

GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE LIGAÇÕES IÔNICAS POR MEIO DE MODELOS TEMÁTICOS EM 3D

Josemário Andrade Nascimento ¹
José Edson Gomes de Souza ²
Raphael Fonseca do Nascimento ³

INTRODUÇÃO

O objetivo da gamificação, (ou "gamification", em inglês) é aumentar o envolvimento dos participantes aplicando princípios de design de jogos às atividades cotidianas (CHANS, 2021 e RUSSEL, 1999). Ela foi fundada na ideia de game thinking, que engloba a incorporação da gamificação com outros conhecimentos corporativos e de design. Todo jogo tem um objetivo que deve ser alcançado e, para isso, os jogadores devem superar obstáculos. Nos bastidores da gamificação, a psicologia revela como o espírito humano é afetado pela conquista e pelo triunfo. A utilização de novas tecnologias possibilita estimular o aprendizado, direcionar o comportamento e promover um senso de recompensa. A competição está no centro do processo, portanto, é comum ver o reconhecimento público dos colaboradores que se saem melhor em negócios baseados em jogos. Para que a gamificação traga os melhores resultados possíveis, a participação precisa ser voluntária, ou seja, todos os jogadores precisam conhecer as regras e os objetivos da tarefa.

Os pesquisadores Kevin Werbach e Dan Hunter (WERBACH & HUNTER, 2015) dividem os componentes da gamificação em três categorias: dinâmica, mecânica e componentes. As características mais fundamentais do jogo são cobertas por seus elementos dinâmicos, que definem seu sistema de funcionamento: Qual estado emocional precisa ser induzido para manter o interesse dos jogadores no jogo? Qual é a história do jogo e a linha do tempo de ação, de acordo com o narrador? Que sinais indicam progresso para um jogador de que ele está avançando? Relacionamentos: Como um jogador deve se relacionar com seu time ou seus oponentes? Restrições: quais são as regras do jogo? O que é permitido e o que é

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP, mario10sry@hotmail.com;

² Professor do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP, edson.souza@unicap.br;

³ Professor do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP, raphael.nascimento@unicap.br;

comportamento proibido? As restrições do jogo e as instruções de ação dos participantes são usadas para definir os elementos mecânicos. Nem todos os fatores listados abaixo devem estar presentes em um jogo.

Quando trabalhamos conceitos de Química, muitos alunos possuem dificuldade, especialmente, no conceito abstrato da formação da ligação iônica. Modalidades didáticas alternativas, tais como a gamificação, podem auxiliar no processo de obtenção de linguagem, bem como na facilitação das trilhas de ensino e aprendizagem. Logo, para a melhor compreensão desse tema, este trabalho objetiva a elaboração de um jogo a partir de peças criadas por meio de impressora 3D, para aplicação no ensino de ligações iônicas. Deste modo surge a ideia de aplicação como um “PUZZLE IÔNICO” (SINGHAL, 2019; SPENCER, 1998 e MCCLURE, 2009), visando o rendimento no processo de aprendizado em formato de quebra-cabeça.

O repositório de código aberto de arquivos de design de modelos imprimíveis em 3D para os blocos de construção básicos para representar fórmulas químicas de diferentes elementos, como carbono, hidrogênio, outros elementos e compostos orgânicos e inorgânicos relacionados, estão sendo compartilhados livremente na grande rede de comunicação virtual (SILVA, 2022). Esses modelos apresentam design de cadeado e chave, como peças de quebra-cabeça, além de braile e notação impressa que permitem que o aprendizado seja mais interativo, envolvente, produtivo e eficaz, pois o sentido do tato (tátil) é uma das principais formas pelas quais as pessoas com deficiência visual percebem as entidades físicas. Cada peça elementar do modelo é projetada especificamente de acordo com seus elétrons de ligação disponíveis, ou seja, valência, permitindo apenas conectar-se a outro elemento complementar em uma configuração única para garantir sua disposição e representação corretas usando o recurso de chave e cadeado. Há também objetos de aprendizagem, confeccionados por esta metodologia, com a finalidade de abordar o conceito de hibridização.

Essa tecnologia também promete ter um enorme potencial de uso no campo da educação especial para pessoas com deficiências cognitivas, motoras e visuais. De acordo com Buehler e colaboradores, a impressão 3D é útil para a educação especial, e eles reconhecem as vantagens dessa tecnologia para incentivar o envolvimento de alunos com deficiência visual nas áreas STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática). Mapas táteis impressos em 3D são apresentados na literatura para auxiliar na orientação e mobilidade (O&M) (KAVAK, 2012), planejamento de itinerários e treinamento para pessoas com TDAH (DE CARVALHO, 2022), espectro autista (CAMARGO, 2019) e deficiência visual (SINGHAL, 2019). Outra excelente maneira de alunos e professores prototiparem e construírem modelos acessíveis para fins



educacionais é por meio da impressão 3D. Alguns exemplos incluem tabelas periódicas impressas em 3D ou baseadas em Legos® (semelhante ao formato de uma folha e uma chave) (SINGHAL, 2022).

Aprender a escrever fórmulas químicas de compostos é uma indispensável para entender e estudar química. No entanto, é difícil para os alunos com Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade e/ou Espectro Autista avaliar e aprender arranjos e fórmulas moleculares. Para a conveniência desses alunos com necessidades especiais, é necessário encontrar soluções fáceis, abrangentes e eficientes para torná-los independentes, autossuficientes e capazes de controlar seu progresso em seu próprio ritmo de aprendizagem. Isso pode ser alcançado com a ajuda de novas tecnologias emergentes, como a impressão 3D. Neste trabalho, um modelo impresso em 3D foi projetado e desenvolvido para aproximar e integrar alunos diagnosticados com TDAH e/ou Autismo nas atividades de ensino e aprendizagem dos tópicos de Química, bem como pretende fortalecer os laços de interação em os participantes por meio de atividades lúdicas. A cartas impressas tem o objetivo de compor e instrumentalizar o jogo chamado “Duelo Iônico”. Os cartões por apresentarem cores diferenciadas bem como formas de encaixe específico, prendem a atenção dos usuários, dessa maneira não apresentando possibilidades para desvio de atenção (DE CARVALHO, 2022).

MATERIAIS E MÉTODOS

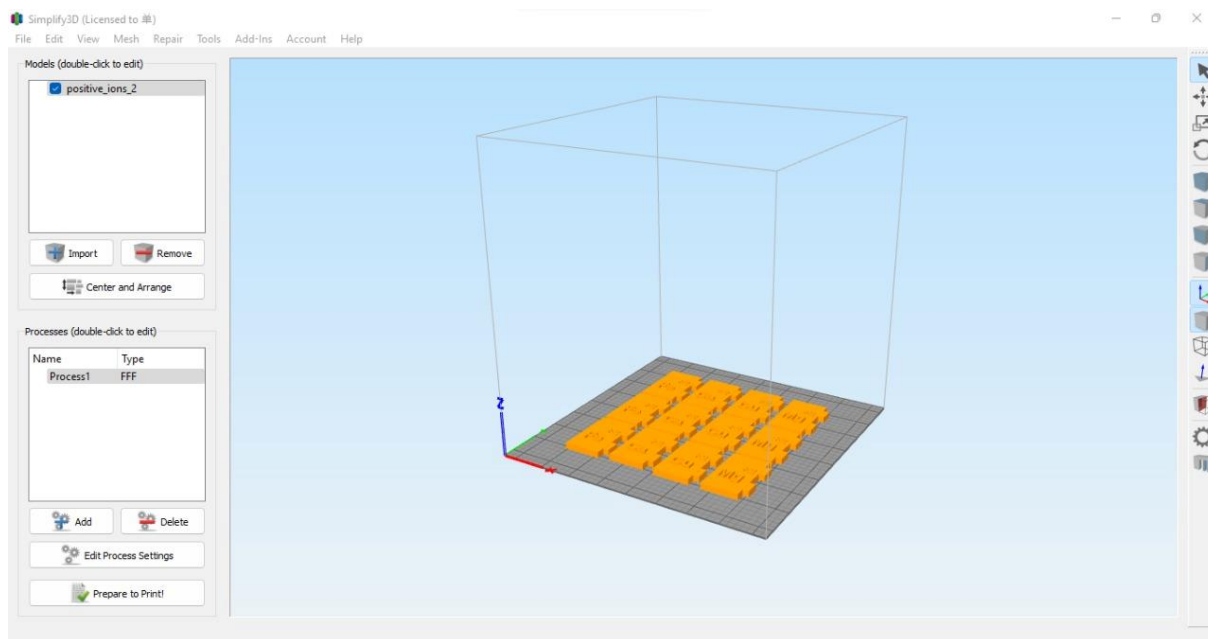
O objetivo de aprendizagem é familiarizar os alunos do 1º ano do ensino médio com símbolos químicos e ensiná-los as notações usadas em química, como cargas positivas e negativas (cátions e ânions), sobrescritos e subscritos, bem como a identificação de estados de oxidação e equações químicas balanceadas. Espera-se que esta abordagem melhore a experiência de um aluno na retenção de conceitos por meio de interações com modelos táteis, e isso os ajudará a construir seu próprio modelo mental para aprender e resolução de equações químicas, por meio de abordagens interativas. A integração dos modelos táteis com o ensino manter os alunos envolvidos por mais tempo.

O software livre Simplify3D®, versão 4.1.0 foi utilizado para gerenciar arquivos no formato .stl. para sistema operacional (Windows, MacOS ou Linux), esse software está disponível gratuitamente os projetos dos cartões foram obtidos por meio do site <https://www.thingiverse.com/thing:1377130>. Os arquivos .stl podem ser convertido para o formato de arquivo .gcode, que é formato aceito, por uma ampla variedade de impressoras 3D para impressão modelos.

Vários tipos e cópias dos modelos de interesse podem ser impressos simultaneamente em um único trabalho carregando outros modelos na mesma placa de construção seguindo o mesmo procedimento. Imprimimos um modelo com alguns dos elementos mais usados, usando uma porcentagem de preenchimento variada para otimizar o peso do material e o tempo necessário para impressão. Todos os modelos foram impressos por uma impressora GTMAX3D, modelo core GT5, utilizando o filamento de polímero acrilonitrila butadieno estireno (ABS). Se o usuário quiser imprimir o modelo em tamanhos maiores, pode ser dimensionado selecionando o modelo na placa de construção e usando a função “escala na barra lateral esquerda”. Além disso, todos os modelos fornecidos são projetados de tal forma que não há necessidade de fornecer estruturas de apoio enquanto impressão, o que economiza material e tempo.

Dimensões dos cartões: As peças do modelo representam elementos do número atômico 1 a 57 e de 72 a 89. Os modelos estão em dois tamanhos em relação ao elemento ter um símbolo de letra simples (C, H, N, O) ou dupla (Cl, Fe). As dimensões dos cartões de uma e duas letras são $42 \times 20 \text{ mm}^2$ e $42 \times 30 \text{ mm}^2$, como pode ser observado na Figura 1, respectivamente. As cartas de elemento podem ser usadas como cartões autônomos para ensinar os diferentes símbolos que representam cada elemento em ambas as formas abreviadas e expandidas

Figura 1. Modelagem dos cartões



Fonte. Autores

Regras do jogo Duelo Iônico: o jogo tem por objetivo conhecer o nome dos elementos, dos compostos formados, bem como facilitar a identificação da carga dos principais cátions e ânions. As regras do jogo são estabelecidas como: 1) o jogo é realizado em dupla, onde, por meio de sorteio será decidido o jogador que começará o duelo; 2) o jogador que inicia o jogo será conhecido como jogador 1 (J1). O J1 deverá retirar uma peça do jogo, de um saco de pano ou de uma caixa (as peças não devem ser visíveis pelos participantes externos); 3) sem mostrar a peça ao oponente, jogador 2 (J2), o J1 decidirá se deixará a face contendo o símbolo e a carga do íon visível ao J2; 4) o J2 deverá executar: a) caso a face contendo o símbolo e a carga do íon for apresentada, deverá escrever numa folha de papel e falar nome do elemento e o seu estado de oxidação; b) caso tenha sido mostrada a face da peça contendo o nome do íon, o J2, deverá escrever numa folha de papel o símbolo do elemento que o representa com o seu respectivo estado de oxidação; 5) se o J2 acertar a opção mostrada a ele, ganha um ponto. Em seguida será a vez do J2 retirar uma peça do jogo e apresentar ao J1 utilizando as duas opções de face, repetindo-se o procedimento 4; 6) os jogadores 1 e 2 irão alternando-se no desafio. O jogador que alcançar primeiro um total de 10 pontos será o vencedor. Observação: caso o placar estiver empatado em 9x9, o resultado seguirá até o primeiro que conquistar o décimo primeiro ponto, ou seja, o ganhador deverá ter uma margem de 2 pontos de vantagem.

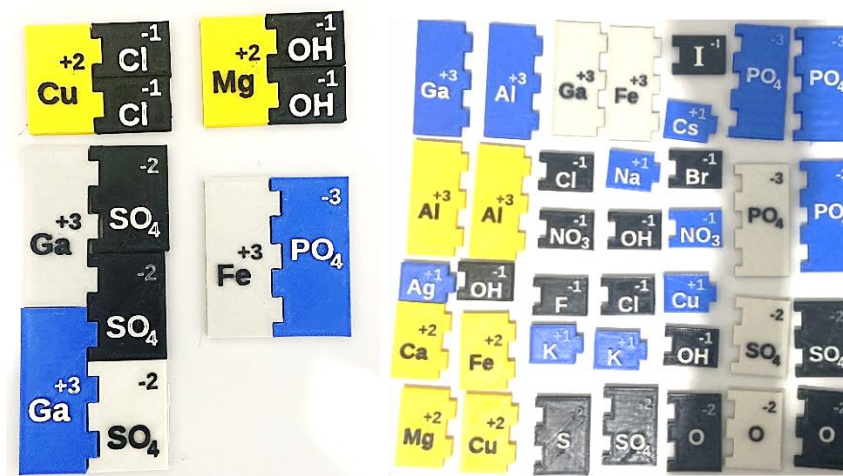
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conhecimento adequado de valência elétrons disponíveis para ligação e de cargas associadas com um elemento ou íon é importante para o aluno desenvolver compreensão adicional sobre a ligação química entre dois ou mais elementos/íons. A primeira coisa que qualquer aluno deve aprender é sobre cargas negativas e positivas e auto-iniciação de construção de íons básicos, por seu conhecimento da posição do elemento em a tabela periódica (dica: elétrons de valência, regra do octeto). Facilitar esse processo de aprendizagem, representações básicas de negativos e íons carregados positivos são produzidos.

A carta do elemento pode ser facilmente colocados em qualquer ordem linear para escrever qualquer fórmula química. Íons carregados positivamente (Cs^+ , K^+ , Na^+ , Cu^{+2+} , Ga^{3+} , Cu^{2+} , Al^{3+} , $\text{Fe}^{2+/3+}$ e Ag^+) são mostrados junto com alguns íons carregados negativamente

(SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , OH^- , NO_3^- , Cl^- , O^{2-} , Br^- e I^-) na Figura 2 e são ainda usados para fazer moléculas.

Figura 2. Cartões impressos pela impressora 3D



Fonte. Autores

Os modelos impressos discutidos acima foram entregues aos alunos em uma escola particular de ensino básico do Recife, Pernambuco e aos graduandos em Química da Universidade Católica de Pernambuco. Uma pesquisa foi realizada para descobrir a eficácia e a utilidade de usar este modelo para aprender química conceitos. As interações dos alunos com os modelos foram divididas em duas atividades. Primeiro, os alunos foram mostrados aos modelos, como organizá-los e sua finalidade e inscrição. Em segundo lugar, eles foram convidados a jogar seguindo as regras supracitadas no tópico de materiais e métodos. Dois níveis de grupos de estudantes foram visados. Em um conjunto, os alunos eram do ensino médio (15 alunos), e o outro conjunto continha alunos de graduação e ensino superior (15 alunos; nenhum dos alunos de esta categoria estava estudando licenciatura em química).

O questionamento aos alunos da escola foi levado através de seu professor de química. O questionamento aos alunos com formação superior foi aplicado por um graduando em química da universidade, e ele nos deu o resultados consolidados. Dos alunos, 92,3% estavam satisfeitos com a facilidade de uso do modelo e sua representação de conceitos de química. Os 7,7% restantes acharam difícil conectar as unidades e achou o processo demorado. Em conjunto, 58% dos os alunos sugeriram que fornecer instruções prévias sobre como use os modelos e como conectar as peças do quebra-cabeça em um cadeado e a configuração de chave melhorará a experiência geral de aprendizado. Um total de 80% dos alunos acharam adequada a aplicação



do jogo para dinamizar a fixação dos conceitos e aquisição da aprendizagem. Eles também opinaram que esse processo aumentará a interação com o instrutor e com o modelo em tempo real. No total, de 17 alunos. O professor da escola de química nos informou que embora os modelos possam ser introduzidos a partir do primeiro ano do ensino médio como maneira divertida de ensinar/estudar sobre símbolos de elementos, aprendizado real desses modelos começará a partir do nono ano do ensino fundamental. A retenção de conhecimento foi verificada após 8 a 10 dias pelo professor de química por meio de avaliação. Os alunos receberam os modelos e solicitados a organizá-los como ensinado anteriormente (moléculas e fórmulas químicas).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fornecemos modelos tridimensionais de construções básicas unidades na forma de peças de quebra-cabeça para escrever ou representar elementos, íons e compostos. Os modelos são altamente econômicos, fáceis de imprimir e leves; não requerem estrutura de suporte para impressão. Os modelos fornecidos seguem uma configuração de chave/fechadura e podem ser unidos em qualquer modo para formar qualquer fórmula química iônica.

Os arquivos podem ser impressos diretamente, ou seja, sem qualquer modificações de rótulos (ambos são gravados nas mesmas unidades) para auxiliar os estudantes. Além disso, desenhos 2D com detalhes dimensões em formato .pdf também são fornecidas, caso haja necessidade de dimensionar, redesenhar e modificar os modelos atuais de acordo com as diversas necessidades do usuário final. Esses modelos podem fornecer uma ampla gama de aplicações de forma flexível para aprender conceitos químicos.

Palavras-chave: Ensino de Química; Impressão 3D, Ligação Iônica

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FACEPE, pelo apoio financeiro, e a Universidade Católica de Pernambuco.

REFERÊNCIAS

CAMARGO, M. C. *et al.* Designing Gamified Interventions for Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. In: **Joint International Conference on Entertainment Computing and Serious Games**. Springer, Cham, 2019. p. 341-352.

CHANS, G. M.; PORTUGUEZ, C., May. Gamification as a strategy to increase motivation and engagement in higher education chemistry students. **Computers**, v. 10, n. 10, p. 132, 2021.

DE CARVALHO, A. S. M. A importância dos jogos para a terapia de crianças com TDAH. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e55411427705-e55411427705, 2022.

KAVAK, N. ChemOkey: A game to reinforce nomenclature. **Journal of chemical education**, v. 89, n. 8, p. 1047-1049, 2012.

MCCLURE, C. P. An Ionic Compound Logic Puzzle. **Journal of chemical education**, v. 86, n. 10, p. 1210, 2009.
RUSSELL, J. V. Using games to teach chemistry: an annotated bibliography. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 4, p. 481, 1999.

SILVA, V. S. *et al.* Organic Connections: A Chemical Jigsaw Puzzle for Learning Structural Formulas. **Journal of Chemical Education**, 2022.

SINGHAL, I.; BALAJI, B. S. Creating atom representations using open-source, stackable 3D printed interlocking pieces with tactile features to support chemical equation writing for sighted and visually impaired students. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 1, p. 118-124, 2019.

SINGHAL, I.; BALAJI, B. S. Open-Source, Tactile 3D Printed Interlockable Tiles Incorporating Valency, Bonding, and Hybridization for Molecular Representation for Sighted and Visually Impaired Students. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 4, p. 1708-1714, 2022.

SPENCER, H. E.; KUSDRA, L. A chemical puzzle. **Journal of chemical education**, v. 75, n. 4, p. 487, 1998.

WERBACH, K.; HUNTER, D. **The gamification toolkit: dynamics, mechanics, and components for the win**. University of Pennsylvania Press, 2015.