que os estudantes tivessem um resultado imediato do seu desempenho. Porém, o fato da plataforma só permitir um feedback como resultado da questão (certo ou errado), não permitiu um aproveitamento mais amplo que os feedbacks podem proporcionar. Outra observação importante, é o uso do tempo nas questões, foi possível perceber que algumas questões não foram respondidas por que o tempo se esgotou, além disso, alguns estudantes relataram que o tempo atrapalhou a concentração, não por o intervalo ser curto, mas porque ele ganharia mais pontos por menos tempo e isso acabou desviando sua atenção.

Abaixo podemos ver o resultado geral da atividade do nível 1, esse resultado mostra o desempenho por aluno e o índice de acertos por questão. O resultado do aluno é mostrado em dois sentidos: a) O percentual de acertos das questões e b) A pontuação e ranking do aluno, que leva em consideração não só as respostas corretas mas também o tempo que o aluno leva para responder cada questão.

Figura 4.2.1 - Resultado geral da atividade do nível 1.

Score	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	
	100%	93%	71%	79%	93%	107%	79%	107%	64%	93%	100%	79%	93%	86%	71%	71%	86%	79%	93%	36%	
18740 (95%)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18630 (95%)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17750 (90%)	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16030 (80%)	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
15030 (80%)	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗
15010 (85%)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗
12290 (75%)	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓
12080 (85%)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗
12060 (65%)	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗
11850 (65%)	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗
11550 (70%)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗
11160 (70%)	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗
10560 (75%)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗
7960 (45%)	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗

Fonte: Própria autora

A partir desse resultado foi possível analisar além do desempenho individual do aluno, mas se o objetivo de cada questão foi alcançado e o índice de alunos que alcançaram ou não cada objetivo. O desempenho geral dessa atividade foi de 77%. Apesar dos alunos terem tido a oportunidade de refazer a atividade depois de receberem o feedback com o resultado individual, na chamada “terça-feira de redenção” (15/12/2020), apenas um deles se propôs a jogar novamente, este melhorou seu desempenho de 75% para 85%. Como é possível ver na figura 4.1.1, apenas 14 estudantes realizaram a atividade do nível 1, porém uma aluna marcou a atividade como concluída no classroom, entretanto não realizou o quizizz, depois de informada do seu equívoco, ela realizou a atividade. Portanto, 15 estudantes concluíram a atividade 1.

Esse resultado foi convertido em pontos de acordo com o peso da atividade, neste caso 2000 pontos. Por exemplo, o estudante cujo percentual de acerto foi de 85% recebeu 1700 pontos na atividade. Para conversão da nota podemos utilizar a equação abaixo:

$$\text{Nota da atividade 1} = \left[\frac{(\text{percentual obtido})}{100} \right] \times 2000 \quad (2)$$

Os estudantes que possuíam pontos acumulados do desafio de pontualidade somaram ao seu desempenho mais 100 pontos.

A atividade 1 foi composta de 20 questões de múltipla escolha, e a partir do gráfico fornecido pela plataforma Quizizz (fig. 4.2.1), foi possível identificar quais os conteúdos foram mais ou menos aprendidos pelos alunos. Algumas das questões só foram capazes de identificar a aprendizagem mecânica, por valorizar a memorização, um exemplo disso, é a questão que pede para os alunos identificarem a característica do átomo no modelo atômico de Thomson, ou o significado da palavra Átomo de acordo com os gregos. Já outras perguntas que procuravam relacionar e diferenciar dois (ou mais) modelos atômicos, ou identificar a principal diferença entre a ideia grega para o modelo atômico e os modelos atômicos a partir do século XVIII, essas estavam mais direcionadas a aprendizagem significativa, pois os alunos tiveram que diferenciar aspectos entre os conteúdos ensinados.

Como vimos na fig. 4.2.1, a questão 20 foi a que os estudantes mais erraram (apenas 5 acertos), nessa questão os estudantes deveriam identificar, a partir da análise de uma imagem, características do modelo atômico de Bohr, como a órbita estacionária do elétron, ou a cor do espectro emitida após determinado salto quântico. De acordo com os resultados desta questão, foi possível identificar que a maioria dos estudantes não conseguiu aprender sobre a estrutura do átomo de Bohr, tendo em vista que as demais questões que tratavam deste conteúdo, também tiveram números expressivos de erros. Por esse motivo, esse conteúdo foi novamente abordado nos materiais de estudo do nível 2, bem como na atividade proposta neste nível.

Para compor a segunda nota os estudantes foram submetidos a um questionário avaliativo composto por 15 questões e com o valor total de 1000 pontos. Apesar desse nível ter sido o único que não contemplou encontro síncrono, os resultados obtidos a partir da aplicação da atividade avaliativa foram bastante satisfatórios, a média alcançada pelos 16 estudantes que responderam a atividade foi 860 pontos, ou 86%. Esse dado é uma evidência de que a maioria dos estudantes conseguiram, de forma autônoma, alcançar aprendizagem.

Uma das questões abertas da atividade 2 propunha aos alunos que *descrevessem com suas palavras o que era um orbital no modelo atômico quântico*. Por meio desta pergunta, alguns estudantes expressaram a diferença entre o orbital definido no modelo atômico de Bohr e no modelo atômico Quântico, relacionando elementos da teoria Quântica como a natureza probabilística do elétron. grande parte dos estudantes seguiram na mesma linha de resposta, como:

- *Os orbitais são regiões onde há maior probabilidade de se encontrar elétrons.*

Porém, alguns não conseguiram compreender o que se tratava um orbital, a mais discrepante das respostas observadas foi:

- *Núcleo compacto e denso*

A maior parte dos estudantes alcançaram o objetivo dessa pergunta. Contudo, não é possível identificar se os alunos aprenderam de forma significativa, pois o

tempo de observação foi curto para verificar tais evidências, pode ser possível que estes tenham apenas memorizado este conceito e o externado com suas palavras. Para os estudantes que não conseguiram alcançar o objetivo da questão, foram disponibilizados feedbacks que os direcionava para um vídeo no youtube sobre o modelo atômico quântico. Ademais, as respostas erradas foram uma oportunidade para direcionar o aluno para construção da aprendizagem.

Os feedbacks não foram dados no sentido de punir ou classificar, mas sim no sentido de orientar o estudante e dar condições para que este observasse em que errou e buscasse soluções para alcançar o aprendizado.

Ainda no nível 2 foi proposto aos estudantes o desafio de elaborar uma pergunta com opções de respostas e que indicassem a resposta correta para sua pergunta. Seis estudantes participaram do desafio, algumas das questões elaboradas pelos alunos neste desafio, estão disponíveis no quadro 3.3.

Essa atividade teve o propósito de verificar o que os estudantes haviam compreendido sobre as partículas subatômicas abordadas até este ponto do curso. Como é possível observar (no quadro 3.3), algumas questões foram construídas em um nível mais simples, outras já mais elaboradas. Contudo, foi possível perceber que essa proposta demonstrou ser bastante viável como alternativa integrante à avaliação do aprendizado.

Moreira (2010) defende que utilizar novas formas de avaliar é crucial para que se alcance uma aprendizagem significativa, mesmo discordando um pouco de Ausubel que propõe que a avaliação na TAS deva propor situações novas aos estudantes, para que possam “devolver” os significados que aprenderam. Suavizando um pouco a ideia de Ausubel, Moreira defende que a avaliação contemple uma abordagem mais aberta, diferente do certo ou errado, mas que o estudante possa assimilar o conteúdo que lhe foi apresentado, mostrando os significados dado pelo aluno, e se esses significados não forem os esperados, dar meios para que ele consiga alcançá-los. Dessa forma, propor ao estudante criar questões-problema é uma boa oportunidade para verificar o que e em qual nível o estudante conseguiu assimilar os conteúdos ensinados.

A última avaliação da aprendizagem do curso ocorreu de duas formas: síncrona (através do Google Meet) e assíncrona por meio da aplicação de um questionário aos estudantes que não participaram da atividade síncrona. Ambas contendo as mesmas questões, porém a primeira contemplou o trabalho em equipe.

A atividade ocorrida de maneira síncrona contou com a participação de 9 alunos, estes divididos em três equipes com três membros cada uma. Essa atividade promoveu maior interação entre os participantes, que buscaram colaborar com seus colegas, expressaram reações de competição com as equipes opostas e sobretudo se mostraram engajados e animados com a atividade.

O questionário executado assincronamente conteve 20 questões todas de múltipla escolha (Verdadeiro ou Falso). As questões abertas utilizadas na atividade síncrona, foram convertidas em questões fechadas, para que os estudantes tivessem um feedback imediato.

A média geral da atividade assíncrona foi de 78%, apesar de não ter sido a atividade que alcançou a maior média de pontos, os resultados foram satisfatórios e indicaram que a maioria dos estudantes desenvolveram algum tipo de aprendizagem, não sendo possível identificar se esta foi significativa ou mecânica.

A partir da equação 1 foram calculadas as notas finais dos estudantes, a média da nota final foi 7,84, esta média considera os 15 alunos que realizaram todas as atividades propostas no curso, sendo que a maior nota obtida foi 9,9 e a menor 7,0

(de 10). Os participantes do minicurso online receberam um certificado contabilizando 30 horas pela dedicação aos estudos e desempenho das atividades.

Um ponto muito importante a ser destacado é como os recursos das TDIC (fig. 3.1) colaboraram na construção dos materiais de estudo e como instrumentos de avaliação, contribuindo no gerenciamento de informações (como: materiais, atividades, notas, etc.) e na interlocução com os estudantes (chat de mensagens, aula síncrona).

4.3 A avaliação do minicurso

O instrumento de avaliação do minicurso permitiu que os estudantes expressassem sua visão sobre o conteúdo abordado e como foi abordado. O quadro 3.3 apresenta algumas das questões utilizadas na avaliação, porém e não menosprezando os resultados das questões fechadas, uma pergunta aberta que propôs que os estudantes se expressassem livremente sobre o curso, pôde obter algumas pistas sobre a avaliação da estratégia gamificada utilizada na visão dos participantes. A seguir serão apresentados trechos de algumas das considerações descritas pelos alunos:

- *“Amei demais o curso! Dou parabéns a professora [...] que orquestrou esse espetáculo que foi esse minicurso! Além de ter usado um dos filmes que eu amo de paixão baseado no assunto para que pudéssemos aprender sobre os átomos, eu tive uma facilidade enorme para aprender. Só gratidão!” (Aluna A)*
- *“[...]A única crítica que tenho é a respeito da duração do minicurso, ele foi muito curto.” (Aluno B)*

Os comentários realizados pelas Alunas A e C citam a narrativa como um fator de bastante relevante e atraente, confirmando que esse elemento da gamificação possui um alto potencial para promover o engajamento e empatia dos estudantes.

A aluna B destacou que a forma como o curso foi estruturado, desenvolveu nela “mais vontade de aprender” esse comentário corrobora com um dos requisitos propostos pela TAS, que é a predisposição a aprender.

Já o aluno D fez um comentário que talvez esteja mais relacionado com o conteúdo do abordado, quando ele propõe que a duração do curso fosse maior, levando a entender que o curso poderia ser mais estendido no tempo e na abordagem do assunto. De fato, o curso não abordou uma aplicação matemática e não houve um aprofundamento em questões como a física quântica e características das partículas elementares, e isso ocorreu por diferentes motivos, um dele é que não se conhecia o público alvo antes do desenvolvimento das ações, como o curso foi aberto e qualquer pessoa poderia se inscrever, independente de seu grau de escolaridade. Outro fator que merece destaque é o tempo de duração do curso, assim como citado pelo aluno D, o tempo de duração do curso foi muito curto, então foi optado pela abordagem mais conceitual, pois quem sabe essa não serviria de estímulo para que os participantes desenvolvessem a curiosidade de aprender mais sobre o conteúdo, o que de fato ocorreu, ao final do curso alguns estudantes entraram em contato pedindo para que informasse quando houver outro curso com o tema Física de Partículas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após uma análise nos estudos sobre o uso da gamificação no ensino de Física no Brasil (Costa & Verdeaux, 2016; Sales, et al, 2017; Silva & Sales, 2017; Silva, Sales & Castro, 2019), foi possível perceber que esta metodologia pode ter um

grande potencial para aumentar o engajamento e o interesse dos alunos por esse componente curricular.

Segundo Silva e Sales (2017), para aprender sobre gamificação é preciso vivenciar essa experiência. Seguindo essa ideia de Silva e Sales, foi desenvolvida e aplicada uma estratégia gamificada, no formato de um curso online, utilizando os produtos das TDIC, com isso foi possível analisar como a gamificação pode ser capaz de engajar e motivar os estudantes a aprender Física de forma significativa.

Com base na experiência vivenciada foi possível observar alguns pontos fortes do uso da gamificação, um deles foi a **narrativa** que foi capaz de *'transportar'* os estudantes para a situação de aprendizagem, numa perspectiva divertida, motivadora e engajante. Outro elemento que potencializou a experiência foi a **divisão em níveis**, que possibilitou a organização dos conteúdos e permitiu uma avaliação contínua do aprendizado.

A duração do minicurso foi um aspecto a ser melhorado, apesar de conseguir alcançar os objetivos propostos em relação a abordagem dos conteúdos, não foi possível fazer um aprofundamento mais detalhado, principalmente nas questões como Mecânica Quântica, características das partículas elementares e interações com as forças da natureza (nuclear forte e nuclear fraca) da. Por último, também é importante destacar, que mesmo não sendo um dos objetivos do minicurso, a incorporação de elementos matemáticos, é possível realizar essa incorporação em uma estratégia gamificada.

Por último é importante destacar a gamificação como uma proposta de uma metodologia *alternativa* para o ensino de Física (ou de outra disciplina), não como única solução ou como a melhor metodologia de ensino, mas sem dúvida um caminho promissor para encontrar o "coelho" do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Lynn Rosalina Gama. Games e educação: a construção de novos significados. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, [S. l.], v. 2, n. 42, p. 225-236, 2008. Disponível em: <https://grupos.moodle.ufsc.br/pluginfile.php/855093/mod_data/content/4270/1245-Texto%20do%20Artigo-3405-1-10-20120928.pdf> Acesso em: 22 jan. 2021.
- ARAGÃO, Maria José. **História da Física**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. 224 p. Disponível em: <<https://plataforma.bvirtual.com.br>> Acesso em: 8 fev. 2021.
- BUSATTO, Cassiano Zolet; SILVA, Júpiter Cirílio da Roza; PANSERA JUNIOR, Neclito; PÉREZ, Carlos Ariel Samudio. O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: conteúdos trabalhados pelos docentes. **Revista Ciatec-Upf**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 104-115, 17 jul. 2018. UPF Editora. <http://dx.doi.org/10.5335/ciatec.v10i1.8388>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Samudio_Perez/publication/333076410_O_ENSINO_DE_FISICA_MODERNA_E_CONTEMPORANEA_NA_EDUCACAO_BASICA_CONTEUDOS_TRABALHADOS_PELOS_DOCENTES/links/5e921e0c299bf1307991444b/O-ENSINO-DE-FISICA-MODERNA-E-CONTEMPORANEA-NA-EDUCACAO-BASICA-CONTEUDOS-TRABALHADOS-PELOS-DOCENTES.pdf> Acesso em: 02 fev. 2021.
- COSTA, A. C. S.; MARCHIORI, P. Z. Gamificação, elementos de jogos e estratégia: uma matriz de referência. InCID: **Revista de Ciência da Informação e Documentação**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 44-65, 2015. DOI:

10.11606/issn.2178-2075.v6i2p44-65. Disponível em:
<<https://www.revistas.usp.br/incid/article/view/89912>> Acesso em: 18 jan. 2021.

COSTA, Thiago Machado da; VERDEAUX, Maria de Fátima da Silva.
GAMIFICAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS: UMA PROPOSTA PARA A
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA MODELAGEM DE PROBLEMAS FÍSICOS.
Experiências em Ensino de Ciências, Brasília - DF, ano 2016, v. 11, n. 2, p. 60 -
105, Ago 2016. DOI ISSN 1982-2413. Disponível em:
<https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID311/v11_n2_a2016.pdf> Acesso em: 31 ago.
2020.

FARDO, Marcelo Luis. A GAMIFICAÇÃO APLICADA EM AMBIENTES DE
APRENDIZAGEM. **Renote**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 1-9, 5 ago. 2013. Universidade
Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.41629>.
Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/41629/26409>> Acesso
em: 18 jan. 2021.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física:**
óptica e física moderna. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019. v.4.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9. ed. rev. Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p.

KLOCK, Ana Carolina Tomé; CARVALHO, Mayco Farias de; ROSA, Brayan
Eduardo; GASPARINI, Isabela. Análise das técnicas de Gamificação em Ambientes
Virtuais de Aprendizagem. **Renote**, Joinville - Sc, v. 12, n. 2, p. 1-10, 15 fev. 2015.
Semanal. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
<http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.53496>. Disponível em:
<<https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/53496/33013>> Acesso em: 18 jan.
2021.

LOPES, César V. M; MARTINS, Roberto de Andrade. J. J. THOMSON E O USO DE
ANALOGIAS PARA EXPLICAR OS MODELOS ATÔMICOS: O 'PUDIM DE PASSAS'
NOS LIVROS TEXTO. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em
Ciências*, 7., 2009, Florianópolis. Disponível em:
<<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1682.pdf>> Acesso em: 01 mar. 2021.

MOREIRA, Marco Antônio. O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA? **Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Ciências Naturais**, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso,
Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Disponível em:
<<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em 21 nov. 2020.

MOREIRA, Marco Antônio. Partículas e Interações. **Física na Escola**, Porto Alegre -
Rs, v. 5, n. 2, p. 10-14, 2004. Disponível em:
<<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a03.pdf>> Acesso em: 23 nov. 2020.

NASCIMENTO, Robson Raabi do; NASCIMENTO, Pricylla Santos Cavalcante do.
GAMIFICAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA: O QUE FALAM AS PESQUISAS.
Revista Vivências em Ensino de Ciências, Recife, v. 2, ed. 3ª, p. 168-176, 2018.
DOI 2595 - 7597. Disponível em:

<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias/article/download/239740/31313>>
Acesso em: 3 set. 2020.

NEVES, Isa Beatriz da Cruz (Org.). **Curso de Especialização em Educação na Cultura Digital: Jogos Digitais e Aprendizagem** – Brasília, DF: MEC, 2014. 26p. Disponível em:

<http://catalogo.educacaonaculturadigital.mec.gov.br/hypermedia_files/live/jogos_digita_ais_e_aprendizagem/pagina-11.html>. Acesso em: 18 fev. 2021.

OGAWA, Aline Nunes; MAGALHÃES, Gabriel Galdino; KLOCK, Ana Carolina Tomé; GASPARINI, Isabela. Análise sobre a gamificação em Ambientes Educacionais.

Renote, Joinville - Sc, v. 13, n. 2, p. 1-10, 7 jan. 2016. Semanal. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.61453>.

Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/61453/36338>> Acesso em: 18 jan. 2021.

RAMALHO JR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES; Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo. Moderna, 2009.

SALES, Gilvandenys Leite; CUNHA, Joana Laysa Lima; GONÇALVES, Alexandra Joca; SILVA, João Batista da; SANTOS, Rubens Lopes dos. Gamificação e Ensino Híbrido na Sala de Aula de Física: metodologias ativas aplicadas aos espaços de aprendizagem e na prática docente. **Conexões** - Ciência e Tecnologia, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 45-52, 1 jul. 2017. IFCE.

<http://dx.doi.org/10.21439/conexoes.v11i2.1181>. Disponível em:

<<http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1181>> Acesso em: 01 set. 2020.

SCHLEMMER, Eliane. Gamificação em Espaços de Convivência Híbridos e Multimodais:: Design e cognição em discussão. *Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade*, Salvador, v. 23, n. 42, p. 73-89, jul./dez. 2014. Disponível em: <<https://revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/download/1029/709>> Acesso em: 19 jan. 2021.

SILVA, João Carlos Lima e. USO DE GAMIFICAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM. **REFAS**: Revista da FATEC Zona Sul, [S. L.], v. 1, n. 2, p. 19-31, fev. 2015. Quadrimestral. Disponível em:

<http://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/view/12/46>> Acesso em: 19 jan. 2021.

SILVA, André Coelho da; FORTUNATO, Ivan. A GAMIFICAÇÃO APLICADA À FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA EM TRÊS OPÇÕES METODOLÓGICAS. **E-Mosaicos**, [S.L.], v. 9, n. 20, p. 61-81, 4 abr. 2020. Universidade de Estado do Rio de Janeiro.

<<http://dx.doi.org/10.12957/e-mosaicos.2020.44414>. Disponível

em:<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/e-mosaicos/article/download/44414/33121>> Acesso em: 20 jan. 2021.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo - SP, ano 2019, v. 41, n. 4, 18 abr. 2019. DOI <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0309>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172019000400502&tlng=pt> Acesso em: 30 ago. 2020.

SILVA, J. B. da; ANDRADE, M. H.; OLIVEIRA, R. R. de; SALES, G. L.; ALVES, F. R. V. Tecnologias digitais e metodologias ativas na escola: o contributo do Kahoot para gamificar a sala de aula. **Revista Thema**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 780-791, 2018. DOI: 10.15536/thema.15.2018.780-791.838. Disponível em: <<http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/838>>. Acesso em: 11 out. 2020.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite. Um panorama da pesquisa nacional sobre gamificação no ensino de Física. **Tecnia**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 105-121, fev. 2018. ISSN 2526-2130. Disponível em: <<http://revistas.ifg.edu.br/tecnica/article/view/172>>. Acesso em: 31 ago. 2020. Citação (Silva & Sales, 2017) ou (SILVA E SALES, 2017)

VALADARES, Jorge. A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COMO TEORIA CONSTRUTIVISTA. **Aprendizagem Significativa em Revista**, [S. L.], v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID4/v1_n1_a2011.pdf> Acesso em: 21 jan. 2021.