





Uso da gamificação no Ensino de Química

Gamification in Teaching Chemistry

Amanda Chelly da Rocha  <https://orcid.org/0000-0003-1722-4126>
Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino do Amazonas
E-mail: amanda.chellycmc@gmail.com

João dos Santos Cabral Neto  <https://orcid.org/0000-0003-2430-233X>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
E-mail: jneto@ifam.edu.br

Resumo

Neste trabalho, propõe-se o jogo intitulado *Q_Quiz*, desenvolvido por meio da ferramenta *App Inventor* para o ensino e aprendizagem dos números quânticos no ensino de Química de alunos do 1º ano do ensino médio, no qual se aborda o processo de evolução dos modelos atômicos. Como objetivo, buscou-se investigar o uso do aplicativo na aprendizagem de conceitos fundamentais no ensino de Química, tendo a gamificação como referência no uso de jogos no processo de aprendizagem. A partir da relação entre a construção dos modelos atômicos e o surgimento dos números quânticos – relação pouco usada nas aulas de Química do ensino médio – o *Q_Quiz* é um jogo de perguntas e respostas, desenvolvido para *smartphones*, composto por três fases: a evolução dos modelos atômicos, modelo de Bohr e números quânticos. A distribuição final de pontos obtidos pelos participantes mostra que o jogo é promissor, tanto para a legitimação dos conhecimentos já existentes quanto para a aprendizagem em si.

Palavras-chave: Jogos Pedagógicos. Química. Aprendizagem.

Abstract

In this paper, we propose the game called *Q_Quiz*, developed using the *App Inventor* tool for teaching and learning quantum numbers in the teaching of Chemistry to students in the 1st year of high school, in which the process of evolution of the models is addressed atomic. As an objective, we sought to investigate the use of the application in the learning of fundamental concepts in the teaching of Chemistry, with gamification as a reference in the use of games in the learning process. Based on the relation between the construction of atomic models and the appearance of quantum numbers - a relation that is rarely used in high school chemistry classes - *Q_Quiz* is a game of questions and answers, developed for smartphones, consisting of three phases: the evolution of atomic models, Bohr model and quantum numbers. The final distribution of points obtained by the participants shows that the game is promising, both for legitimizing existing knowledge and for learning itself.

Keywords: Pedagogical Games. Chemistry. Learning.



Introdução

Os números quânticos são códigos matemáticos utilizados para “encontrar o elétron” e sua respectiva energia. O número quântico principal (n) surge com o modelo proposto por Bohr para explicar o comportamento do átomo de hidrogênio. Para isso, o físico formulou postulados, envolvendo conhecimentos das mecânicas clássica e quântica. Os números quânticos principal (n), secundário (l) e magnético (m) surgem do formalismo de Schrödinger para a mecânica quântica. Já o *spin* (s) é uma propriedade intrínseca do elétron, partícula elementar constituinte do átomo.

No processo de ensino e aprendizagem desses números, Lima, Silva e Matos (2010) e Melo e Lima Neto (2013) levantam questões sobre as dificuldades que os alunos passam em: (1) estabelecerem relação entre o modelo e o fenômeno; (2) compreenderem o modelo atômico; (3) compreenderem o que o modelo representa e explica; (4) transformarem seus conhecimentos em elementos para a compreensão de fenômenos. Neste sentido, considerando que conceitos, como o do número quântico principal, são apresentados para tratar de uma realidade inacessível aos sentidos, levanta-se a seguinte questão: de que modo a discussão sobre o processo de evolução dos modelos atômicos pode facilitar a aprendizagem dos números quânticos, em especial o número quântico principal?

A partir da relação entre a construção dos modelos atômicos e o surgimento dos números quânticos, busca-se proporcionar um ensino contextualizado e significativo para o aluno, uma vez que no ensino de Química, não há necessariamente uma preocupação com a discussão de como os modelos científicos são construídos e de sua importância na compreensão da construção do conhecimento. Essa discussão é fundamental, pois a Química se encontra baseada em modelos, não somente os atômicos, mas também os modelos moleculares e matemáticos (MELO; LIMA NETO, 2013).

Nesta pesquisa, propõe-se a utilização de um jogo intitulado *Q_Quiz*, desenvolvido por meio da ferramenta *App Inventor* para o ensino e aprendizagem dos números quânticos no ensino de Química de alunos do 1º ano do ensino médio, no qual se aborda o processo de evolução dos modelos atômicos. Admite-se que os jogos educativos, em conjunto com a tecnologia móvel, estimulam e favorecem o aprendizado. Além disso, estão ganhando espaço na educação como recurso tecnológico – o que os tornam úteis no ensino e na aprendizagem de Química.

Para auxiliar o uso de jogos no ensino, há a gamificação que, com a finalidade de incentivar a aprendizagem, consiste na utilização de elementos dos jogos em contextos não associados a eles, estimulando indivíduos na execução de alguma ação, suporte para solução de problemas e comunicação entre os indivíduos (KAPP, 2012).

Como forma de ensinar números quânticos por intermédio da gamificação, optamos pelo desenvolvimento de um jogo digital. Uma das razões para esta escolha é em virtude do surgimento das novas tecnologias e, conseqüentemente, do aumento significativo de novas necessidades e preferências por parte da geração contemporânea, principalmente no quesito aprendizagem (PRENSKY, 2012).



Nessa nova geração, os nativos digitais são aqueles que já nasceram imersos no mundo da internet, do computador e dos jogos digitais. Este último é tido como mais adequado ao se considerar as novas formas de aprendizagem (PRENSKY, 2012). Dessa forma,

Os jogos digitais estão entre as principais formas de expressão e entretenimento da contemporaneidade. Devido à sua popularidade entre crianças, jovens e adultos, esse fenômeno tem recebido crescente atenção em diferentes âmbitos. Nesse sentido, um dos principais interesses sobre os games da atualidade está expresso nas tentativas de transpor o seu poder de “atração e diversão” aos demais segmentos que constituem a vida cotidiana (CRUZ JUNIOR, 2017, p. 227, destaques do autor).

No espaço escolar, os jogos digitais transcenderam a ideia de diversão e chegam às salas de aula como recursos tecnológicos auxiliares de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, o jogo digital assume o caráter de jogo didático e se destaca como estímulo à aprendizagem. Por exemplo, no ensino de Química,

[...] o jogo didático ganha espaço como instrumento motivador para a aprendizagem de conhecimentos químicos, à medida que propõe estímulo ao interesse do estudante. Se, por um lado, o jogo ajuda este a construir novas formas de pensamento, desenvolvendo e enriquecendo sua personalidade, por outro, para o professor, o jogo leva à condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem (CUNHA, 2012, p. 92).

Ao reconhecer os benefícios dos jogos digitais no ensino, priorizamos desenvolver um jogo com uma *interface* intuitiva e de fácil utilização. A ideia de criar um jogo no formato de *quiz* surgiu a partir da necessidade de desenvolver um recurso simples, familiar e ao mesmo tempo capaz de auxiliar os alunos no ensino.

Envolvido nesse contexto, construiu-se *Q_Quiz*, jogo de perguntas e respostas, dividido em três fases, as quais contam com vídeos e telas com conteúdo alusivos aos modelos atômicos de Dalton, Thompson, Rutherford e Bohr, conferindo ao final para o jogador uma posição no *ranking*. O *Q_Quiz* foi desenvolvido para ser jogado no *smartphone* com o sistema operacional *Android*. No ensino de Química, contribui para um ambiente de aprendizagem com potencial para auxiliar alunos e professores no conteúdo.

Pressupostos da Gamificação

O termo gamificação (do inglês *gamification*) foi citado pela primeira vez pelo programador e pesquisador britânico Nick Pelling em 2002 (MENDES *et al.*, 2019). No entanto, só ganhou visibilidade anos mais tarde com uma palestra proferida pela *game design* Jane McGonigal com a finalidade de mostrar os possíveis resultados que poderiam ser obtidos aplicando o mesmo empenho visto nos jogadores para resolver problemas da vida real, como erradicação da pobreza ou cura de doenças (VIANNA *et al.*, 2013).

A gamificação é definida como o uso de elementos e técnicas de *design* de jogos em contextos diferentes dos jogos (ALVES, 2015). Para Tonéis (2017), a gamificação pode ser entendida como a prática de aplicar elementos que fazem



dos jogos atividades divertidas e convidativas para outras atividades que, geralmente, não seriam consideradas um jogo.

A gamificação já é utilizada para diversos fins, nas empresas para treinar seus funcionários e nos programas de televisão para interagir com o público e manter a audiência (ALVES; MINHO; DINIZ, 2014). Ela trabalha com a construção de modelos, sistemas ou modo de produção com foco nas pessoas, tendo como princípio a lógica dos jogos que proporcionam um envolvimento como nenhuma outra mídia (FERNANDES; CASTRO, 2013). Isso se deve a utilização de elementos tradicionalmente encontrados nos *games*,

Como narrativa, sistema de *feedback*, sistema de recompensas, conflito, cooperação, competição, objetivos e regras claras, níveis, tentativa e erro, diversão, interação e entre outros, com a finalidade de tentar obter o mesmo grau de envolvimento e motivação que normalmente encontramos nos jogadores. Apesar do uso desses elementos, a finalidade não poderá ser um jogo completo, mas sim possibilitar o aprendizado (FARDO, 2013, p. 2).

Esses elementos compõem a mecânica, a dinâmica e os componentes existentes em um jogo na perspectiva de gerar uma experiência a partir de um sistema gamificado. A mecânica dos jogos é responsável por promover a ação, ou seja, dar movimento às coisas por meio de desafios, sorte, cooperação e competição, *feedback*, aquisição de recursos, recompensas e estados de vitória. A dinâmica é responsável por conferir coerência e padrões à experiência por intermédio de elementos como: restrições, emoções, narrativa, progressões e relacionamento. Já os componentes são responsáveis por consolidar a mecânica e a dinâmica mediante as realizações, avatares, *badges*, *boss fights*, combate, desbloqueio de conteúdos, placar, níveis, pontos e bens virtuais alcançados (ALVES, 2015).

Alves (2015) destaca que a gamificação não se trata apenas da utilização de elementos de jogos, mas pode ser aplicada para resolver problemas por meio da motivação e do engajamento de um determinado público. Dutra (2018) também partilha da mesma ideia ao considerar a gamificação como uma forma para motivar e engajar pessoas em situações consideradas não prazerosas por meio de diversão. Assim, a autora descreve a gamificação como

Um jeito de engajar e motivar as pessoas em situações que seriam difíceis, tediosas ou cansativas sem o lúdico, elemento capaz de torná-las atraentes e, portanto, promover resultados espontâneos através da “diversão”. Não é transformar tudo em jogos, pois se mantém no mundo real. É tornar a experiência melhor, aprender com os jogos, achar os elementos que podem aprimorar a experiência que já está vivida (DUTRA, 2018, p. 40-41).

É comum um indivíduo aprender algo de forma mais rápida quando tem interesse pelo assunto em questão. Por outro lado, mesmo diante da necessidade de aprender algo, existem situações nas quais isso custa muito, principalmente quando não se consegue ver relevância (ALVES, 2015). É nessa perspectiva que a gamificação busca contribuir com o ensino, motivar no sentido de despertar o interesse do aluno.



Na gamificação, existem dois tipos de motivação¹: intrínseca e extrínseca. A motivação intrínseca encontra-se vinculada ao emocional, à satisfação e à sensação de poder, uma vez que o indivíduo faz algo por vontade própria. Na motivação extrínseca, o indivíduo faz algo em troca de algum benefício ou para não ser punido. Contudo, quando a proposta é incentivar pessoas a assumirem certo comportamento, o recomendado é identificar quais as suas motivações intrínsecas, em vez de fazer uso da motivação extrínseca apenas para gerar recompensas (DUTRA, 2018).

De posse dos mecanismos presentes nos jogos que assumem a função de motivar o indivíduo, as possibilidades de engajá-lo nos mais diversos aspectos e ambientes serão maiores. Nesta perspectiva, o engajamento é atribuído ao período tempo dedicado a uma pessoa, coisa ou ideia (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011). No caso do jogo, o engajamento é definido pela dedicação dada às tarefas destinadas (VIANNA *et al.*, 2013).

Além da motivação e do engajamento, a gamificação apresenta um grande potencial para desenvolver no público desejado a experiência de fluxo ou *Flow*. A teoria de estado de fluxo (*Flow*) foi proposta pelo psicólogo Húngaro Mihaly Csikszentmihalyi. Este descreve que neste estado há um envolvimento tão intenso com a tarefa que sua realização promove grande satisfação (COHEN, 2017).

Assim, na construção do jogo *Q_Quiz*, utilizamos alguns elementos que compõem a natureza da gamificação, foram eles: diversão, competição, pontos, recompensas, mudança de níveis e *feedback*. Esses são transpostos para o jogo por meio de vídeos, *quiz*, fases, tentativa e erro, bem como o *ranking*.

Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido com uma turma de 32 alunos do 1º ano do Ensino Médio a qual cursava a disciplina de Química geral em uma escola pública da cidade de Manaus. Antes da implementação do jogo, aplicou-se um teste para o levantamento dos conhecimentos prévios desses alunos. O teste era composto por questões referentes aos números quânticos e à evolução atômica. Com ele, buscou-se identificar a relação do aluno com o conteúdo projetado no jogo.

Para a criação do jogo *Q_Quiz*, usamos a plataforma *MIT App Inventor* que utiliza uma linguagem de programação visual em blocos, criada para o desenvolvimento de aplicativos móveis. Tal plataforma opera com o sistema *Android*, sem a necessidade de conhecimento em linguagem de programação, gerenciada pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT)².

(a) Conhecimentos Prévios: pré-jogo

¹ Motivação está associada à condição que influencia no comportamento e orienta para um objetivo e, por isso, está relacionada a um impulso que leva a ação (ALVES, 2015).

² Recentemente, a equipe da *MIT App Inventor* anunciou a versão 0.9 do complemento do *MIT App Inventor* para *iOS*, que tem como objetivo fazer que com que os aplicativos criados sejam executados no *iOS* ou no *Android*. A plataforma encontra-se disponível no endereço eletrônico <https://appinventor.mit.edu/>, opera em modo *on-line* e o usuário precisa ter conta do *Gmail* para ter acesso à tela dos projetos, na qual ficarão listados todos os projetos que serão criados. Seu modo de programação é visual, cujas ações são estruturadas pela inserção dos blocos lógicos.

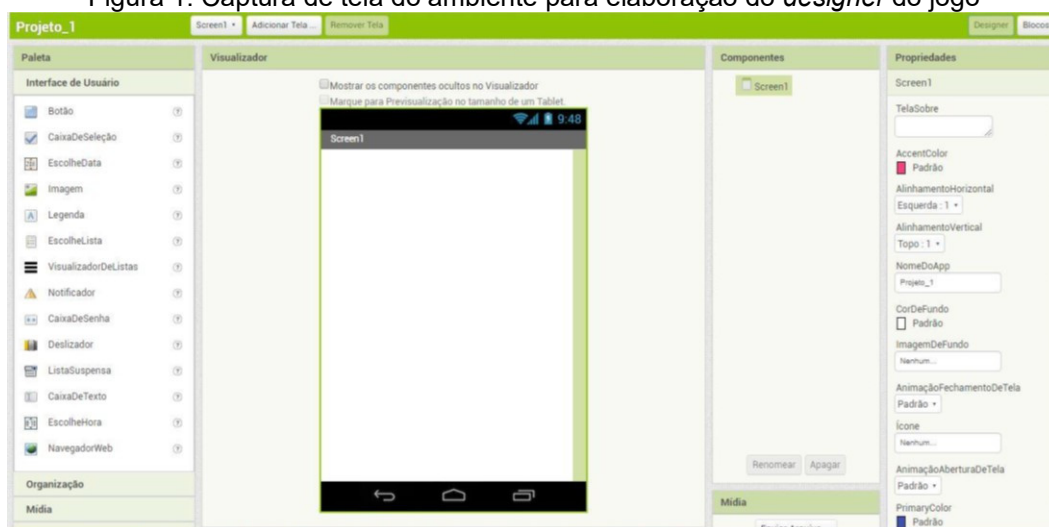


O levantamento dos conhecimentos prévios baseou-se nas respostas dadas a uma atividade com várias perguntas (veja Quadro 3, na seção resultados e discussão) para que o aluno manifestasse conceitos/conteúdos armazenados na memória, assim, recuperando o que já havia aprendido.

(b) O Jogo Q_Quiz

O desenvolvimento do aplicativo consolidou-se em dois ambientes: o de *designer* e o dos blocos. O primeiro ambiente a ser configurado é do *designer*, em que se estrutura o *layout* que o aplicativo apresentará, além de seus componentes (veja Figura 1), a saber: botões, imagens, vídeos entre outros.

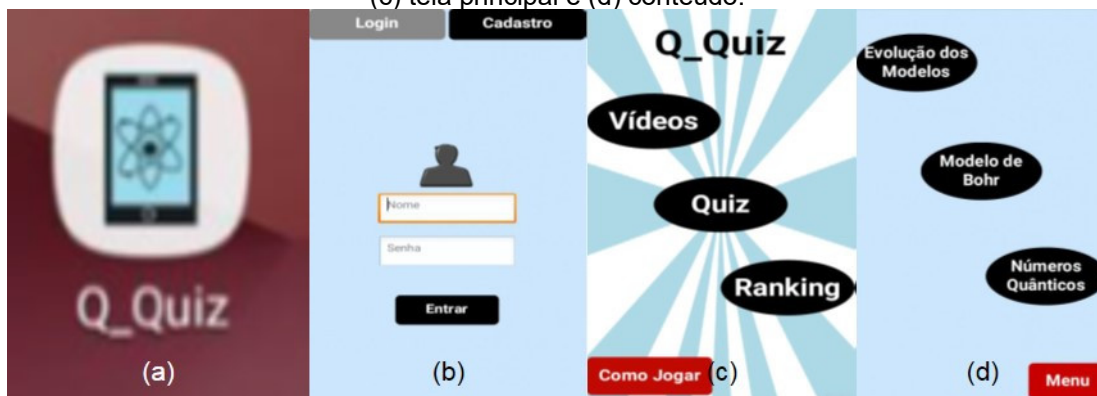
Figura 1: Captura de tela do ambiente para elaboração do *designer* do jogo



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de <https://appinventor.mit.edu/>

O *designer* desenvolvido é composto pelas seguintes telas (*screens*): *login*, principal (composta pelos vídeos, o *quiz* e o *ranking*), resumo e das fases (uma tela para cada fase). Na Figura 2, apresentamos capturas de tela do jogo em que se pode ver o *designer* e alguns de seus componentes.

Figura 2: Captura de telas do jogo Q_Quiz: (a) ícone do Q-Quiz na tela do smartphone, (b) login, (c) tela principal e (d) conteúdo.

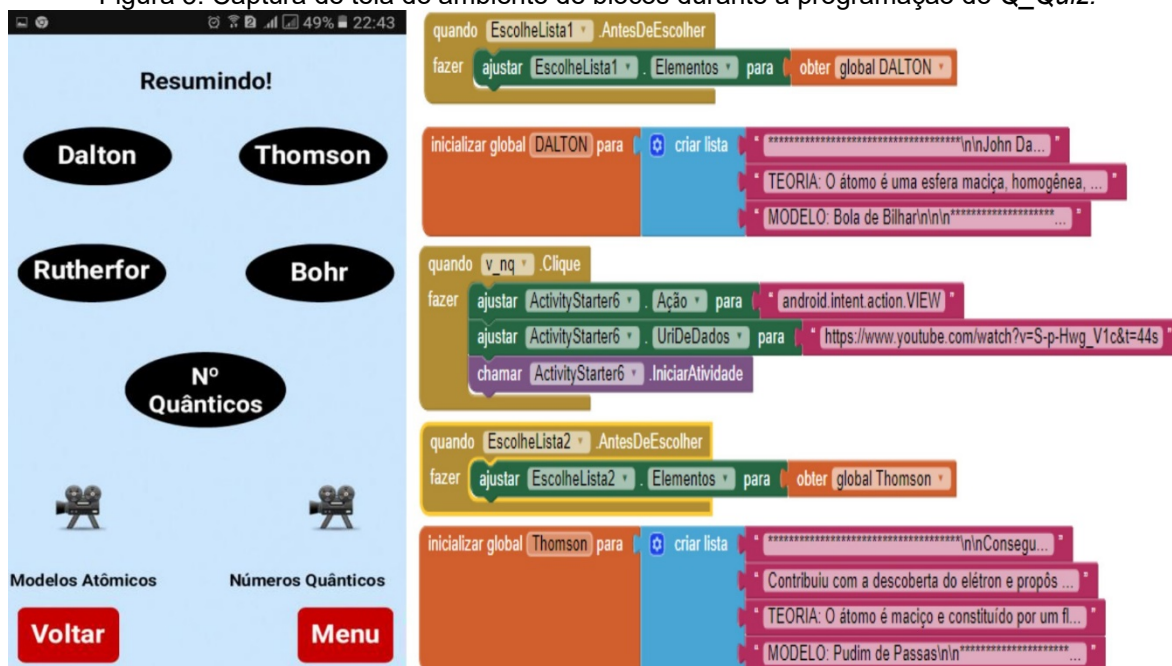


Fonte: Elaborado pelos autores.



No ambiente dos blocos, são programadas as funções de todos os elementos selecionados no *designer*. Na Figura 3, temos a captura do ambiente de blocos onde mostramos a estrutura de comandos de uma das etapas do jogo.

Figura 3: Captura de tela do ambiente de blocos durante a programação do Q_Quiz.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de <https://appinventor.mit.edu/>

A estrutura do jogo, os elementos utilizados e suas respectivas aplicações foram planejados para proporcionar ao jogador uma experiência de um sistema gamificado. No Quadro 1, trazemos os elementos que definem a mecânica, dinâmica e os componentes do Q_Quiz.

Quadro 1: Estrutura do jogo Q_Quiz.

Dinâmica	Q Quiz
Restrição	Acesso à próxima pergunta mediante a assertiva da anterior
Progressão	Avanço no jogo conforme o número de respostas corretas
Relacionamento	Interação dos jogadores com adversários
Mecânica	
Desafio	Responder as perguntas, obtendo o menor número de erros
Feedback	Respostas corretas e incorretas e sua respectiva pontuação
Recompensa	Responder novamente a uma pergunta, no caso de erro
Competição	Melhor colocação no <i>ranking</i>
Sorte	Perguntas disponibilizadas de forma aleatória
Estado de Vitória	O jogador que alcançar o maior número de pontos no <i>ranking</i>
Componentes	
Realização	Bônus para cada fase concluída com acerto máximo de questões
Desbloqueio	Acesso aos resumos a cada resposta incorreta
Fases	3 fases abordando o conteúdo proposto
Pontos	Atribuído a cada resposta e ao êxito em cada fase concluída
Placar	Ranqueamento dos jogadores

Fonte: Elaborado pelos autores.

O jogo inicia com o cadastramento do usuário com nome e senha. Em seguida, o usuário é direcionado à tela principal. Nela estão os vídeos, o *quiz*, o *ranking* e um tutorial sobre o funcionamento e o objetivo do aplicativo. Projetado como um recurso tecnológico baseado na gamificação, o *app* apresenta a evolução dos modelos atômicos (Thomson→Dalton→Rutherford→Bohr) e os números



quânticos. O conteúdo ensinado no jogo aborda o conceito de elétron, a estrutura do átomo, o salto quântico e a distribuição eletrônica. No Quadro 2, apresentamos algumas das questões que, contidas no jogo, abordaram estes conteúdos.

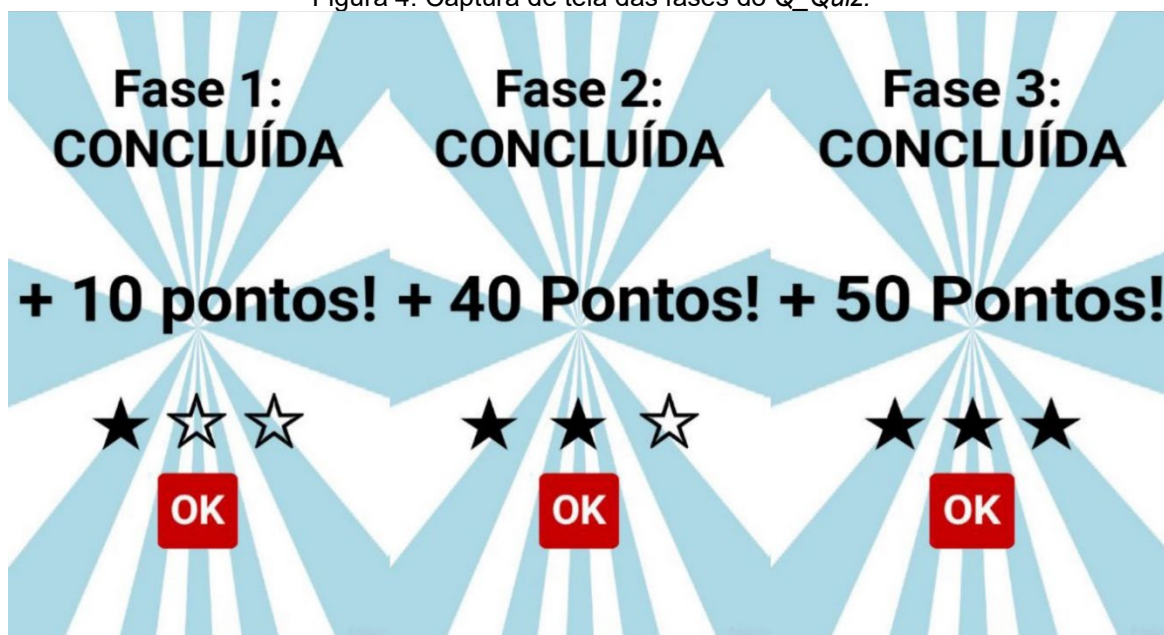
Quadro 2: Questões extraídas do Q_Quiz.

Conteúdo abordado	Questão
Conceito de elétron	Thomson determinou, pela primeira vez, a relação entre a massa e a carga do elétron, o que pode ser considerado como a descoberta do elétron. É reconhecida como uma contribuição de Thomson ao modelo atômico:
Estrutura do átomo	O modelo de átomo conhecido como Modelo de Rutherford foi idealizado a partir de experiências realizadas em 1909. Várias conclusões foram tiradas a partir dessas experiências, exceto:
Salto quântico	Fogos de artifício utilizam sais de diferentes íons metálicos misturados com um material explosivo. Quando incendiados, emitem diferentes colorações. Essa coloração é produzida quando os elétrons excitados dos íons metálicos retornam para níveis de menor energia. Qual o modelo mais adequado para explicar esse fenômeno?
Distribuição eletrônica	Um elétron localiza-se na camada “2” e subnível “p”. Quais os valores dos números quânticos associados a este estado?

Fonte: FELTRE (2005).

O usuário inicia o jogo assistindo aos seguintes vídeos: Evolução dos Modelos Atômicos (GOMES, 2018a), Modelo de Bohr (ROCHA, 2018b) e Números Quânticos (ROCHA, 2018c). O passo seguinte é responder um *quiz* composto de 30 perguntas aleatórias divididas em três fases (veja Figura 4), com pontuações bônus de 10, 40 e 50 respectivamente, para cada fase concluída com acerto máximo. A mudança da primeira para a segunda fase pode ser alcançada com pontuação ≤ 50 pontos, da segunda para a terceira fase com pontuação ≤ 150 pontos e na terceira com pontuação ≤ 250 pontos.

Figura 4: Captura de tela das fases do Q_Quiz.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Como regra do jogo, a cada acerto é atribuído o valor de 10 pontos e, para cada erro é subtraído o valor de 10 pontos. No caso de resposta errada, o jogador é direcionado a uma tela que resume o conteúdo abordado nos vídeos, retorna à pergunta que errou para responder novamente e prosseguir no jogo. É permitido ir



para a próxima pergunta, se a anterior for respondida corretamente, sem receber os 10 pontos. O jogo contém um total de 30 perguntas (com 4 alternativas para cada pergunta), associadas aos vídeos e divididas em três categorias: (1) modelos atômicos, (2) modelo de Bohr e (3) números quânticos.

Ao responder a todas as perguntas, o jogador recebe uma mensagem com a sua pontuação final e classificação no *ranking*, cuja pontuação máxima é 400 pontos (300 de acertos e 100 pontos de bônus).

O jogo foi disponibilizado aos alunos em um grupo de aplicativo de mensagens, o *WhatsApp*, para ser instalado no *smartphone* com a seguinte configuração: sistema Android (qualquer versão igual ou superior a Android 2.3), tela com tamanho igual (ou maior) a 4 polegadas, memória de 32GB (ou superior), 30 FPS e bateria de 3.000 mAh.

(c) Pós-jogo

Após a implementação do jogo, verificamos o desempenho dos alunos a partir da pontuação obtida no *ranking* (veja Quadro 4, na seção resultados e discussão). De posse dessas informações, analisamos o número de pontos alcançados no jogo e convertimos esta pontuação em uma nota equivalente, considerando uma escala de 0 a 10 pontos.

Posteriormente, como forma de identificar se o recurso contribui para a aprendizagem e de que forma, entrevistamos alguns alunos no grupo de mensagens da turma (veja Quadro 5, na seção resultados e discussão). A partir das respostas obtidas, definimos o sentido dado ao jogo pelos alunos no que tange a aprendizagem.

Resultados e Discussão

No Quadro 3, apresentamos as perguntas e os resultados advindos do levantamento dos conhecimentos prévios.

Quadro 3: Elementos do questionário para levantamento de conhecimentos prévios

Atividade	Resultado
Desenhe um átomo dispondo de lápis e/ou canetas coloridas que desejar e explique o desenho.	47% dos alunos desenharam o modelo de Rutherford, 25% o modelo de Thomson, 16% o de Dalton, 9% o de Bohr e 3% não fizeram desenho.
Perguntas	
O desenho que você fez se aproxima de qual modelo conhecido?	37% dos alunos responderam modelo de Bohr, 25% o modelo de Thomson, 16% de Rutherford, 16% de Dalton e 6% não responderam.
Você se lembra do Modelo de Bohr? Se sim, com ele é utilizado para explicar a estrutura do átomo?	75% dos alunos disseram que sim, e desses 58% descreveram o modelo de Rutherford.
O que você sabe sobre os números quânticos? Declare aqueles que você conhece.	53% não responderam; dos que responderam, 68,8% declaram pelo menos dois números; menos de 1% declaram um número; menos de 1% respondeu incorretamente e 6% não responderam.
Você consegue associar o Modelo de Bohr com o surgimento de algum número quântico?	53% não responderam; 28% estabeleceram alguma relação e menos de 19% responderam



Fonte: elaborado pelos autores.

Esse resultado corrobora com Melo e Lima Neto (2013), pois os alunos apresentaram uma ideia de átomo fundada em um único modelo, desconsiderando todo o processo de construção do conhecimento científico, sua evolução, as reformulações por qual passou e as possíveis novas modificações em que se encontra sujeito.

Ao reconhecer a importância que o estudo do átomo tem para a compreensão dos demais conteúdos como números quânticos, constatou-se que os alunos apresentaram dificuldades em estabelecer relações entre esses. Para Siqueira, Silva e Felizardo Júnior (2011), isso ocorre com os conteúdos da Química, que são tratados com intensa fragmentação e descontextualização, contribuindo para um ensino pouco significativo e, normalmente, difícil de ser compreendido e aplicado pelos alunos.

Com relação ao conceito de números quânticos, apesar de alguns alunos terem declarado conhecer sua existência, não demonstraram compreensão das representações e da linguagem específica utilizada, algo já observado por Siqueira, Silva e Felizardo Júnior (2011) em outros sujeitos.

Diante desse resultado, o jogo *Q_Quiz* foi projetado de modo que se tornasse um recurso capaz de auxiliar na organização, na estabilidade de conhecimentos existentes e na aprendizagem de conceitos. Dessa forma, para abordar o conteúdo de números quânticos, identificamos a necessidade de inserir elementos no jogo que remetesse ao átomo e ao processo evolutivo de sua construção.

Dos 32 alunos da turma, apenas 28 jogaram. A primeira fase do jogo é superada a partir de 5 acertos, a segunda, com 10 acertos e a terceira, com acertos maiores ou iguais a 25. No Quadro 4, apresenta-se a distribuição dos pontos obtidos pelos jogadores e a nota equivalente.

Quadro 4: Distribuição dos pontos alcançados pelos jogadores ao final do jogo

Total de Pontos	Quantidade de Jogadores	Escala de Nota de 0 a 10 pontos
$0 < \text{pontos} \leq 70$	10	$0 \leq \text{nota} < 3,3$
$70 < \text{pontos} \leq 130$	4	
Média de Pontos = 164,3		$\cong 4,1$
$130 < \text{pontos} \leq 190$	5	$7,5 \leq \text{nota} < 10,0$
$190 < \text{pontos} \leq 300$	4	
$300 < \text{pontos} \leq 375$	5	

Fonte: Elaborado pelos autores.

A distribuição de pontos mostra que metade dos jogadores ficaram acima da média. O jogo se mostrou promissor, tanto legitimando os conhecimentos já existentes, quanto a aquisição de novos conhecimentos. Assim, pode-se considerar que o recurso é uma possibilidade a ser utilizada na sala de aula, visto que a gamificação, como citam Zichermann e Cunningham (2011), permite alinhar os interesses dos desenvolvedores dos artefatos e objetos com as motivações do usuário.

O jogo no processo de aprendizagem apresentou dois sentidos para os alunos: organizador de conhecimentos já existentes e uma forma alternativa para aprender. Este entendimento foi alcançado a partir das declarações (Quadro 5)



dos alunos quando perguntados de que forma o jogo contribuiu para a aprendizagem.

Quadro 5: Declarações de alunos sobre o sentido dado ao jogo quanto aprendizagem

<i>Lembrei de alguns detalhes dos modelos atômicos.</i>	Organizador
<i>Contribuiu muito. Lembrei o que tinha esquecido.</i>	
<i>Com certeza, reforçou o assunto que já sabíamos e ainda mostrou coisas que não sabíamos.</i>	
<i>Sim, porque em algumas questões abordava coisas que eu não sabia sobre um assunto que já tinha sido estudado e para lembrar o assunto também.</i>	
<i>Sim, é sempre bom aprender com jogos e dinâmicas diferentes. Isso atrai a atenção e ao mesmo tempo ensina.</i>	Recurso alternativo
<i>Sim, pude entender o assunto de forma diferente, através de vídeos e resumos.</i>	
<i>Sim, muito. Ele é, digamos: uma forma diferente e divertida pra se aprender um pouco mais e não aquela coisa de sempre, entre livros e cadernos.</i>	
<i>Contribuiu sim, pois além de ajudar a reforçar as coisas que sei, ensinou mais e tirou dúvidas.</i>	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Essas declarações dão indícios de favorecimento da aprendizagem, com potencial para auxiliar os alunos na compreensão de conceitos fundamentais alusivos aos números quânticos e do elemento diversão. Além disso, pode-se observar que a relação estabelecida no jogo entre o processo de evolução dos modelos atômicos e o surgimento dos números quânticos favoreceu uma aprendizagem mais significativa. O jogo foi bem aceito pelos alunos, considerado criativo, interativo e diferente das abordagens feitas em sala para um assunto abstrato e puramente teórico.

A criatividade pode ser atribuída aos componentes, que são aplicações específicas usadas no jogo. Por exemplo, foi disponibilizado os resumos dos conteúdos a cada erro para auxiliar o jogador a responder novamente a uma pergunta e a prosseguir no jogo. A interatividade se encontra relacionada aos elementos que compõem a dinâmica do jogo, isto é: restrição, progressão e relacionamento. Associado a esse conjunto, temos a mecânica, pois de acordo com Werbach e Hunter (2012), cada mecânica está ligada a uma ou mais dinâmica descrita.

Quanto à abordagem caracterizada como diferente, relacionamos ao formato de perguntas e respostas, no qual os alunos contam com a sorte, duelam, têm um contato maior com o número de perguntas sobre o tema trabalhado e a possibilidade de discutir com os demais novos processos de aprendizagem (ALVES, 2018). Além disso, esse formato de jogo possibilita o uso de vários elementos que compõem a dinâmica, a mecânica e componentes, oportunizando ao aluno uma experiência prazerosa e favorável à aprendizagem.

Considerações Finais

No que diz respeito à análise dos resultados, podemos considerar que o uso do jogo favoreceu a aprendizagem de conceitos ligados ao processo de evolução dos modelos atômicos, assim como a relação desses com os números quânticos. Quando observamos os dados advindos do levantamento dos conhecimentos prévios, em que vemos manifestado o conhecimento a respeito dos modelos atômicos, temos: (1) os alunos, por meio do desenho e de respostas dadas demonstraram conhecer os modelos, mas com relativa confusão entre as



características desses e (2) aproximadamente 70% dos alunos não responderam ou responderam incorretamente, quando perguntados sobre os números quânticos.

Implementar um jogo, considerando os elementos estruturais da gamificação, quais sejam a mecânica, dinâmica e os componentes, pode levar o aluno a uma experiência de aprendizagem diferenciada. A diferença não está apenas na natureza do recurso, a emoção/diversão que o jogo pode produzir, mas como um recurso capaz de auxiliar na aprendizagem. Na distribuição dos pontos obtidos pelos jogadores e a nota equivalente, é possível ver que 50% dos 28 alunos que participaram do jogo alcançaram pontuação com $7,5 \leq \text{nota} \leq 10,0$.

O jogo também demonstrou ser um recurso que pode promover a organização de ideias/conceitos preexistente na estrutura cognitiva dos alunos. Os relatos apresentados mostraram que o *Q_Quiz*, no contexto para o qual foi projetado, auxiliou na organização de ideias prévias, e assim, facilitou a aprendizagem em si.

Usualmente, o jogo digital ou jogo do tipo tabuleiro, pode ser visto como um instrumento para a diversão, mas implementado no contexto da gamificação, apresenta evidências de favorecimento à aprendizagem.

Neste caso, portanto, a gamificação mostra-se uma grande aliada no processo de construção de um recurso voltado para o ensino, pois permite a inserção de elementos de jogos, visando obter as mesmas vantagens que a ação de jogar oportuniza. Com isso, proporcionamos não só algo diferenciado aos alunos, mas também a possibilidade de estimular um maior engajamento deles nas atividades de aprendizagem.

Agradecimentos

Agradecemos à FAPEAM pelo apoio dado por meio do Programa Institucional de Apoio à Pós-Graduação *Stricto Sensu*.

Referências

ALVES, F. **Gamification**: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo: do conceito à prática. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: DVS Editora, 2015.

ALVES, L. M. **Gamificação na Educação**: aplicando metodologias de jogos no ambiente educacional. Joinville: Clube de Autores, 2018.

ALVES, L. R. G.; MINHO, M. R. da S.; Diniz, M. V. C. Gamificação: diálogos com a educação. In: Luciane Maria Fadel, Vania Ribas Ulbricht, Claudia Regina Batista e Tarcísio Vanzin (Org.). **Gamificação na educação**. 1. ed. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014 [e-book].

COHEN, R. **Gamification em Help e Service Desk**: Promovendo Engajamento e Motivação no Século 21 em Centros de Suporte, Help Desk e Service Desk. 1. ed. v. 1. São Paulo: Novatec, 2017.

CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: Considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.



Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf. Acesso em: 17 mai. 2021.

CRUZ JUNIOR, G. Vivendo o jogo ou jogando a vida? Notas sobre jogos (digitais) e educação em meio à cultura ludificada. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 39, n. 3, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbce/v39n3/0101-3289-rbce-39-03-0226.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2021.

DUTRA, F. **O efeito melão**: potencialize a flexibilidade cognitiva pela arte e gamificação. São Paulo: DVS Editora, 2018.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 11, 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41629/26409>. Acesso em: 01 mar. 2021.

FELTRE, R. **Fundamentos da Química**. Volume único. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

FERNANDES, A. M. R.; CASTRO, F. S. Ambiente de Ensino de Química Orgânica Baseado em Gamificação. *In*: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, XXIV, 2013. Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre, 2013. p. 124-133.

GOMES, V. M. **Evolução dos Modelos Atômicos**. 2018a. (2m55s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6U618XZxsgM&t=61s>. Acesso em: 16 abr. 2021.

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

LIMA, K. de O.; SILVA, G. M.; MATOS, M. S. Análise das dificuldades encontradas por alunos de ensino médio na construção de relações entre modelos atômicos, distribuição eletrônica e propriedades periódicas. *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química, XV, 2010. Brasília. **Anais...**, Brasília, 2010. p. 1-12. Disponível em: <http://www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R0924-1.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2021.

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf. Acesso em: 16 abr. 2021.

MENDES, L. O. R.; BUENO, A. J. A.; DESSBESEL, R. S.; SILVA, S. C. R. Gamificação no Processo de Ensino e Aprendizagem de Estudantes Surdos: uma revisão sistemática. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 3, p. 132-141, 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/99434/55617>. Acesso em: 16 abr. 2021.

PRENSKY, M. **Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais**. São Paulo: Editora Senac Paula, 2012.

ROCHA, A. C. **Modelo de Bohr**. 2018b. (2m38s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zkmShhYddUE>. Acesso em: 16 abr. 2021.

ROCHA, A. C. **Número Quânticos**. 2018c. (3m03s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GmbQuoqNETw>. Acesso em: 16 abr. 2021.

SIQUEIRA, R. M.; SILVA, N. S.; FELIZARDO JÚNIOR, L. C. A recursividade no Ensino de Química: Promoção de Aprendizagem e Desenvolvimento Cognitivo.



Química Nova na Escola, v. 33, n. 4, 2011. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_4/230-PE-8010.pdf. Acesso em: 16 abr. 2021.

TONÉIS, C. N. **Os games na sala de aula: Games** na educação ou a gamificação da educação. Bookess Editora LDTA-ME, 2017.

VIANNA, Y.; VIANNA, M.; MEDINA, B.; TAKANA, S. **Gamification, Inc:** como reinventar empresas a partir de jogos. 1. ed. Rio de Janeiro: MJV Press, 2013.

WERBACK, K.; HUNTER, D. **For the win:** how game thinking can revolutionize your business. Philadelphia: Wharton Digital Press, 2012.

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

Recebido: 22/10/2020

Aprovado: 20/05/2021

Como citar: ROCHA, A. C.; CABRAL NETO, J. S. Uso da gamificação no ensino de química. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 7, e151321, 2021.

Contribuição de autoria:

Amanda Chelly da Rocha - Conceituação, curadoria de dados, aquisição de financiamento, investigação, metodologia, software, escrita (rascunho original), validação, visualização.

João dos Santos Cabral Neto - Conceituação, análise formal, metodologia, administração do projeto, recursos, supervisão, visualização, escrita (revisão e edição).

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional

