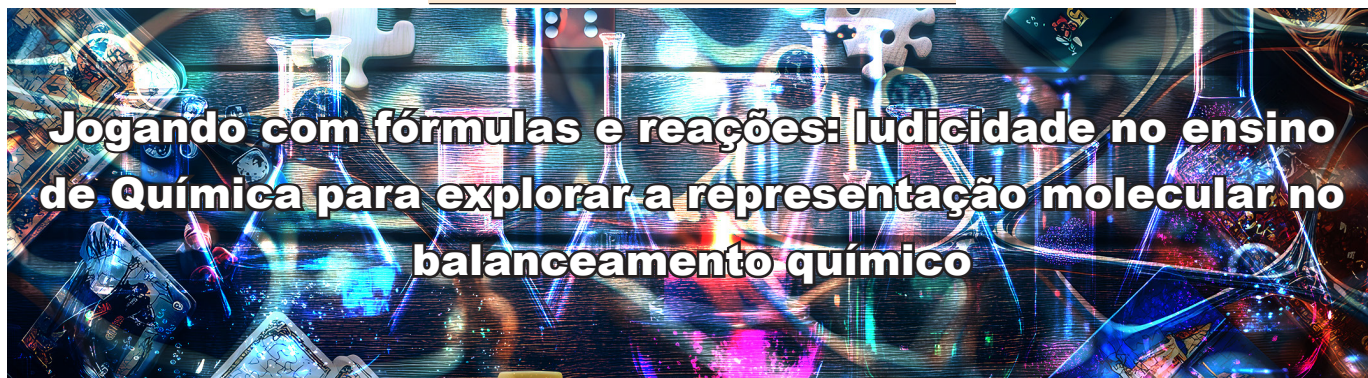




Jogando com fórmulas e reações: ludicidade no ensino de Química para explorar a representação molecular no balanceamento químico

Pedro Naum de Lima, Luciane Fernandes de Goes e Carmen Fernandez

A Química possui uma linguagem própria que os alunos precisam aprender a interpretar. O uso de equações para representar reações químicas pode ser desafiador, pois muitos não veem a conexão com os fenômenos das transformações químicas, dificultando a compreensão da estequiometria. Para enfrentar esse desafio, foi realizada uma atividade lúdica no Programa de Residência Pedagógica. A partir das dificuldades observadas em exercícios de balanceamento, os residentes propuseram uma atividade didática que conectava o nível simbólico da Química ao nível submicroscópico. Com lousa, crachás e jogos teatrais, os alunos interpretaram átomos, formando compostos e resolvendo desafios de balanceamento. Durante a representação teatral, os alunos puderam perceber a complexidade do processo, o que os ajudou a compreender a importância da representação química e sua conexão com os fenômenos. Após a atividade, mostraram maior facilidade em resolver os exercícios, ressaltando o papel motivador e explicativo do jogo na educação científica.

► jogos didáticos, ensino de Química, níveis de representação ◀

Recebido em 18/11/2024; aceito em 14/03/2025

13

Introdução

A Química tem uma linguagem própria, e seu ensino exige que os estudantes interpretem essa linguagem de forma adequada. O uso de equações para representar reações químicas costuma ser desafiador, pois muitos alunos têm dificuldade em perceber a conexão entre as equações e os fenômenos das transformações químicas. Sem essa compreensão, enfrentam dificuldades em entender a estequiometria e o balanceamento.

A abstração natural da Química, aliada à sua falta de intuitividade, impõe desafios significativos no processo de ensino-aprendizagem (Pozo e Crespo, 2009; Talanquer, 2011). As representações químicas, que são essenciais para a compreensão científica da matéria, muitas vezes se tornam obstáculos para um aprendizado efetivo (Gilbert e Treagust, 2009).

Mortimer e Miranda (1995) ressaltam a dificuldade que os estudantes enfrentam ao tentar identificar quais entidades se transformam e quais permanecem constantes nas reações. Muitas vezes, as explicações dos alunos se concentram apenas nas mudanças perceptíveis das substâncias, sem estabelecer conexões com as alterações em nível atômico e molecular. Além disso, os alunos frequentemente não

aplicam o conceito de conservação da massa a situações envolvendo reações químicas.

A falta de conexão entre as equações e os fenômenos das transformações químicas pode estar relacionada às dificuldades na interpretação da estequiometria das reações. Segundo Mortimer e Miranda (1995, p. 24), “a dificuldade em perceber que as mudanças observadas nas transformações químicas são consequências do rearranjo dos átomos faz com que os estudantes deixem de utilizar o raciocínio de conservação de massa.” Esse entendimento é essencial para o domínio do balanceamento de equações químicas e das relações estequiométricas nas reações. Os autores também destacam que, no ensino de Química, costuma-se priorizar o uso de equações para representar as reações químicas, enquanto o estudo dos fenômenos envolvidos nas transformações é frequentemente deixado em segundo plano.

Para superar essas dificuldades e tornar o aprendizado mais significativo, diversas ferramentas de ensino, quando bem planejadas e implementadas, têm o potencial de aumentar o prazer, a motivação e o interesse dos alunos em aprender, contribuindo para a melhoria do cenário educacional (Santos e Schenetzler, 2003).

Nesse contexto, muitos professores têm buscado se afastar dos métodos tradicionais de ensino, caracterizados por



tarefas repetitivas e conteúdo excessivamente enciclopédico, explorando a prática de contextualizar os conteúdos químicos com a realidade do estudante. Isso demonstra que a Química não se resume a teorias abstratas, mas envolve conceitos que impactam o cotidiano de todos (Wartha *et al.*, 2013).

Assim, a questão central não está apenas na abordagem do conteúdo em si, mas em como proporcionar uma experiência de aprendizado envolvente, que reconheça e supere as dificuldades inerentes à natureza do conhecimento científico. Essa realidade não é exclusiva do Brasil, já que o ensino de Química tem apresentado desafios similares internacionalmente, desde os primeiros currículos no nível básico (Corio e Fernandez, 2010; Eilks *et al.*, 2013; Fernandez, 2018).

No entanto, aproximar a Química do cotidiano não é suficiente para motivar os alunos. A motivação é um aspecto fundamental para a aprendizagem. Deci e Ryan (1985, 2002) investigaram esse tema e propuseram a Teoria da Autodeterminação (TAD), um conceito amplamente utilizado em diferentes contextos (Bolte *et al.*, 2013). A teoria se baseia na suposição de que cada pessoa busca satisfazer suas necessidades psicológicas naturais de competência, relacionamento e autonomia (Deci e Ryan, 1985). Essas três necessidades parecem ser essenciais para o funcionamento ideal da vida de uma pessoa.

A Teoria da Autodeterminação é uma estrutura teórica que investiga a motivação intrínseca e extrínseca das pessoas e seu papel na determinação do comportamento humano. O comportamento intrinsecamente motivado é atribuído às necessidades para competência e autonomia, enquanto o comportamento extrinsecamente motivado se relaciona em grande extensão às relações sociais (Deci e Ryan, 1985). Essa teoria pressupõe um *continuum* de autodeterminação que varia, num extremo, de um comportamento que não é autodeterminado, para outro extremo, um comportamento autodeterminado. E nesses dois extremos de determinação estão envolvidos tipos de motivação, extrínseca e intrínseca. No processo de ensino e aprendizagem, a Teoria da Autodeterminação sugere que os professores têm o poder de fomentar motivação extrínseca nos alunos ao criarem um ambiente educacional favorável. Em outras palavras, ao aplicar a TAD, é possível promover um ambiente de aprendizagem que incentiva os alunos a se tornarem aprendizes autônomos e motivados intrinsecamente.

Nesse contexto, destaca-se a utilização de atividades lúdicas como ferramentas pedagógicas no ensino de Química. Essas atividades são definidas como formas de aprendizado prazerosas e divertidas, realizadas de maneira voluntária e com regras explícitas ou implícitas, abrangendo jogos, brincadeiras, histórias em quadrinhos, teatro ou músicas (Soares, 2013). Embora distintos em seus sistemas de regras, o jogo e a brincadeira compartilham o objetivo de criar um ambiente de aprendizagem dinâmico e motivador.

Os jogos e brincadeiras não são exclusivos da infância; historicamente, eles têm sido valorizados em comunidades como meio de fortalecer relações sociais e culturais. Isso é especialmente relevante no contexto educacional, no qual atividades lúdicas podem criar um ambiente mais envolvente e engajador para os alunos.

O brincar é reconhecido como fundamental para o desenvolvimento humano, permitindo que crianças testem hipóteses, explorem o ambiente, expressem criatividade e se desenvolvam social e culturalmente (Tezani, 2006). Tanto Piaget (1978) quanto Vygotsky (2003) destacaram o papel crucial do jogo no estímulo ao crescimento cognitivo e no desenvolvimento de habilidades intelectuais e sociais. Segundo Vygotsky (2007), as brincadeiras imaginativas não apenas liberam a criança das limitações do mundo real, mas também introduzem a importância das regras, promovendo um ambiente de aprendizagem estruturado.

Os jogos e brincadeiras não são exclusivos da infância; historicamente, eles têm sido valorizados em comunidades como meio de fortalecer relações sociais e culturais. Isso é especialmente relevante no contexto educacional, no qual atividades lúdicas podem criar um ambiente mais envolvente e engajador para os alunos.

Kishimoto (2009) enfatiza que os jogos educativos não apenas facilitam a exploração e a construção do conhecimento, mas também introduzem elementos lúdicos essenciais no processo de ensino-aprendizagem. Segundo a autora, considera-se jogo educativo aquele utilizado no ambiente

escolar que, entre outras funções, promove a capacidade de integrar, divertir e cooperar, além de tornar o ensino e a aprendizagem mais eficazes (Kishimoto, 2021). A autora também destaca que esses jogos são capazes de conciliar a aprendizagem de conteúdos com o desejo de brincar. Ou seja, o jogo educativo é, para a criança, uma fonte de prazer, diversão e

brincadeira, enquanto, para o professor, representa uma ferramenta que pode apoiar o processo de ensino.

Entretanto, para que o jogo educativo atenda tanto ao professor quanto ao aluno, Kishimoto (2021) identifica duas funções principais: a lúdica e a educativa. A função lúdica está relacionada ao prazer e à diversão proporcionados aos alunos quando o jogo permite esse prazer. Por outro lado, a função educativa diz respeito ao ensino de conteúdos curriculares. Assim, segundo a autora, é essencial equilibrar essas duas funções, pois o excesso de ênfase na função educativa pode transformar o jogo em um material didático convencional, limitando seu caráter lúdico. Por outro lado, um desequilíbrio, com ênfase excessiva na diversão, pode transformar o jogo em algo meramente lúdico, sem cumprir seu papel educativo.

É crucial, conforme Soares (2013), que a aplicação de atividades lúdicas na sala de aula seja intencional e planejada, visando objetivos educacionais específicos. Isso requer que os professores assumam uma intencionalidade lúdica, equilibrando o aspecto prazeroso das atividades com seus objetivos pedagógicos. Para Felício e Soares (2018), a intencionalidade lúdica do professor orienta três comportamentos essenciais dos alunos: compromisso lúdico, responsabilidade lúdica

e atitude lúdica. Esses comportamentos são interligados e fundamentais para garantir que as atividades lúdicas cumpram seu papel de maneira eficaz no ambiente educacional. Assim, ao introduzir jogos educativos no ensino de Química, é essencial que o professor considere a cultura lúdica dos alunos e utilize o contexto simbólico da Química para promover a participação ativa dos estudantes, validando os conhecimentos químicos por meio das atividades propostas.

Considerando a relevância das atividades lúdicas no contexto educacional, este estudo teve como objetivo principal desenvolver, implementar e avaliar uma atividade lúdica específica focada nos diferentes níveis de representação presentes na disciplina química.

Representações no ensino de Química

A linguagem da Química é uma nova linguagem para os estudantes. Ela abrange um conjunto de termos técnicos, uma sintaxe específica e um mundo inteiro de fórmulas, sinais e representações gráficas únicas. Os alunos precisam desenvolver, em paralelo, tanto seu conhecimento e compreensão do conteúdo de química, como suas habilidades em usar as palavras e a sintaxe corretas (Markic *et al.*, 2013).

Ao discutir as representações em Química, destaca-se a contribuição fundamental de Johnstone, que categorizou os três níveis essenciais para o pensamento e ensino da disciplina: o macroscópico, o submicroscópico e o simbólico. Johnstone (1991) propôs inicialmente a relação tripla entre os níveis representacionais da Química, considerando-os como vértices de um triângulo: macro, submicro e simbólico. Para ele, nenhum nível é superior aos outros; cada um complementa os demais. Sua modelagem evoluiu ao longo dos anos, e os vértices do triângulo foram considerados “os três níveis conceituais da Química” (Johnstone, 2006), mantendo a ênfase na interação dinâmica entre os três aspectos representacionais da disciplina (Johnstone, 2010). Entretanto, Talanquer (2011, p. 193) chama a atenção para o fato de que o aprendizado de Química exige ir além e que os alunos devem ser capazes de

traduzir dentro e entre tipos de conhecimento, escalas, dimensões e abordagens. Assim, não é apenas uma questão de transformar de simbólico (fórmulas químicas) em icônico, por exemplo, desenhos de partículas) sinais, ou de objetos reais para visualizações submicro.

De qualquer forma, Talanquer concorda que, embora o modelo de Johnstone não seja completo ele é bastante frutífero. O nível macroscópico, também conhecido como sensorio, envolve observações visíveis e tangíveis, como evidências de

uma reação e propriedades das substâncias. No nível submicroscópico, são explorados os comportamentos das partículas, átomos e moléculas, incluindo seus arranjos e rearranjos. Por fim, o nível simbólico utiliza representações como fórmulas e equações para descrever os processos químicos. Apesar das interpretações variadas e terminologias distintas na literatura (Gilbert e Treagust, 2009), o modelo de Johnstone continua sendo fundamental na educação em Química, influenciando a pesquisa e a prática educacional até os dias atuais (Eilks *et al.*, 2007; Goes *et al.*, 2020; Treagust *et al.*, 2003).

É crucial que os professores, ao explicarem os conceitos químicos, conectem as diferentes representações dos fenômenos correspondentes e utilizem essas representações de forma integrada (Kozma e Russel, 2005; Valanides *et al.*, 2003). No entanto, estudos indicam que até mesmo os professores enfrentam dificuldades em estabelecer conexões explícitas entre esses níveis representacionais (Eilks, 2013). Muitas vezes, os próprios professores transitam entre esses níveis sem explicações claras ou privilegiam o nível macroscópico, assim como seus alunos (Gabel, 1999).

Infelizmente, as aulas de Química tendem a enfatizar predominantemente os problemas no nível simbólico, resolvendo-os por meio de raciocínio matemático-algébrico, enquanto deixam de explorar os níveis submicroscópico e macroscópico, essenciais para uma compreensão

conceitual e abrangente dos fenômenos químicos (Carobin e Serrano, 2007). Além disso, a literatura revela que, entre os livros didáticos, há uma priorização dos níveis macroscópico e simbólico (Goes *et al.*, 2020).

Os diferentes níveis de representação na Química frequentemente geram desafios para os estudantes, contribuindo para a formação de concepções alternativas. De Jong *et al.* (2013) exploraram diversas dessas concepções alternativas que surgem da dificuldade dos estudantes em conectar os diferentes níveis de representação na Química.

Diante da importância desses níveis para o entendimento profundo dos fenômenos químicos, é essencial que os professores não apenas apresentem essas representações aos estudantes, mas também articulem esses níveis em suas práticas de ensino.

Estequiometria e o balanceamento de reações químicas

A estequiometria baseia-se na lei da conservação das massas, na lei das proporções definidas (ou lei da composição constante) e na lei das proporções múltiplas. As reações químicas envolvem combinações de compostos químicos em proporções definidas. Uma vez que a matéria não pode ser criada ou destruída, a quantidade de cada elemento deve permanecer a mesma antes, durante e após a reação.

O estudo da estequiometria envolve o conceito de mol e o balanceamento de equações químicas. No entanto,

Infelizmente, as aulas de Química tendem a enfatizar predominantemente os problemas no nível simbólico, resolvendo-os por meio de raciocínio matemático-algébrico, enquanto deixam de explorar os níveis submicroscópico e macroscópico, essenciais para uma compreensão conceitual e abrangente dos fenômenos químicos.

sem compreender os diferentes níveis de representação da Química mencionados anteriormente, a estequiometria e o balanceamento de equações podem se transformar em um algoritmo sem qualquer conexão com a reação química em si.

O entendimento da lei de Lavoisier é fundamental para o balanceamento de equações químicas, um conceito amplamente abordado e geralmente explorado no contexto da estequiometria. Em um sistema fechado, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos. Essa lei é essencial para compreender processos químicos, prever o rendimento das reações e determinar as condições reacionais, entre outros aspectos (Kuman, 2001). O balanceamento de equações químicas é crucial para o aprendizado de Química e envolve o domínio de conceitos como a conservação da massa, a escrita correta de fórmulas moleculares, iônicas e atômicas, e o volume de gases, entre outros (Hinton e Nakhleh, 1999).

Metodologia

O contexto da atividade lúdica

Este trabalho é um relato de experiência e a atividade lúdica descrita foi desenvolvida por dois alunos participantes do Programa de Residência Pedagógica (denominados de Residentes), em colaboração com um preceptor de uma escola estadual na zona norte de São Paulo, que integra o Programa de Ensino Integral e recebe alunos de diversos bairros da cidade. Os participantes da pesquisa foram 14 alunos da terceira série do Ensino Médio, com idades entre 16 e 18 anos, identificados ao longo do texto como Aluno 1, Aluno 2 e assim por diante, para preservar o anonimato. A escolha da turma da terceira série do Ensino Médio deve-se ao fato de que os alunos já haviam estudado previamente o conteúdo de balanceamento químico, e a atividade proposta foi planejada como um momento de revisão, diante das dificuldades observadas ao longo das aulas.

Os residentes foram responsáveis por planejar e conduzir a atividade, enquanto o preceptor atuou como mediador e supervisor, garantindo a adequação da proposta ao contexto escolar e ao nível dos alunos. O estudo foi conduzido em conformidade com o Comitê de Ética da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Na escola participante, os alunos assinam anualmente um termo de consentimento autorizando sua participação em estudos acadêmicos e o uso de imagens em atividades relacionadas. Adicionalmente, os residentes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para a utilização dos materiais e imagens produzidos durante a atividade.

Um dos professores preceptores de Química era responsável por todas as aulas para os terceiros anos, ministradas para alunos de duas turmas do itinerário formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e uma turma do itinerário de Linguagens e suas Tecnologias. No final do segundo bimestre, durante uma aula acompanhada por dois residentes, o professor abordou as reações de combustão completa e incompleta. Essas reações diferem pela disponibilidade

de oxigênio para a oxidação dos hidrocarbonetos: na combustão completa, ocorre a oxidação total, resultando em dióxido de carbono (CO_2) e água; na incompleta, devido à falta de oxigênio, forma-se monóxido de carbono (CO) e material particulado (C). Para demonstrar essa diferença, o professor utilizou o quadro para descrever ambos os tipos de combustão e solicitou aos alunos que viessem à lousa para balancear as equações. Observando a hesitação dos alunos em completar o balanceamento na frente de todos, o professor propôs uma revisão do procedimento por meio de uma lista de exercícios sobre o tema. Com a resposta positiva dos estudantes, coube aos residentes formular o material.

Nesse contexto, os residentes elaboraram um material didático sobre balanceamento químico com uma abordagem resumida do conteúdo e exercícios gradualmente desafiadores. O material inicia com uma ideia macroscópica que norteia a estequiometria de uma reação: a Lei de Lavoisier. Depois, aborda o modelo atômico de Dalton, representando átomos como esferas para estabelecer uma relação entre a conservação de massa, em termos macroscópicos, e a conservação atômica, em termos submicroscópicos. A partir das ideias e exemplos apresentados, é proposto que os alunos balanceiem uma reação de combustão apenas com desenhos das moléculas sem o uso das fórmulas químicas. Após dois exercícios, introduz-se a equivalência entre representações de substâncias com o modelo de bolas e a fórmula química, seguido da conceituação do coeficiente estequiométrico. Por fim, propõe-se uma lista de exercícios com grau de dificuldade gradualmente crescente. Após a elaboração da lista de exercícios, os alunos solicitaram ao professor uma aula de revisão sobre o balanceamento, pois parte deles enfrentava dificuldades com a lista. No entanto, devido ao cronograma apertado, a revisão precisaria ser realizada fora do horário regular de aulas. Surgiu então a possibilidade de os residentes ministrarem essa aula, uma vez que ela surgira da necessidade dos alunos com base no material produzido pelos próprios residentes.

O planejamento da atividade lúdica

O balanceamento de equações é um procedimento fundamental no ensino de Química. Embora o procedimento em si não seja complexo, muitos professores adotam diferentes estratégias para ensiná-lo, geralmente envolvendo a contagem dos átomos de cada elemento em ambos os lados da reação e ajustando os coeficientes estequiométricos até que a equação esteja balanceada.

O ensino de conteúdos como o balanceamento de equações requer a apresentação do procedimento seguido de práticas repetidas até que este esteja internalizado pelos alunos (Pozo e Crespo, 2009). Durante suas observações, os residentes identificaram que os alunos nem sempre compreendiam a razão por trás do balanceamento; em outras palavras, não entendiam por que era necessário balancear as equações e o que exatamente significava um balanceamento, simplesmente seguindo os passos para alcançá-lo. Era necessário, portanto, uma abordagem que conectasse o nível simbólico

da Química ao nível submicroscópico, promovendo uma compreensão significativa do processo de balanceamento.

Além disso, era crucial considerar o momento em que a aula seria ministrada. Como mencionado, a aula ocorreria fora do horário regular de aulas, especificamente durante o período destinado aos clubes da escola. Esse período de duas aulas é reservado para atividades extracurriculares, como teatro, RPG (do inglês *Role Playing Game*, em português jogo de interpretação de papéis), futebol, entre outras. A combinação do ambiente descontraído com o desejo dos residentes de realizar uma aula menos convencional levou à escolha de uma atividade lúdica envolvendo o balanceamento de equações.

As atividades e os materiais da atividade lúdica

Para desenvolver a atividade lúdica, os residentes basearam-se nos princípios que nortearam a produção do material didático sobre balanceamento. A preocupação em enfatizar as noções de troca e permanência de entidades em uma reação química resultou em um material no qual ocorria uma transição gradual do nível submicroscópico (representado por bolinhas coloridas) para o nível simbólico (equações químicas). A aula seguiria essa mesma linha, permitindo aos alunos construir inicialmente a compreensão de que em uma reação química ocorrem quebras e formação de ligações em que os átomos dos reagentes se rearranjam para formar produtos.

A primeira etapa da aula focou na construção dessas ideias, utilizando uma atividade lúdica adequada na qual os alunos interagiam com átomos de forma concreta, superando dificuldades impostas pelas regras (Soares, 2013). A abordagem inicial considerada foi o uso de modelos moleculares, em que diferentes átomos seriam representados por bolas plásticas de cores distintas e as ligações por varetas flexíveis. Uma competição foi proposta para aqueles capazes de recombinar os átomos corretamente em diferentes reações, reforçando os conceitos previamente estudados.

Para desenvolver a atividade lúdica, os residentes basearam-se nos princípios que nortearam a produção do material didático sobre balanceamento. A preocupação em enfatizar as noções de troca e permanência de entidades em uma reação química resultou em um material no qual ocorria uma transição gradual do nível submicroscópico (representado por bolinhas coloridas) para o nível simbólico (equações químicas).

No entanto, após meses de observação do cotidiano escolar, os residentes perceberam que os alunos demonstravam um desejo natural de se expressar por meio de atividades como teatro, esportes, dança, entre outras formas de expressão. Seguindo essa perspectiva, os residentes planejaram

uma atividade lúdica baseada em jogos teatrais, na qual os alunos interpretariam papéis de átomos com o objetivo de formar compostos e enfrentar desafios para alcançar o balanceamento em suas reações. Esta abordagem não apenas permitia aos alunos operar com os conceitos de combinação de átomos, mas também enfatizava a importância do balanceamento na representação de uma reação química.

Os materiais utilizados incluíram apenas a lousa presente na sala e crachás coloridos feitos com cartolinas recortadas e alças de barbante, formando um tipo de “crachá gigante” (Figura 1).

Os crachás representavam dois tipos de átomos através dos símbolos químicos dos elementos: os verdes com “O” de oxigênio e os rosas com “H” de hidrogênio. Sabendo que havia cerca de 20 alunos, foram produzidos 10 crachás de hidrogênio e 10 crachás de oxigênio.

Na primeira parte da atividade, os residentes realizaram uma breve revisão teórica sobre conceitos fundamentais da química: a lei da conservação das massas e como as substâncias e moléculas são formadas por átomos e por quê estes formam ligações. Após a seção expositiva, os alunos foram orientados a formar compostos químicos (Figura 2). As regras da atividade enfatizavam que todos os átomos (alunos) deveriam formar ligações (ligar-se fisicamente), respeitando a lei da conservação das massas e seguindo as instruções dos professores. As três regras de forma resumida eram:

1. Átomos devem formar ligações: ninguém deve ficar sozinho.
2. Lei de conservação das massas: não é possível colocar nem retirar jogadores.
3. Os residentes falam quais os compostos a serem formados.

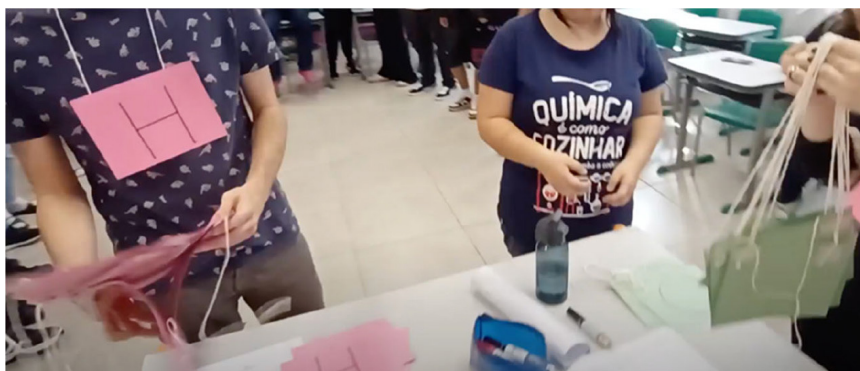


Figura 1: Imagens dos materiais utilizados na atividade lúdica.

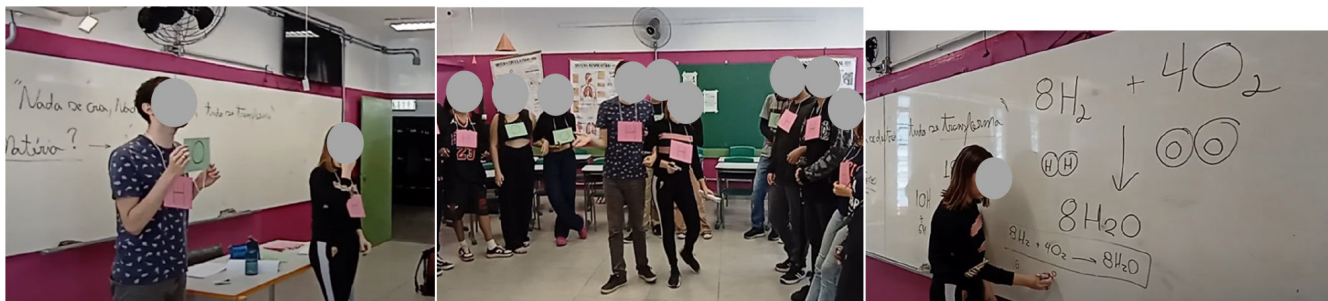


Figura 2: Implementação da atividade lúdica – explicitação das regras; formação de uma molécula de H_2 ; explicação teórica: transição entre os níveis representacionais da química. Obs: Apesar de os participantes autorizarem o uso das imagens, optamos por manter suas faces anônimas.

Os crachás foram distribuídos estrategicamente: metade da sala recebeu crachás representando oxigênio, enquanto a outra metade recebeu crachás de hidrogênio. Essa distribuição foi planejada para criar uma situação desbalanceada, desafiando os alunos a aplicarem conceitos como a lei de conservação das massas e o balanceamento de equações químicas. Foi explicado aos alunos que, naquele momento, eles representariam átomos e foram instruídos a formar os compostos químicos indicados pelos residentes na lousa. A última regra fundamental foi a lei de Lavoisier, que proibia adicionar ou remover “átomos” durante a formação dos compostos, evitando a criação ou destruição de matéria.

Após garantir que todos os alunos estavam de acordo em participar e decidir como seriam formadas as ligações entre os átomos (os alunos optaram por dar as mãos), os residentes desenharam na lousa os dois primeiros compostos formados: H_2 e O_2 . Os alunos representando hidrogênio rapidamente se uniram com outros alunos representando o mesmo elemento, o mesmo ocorrendo com os alunos representativos de oxigênio. Após algum tempo, a classe se estabilizou e os professores verificaram se todas as regras foram seguidas corretamente. Nesta fase, 10 alunos de cada elemento conseguiram formar com sucesso 5 moléculas de gás hidrogênio e 5 moléculas de gás oxigênio (Figura 2).

Na sequência, os residentes explicaram que essas moléculas recém-formadas atuariam como reagentes em uma reação e deveriam se reorganizar (reagir) para formar o produto indicado na lousa: a molécula de água, H_2O . Os alunos se separaram novamente e tentaram formar o produto, mas encontraram um obstáculo.

Os residentes haviam distribuído os crachás de forma desbalanceada de propósito, de modo que não havia átomos de hidrogênio suficientes para formar a molécula de água com a proporção adequada de um átomo de oxigênio para dois átomos de hidrogênio. Isso impossibilitou que todos os alunos participassem da formação da molécula e alguns alunos ficaram isolados, violando a primeira regra da atividade.

Os alunos então iniciaram uma discussão para resolver o problema dentro das regras estabelecidas. Após encontrar uma solução que respeitasse as regras, a atividade lúdica foi encerrada e a aula continuou para uma transição crucial entre os níveis representacionais. Neste ponto, os residentes guiaram os alunos na representação das equações químicas

que haviam sido exploradas durante a atividade lúdica. Esta etapa foi essencial para explicar e conectar o nível submicroscópico das interações entre átomos (como representado na atividade lúdica) ao nível simbólico das equações químicas, fundamentais para a compreensão e prática da química (Figura 2).

Coleta e análise dos dados

Os dados foram coletados durante a implementação da atividade lúdica por meio da observação direta das interações entre os alunos e os residentes, registradas por gravações de áudio e vídeo. A análise dos dados seguiu uma abordagem de análise temática qualitativa (Braun e Clarke, 2006), buscando identificar temas emergentes relacionados à ludicidade. A codificação foi conduzida de forma indutiva, permitindo que os códigos surgissem diretamente dos dados, sem categorias pré-definidas. Posteriormente, os códigos foram agrupados em três temas principais: 1) Interesse e o prazer em aprender, que aborda o interesse dos alunos e o prazer em aprender por meio da abordagem lúdica; 2) Ensino-Aprendizagem, que discute a relação entre o nível simbólico e submicroscópico, bem como os ganhos de compreensão observados; e 3) Algumas Dificuldades e Pontos a se atentar, que foca nas dificuldades encontradas pelos alunos e nos aspectos a serem aprimorados na implementação da proposta.

Resultados e discussão

Interesse e o prazer em aprender

Soares (2013) e Garcez (2014) defendem que a voluntariedade é um fator crucial para o sucesso das atividades lúdicas, pois ela permite construir um compromisso lúdico no qual tanto alunos quanto professores se tornam responsáveis pelo processo de ensino e aprendizagem. No entanto, um dos desafios iniciais observados na prática era convencer os alunos a participar das atividades propostas. Apesar do reconhecimento geral sobre a importância das atividades de lazer na escola (Checcia, 2010), muitos jovens mostram-se relutantes em participar de jogos em sala de aula, devido à associação do ambiente escolar com sentimentos negativos e não lúdicos (Soares, 2013).

A atitude inicial dos alunos refletia essa perspectiva. Eles demonstravam desconfiança em relação às atividades lúdicas

propostas, mantendo-se reservados mesmo durante a fase inicial da formação dos reagentes. Esse comportamento pode ser explicado, em parte, pela falta de desafio percebido na atividade. O desafio é um elemento crucial para a motivação, tanto em atividades lúdicas quanto em tarefas acadêmicas (Bolte *et al.*, 2013). Um jogo sem desafio ou uma tarefa entediante pode não atrair o interesse dos alunos da mesma forma que uma atividade excessivamente difícil.

Uma mudança perceptível na atitude dos alunos ocorreu quando a dificuldade aumentou. Durante a tentativa de formar reagentes, passaram a surgir intervenções dos próprios alunos onde eles mesmo corrigiam ou indicavam onde o outro deveria estar:

Aluna 1: Não, não ((impedindo que outro formasse a ligação)).

Aluno 2: Por que não “filhão”?

Aluna 3: Vai interagir demais!

Aluno 4: É H_2O , dois H e um O

Aluna 3: São dois H e um O ((aponta para onde o Aluno 2 deve ir))

Aluno 2: ((olhando ao redor)) E agora?

Fica evidente que muitos alunos não estavam conseguindo obter sucesso. Esse momento de “fracasso” inicialmente surpreendeu os estudantes, mas logo foi transformado em diversão. A presença de um aluno conhecido pelo seu senso de humor ajudou a criar um ambiente descontraído, onde os estudantes riram da situação confusa que se instalou enquanto tentavam formar ligações químicas para produzir água. A partir desse ponto, os alunos começaram a se envolver de maneira mais ativa na resolução do desafio proposto. A diversão gerada pela situação inspirou-os a questionar e propor soluções antes mesmo dos professores intervirem.

É interessante observar que os alunos envolvidos na atividade não eram conhecidos por sua participação regular em sala de aula, e muitos deles tinham dificuldades específicas com a disciplina de química. Isso sugere que a atividade lúdica não apenas mudou temporariamente a atitude dos estudantes em relação ao estudo da química, mas também os motivou a se envolver de maneira mais profunda e interessada.

A transformação na atitude dos alunos não se limitou à resolução do desafio inicial. Eles continuaram a demonstrar um nível renovado de interesse e prazer durante as etapas subsequentes da atividade. As perguntas feitas, as soluções propostas e as exclamações de entusiasmo foram diferentes do início da aula. O engajamento foi tanto que, em dado momento, os alunos chamam a atenção do residente que

estava fazendo a explicação e ainda usava o crachá verde de Oxigênio: “Você tá sozinho!”. Em suma, a introdução da voluntariedade e do desafio em atividades lúdicas não só pode aumentar o engajamento dos alunos, mas também transformar positivamente suas atitudes em relação ao aprendizado acadêmico.

Ensino-Aprendizagem

A atividade tinha como objetivo principal desenvolver os conceitos relacionados ao balanceamento de equações químicas, como lei de conservação de massa, a proporção e o uso de coeficientes estequiométricos e a identificação de reagentes e produtos. O procedimento em si poderia ser aprendido através da repetição e, no geral, não seriam necessárias outras abordagens, entretanto, havia a preocupação de se explorar aspectos mais profundos, como as recombinações dos átomos em reações químicas e a relevância do balanceamento para o estudo da química, além da transição entre os diferentes níveis representacionais.

Essas preocupações eram justificadas pois as dificuldades de abstração e de transição entre os níveis conceituais da Química são grande fonte de equívocos na utilização dos conceitos de balanceamento e estequiometria, conceito da química intimamente relacionado ao balanceamento (Duarte, 2020; Santos e da Silva, 2013; Savoy, 1988).

Visava-se, portanto, que a compreensão do balanceamento não se resumisse apenas ao âmbito matemático, já que é conhecido que os estudantes “Muitas vezes, conseguem balancear reações e até mesmo identificar a quantidade de átomos presentes nas fórmulas químicas, mas não compreendem o seu significado” (Duarte 2020, p.183). Esse autor deixa clara a importância de se relacionar os âmbitos microscópicos e simbólico no ensino do balanceamento.

Nesse contexto, a atividade lúdica desempenhou um papel essencial ao permitir o trânsito entre os níveis micro e o simbólico, promovendo também o desenvolvimento dos conceitos relacionados ao balanceamento químico. Durante a atividade, surgiram falas que indicam que os alunos foram capazes de estabelecer relações entre esses dois níveis. Um exemplo disso pode ser observado nos trechos a seguir, registrados após a formação dos produtos, quando ocorreu uma “sobra” de átomos:

Residente 1: Por que teve gente que ficou sem molécula?

Aluna 3: Porque tinha mais. Está faltando H.

Aluna 5: É? É!

Aluno 2: Porque não está balanceado.

Aluno 6: Vamos balancear?

A presença de um aluno conhecido pelo seu senso de humor ajudou a criar um ambiente descontraído, onde os estudantes riram da situação confusa que se instalou enquanto tentavam formar ligações químicas para produzir água. A partir desse ponto, os alunos começaram a se envolver de maneira mais ativa na resolução do desafio proposto. A diversão gerada pela situação inspirou-os a questionar e propor soluções antes mesmo dos professores intervirem.

Todos: Vamos balancear. ((Rindo))

Residente 1: Por quê? O que acontece? Como a gente não balanceou nossa equação, a gente formou então ((contando)), uma, duas, quatro, cinco moléculas de água.

Aluno 2: E três oxigênios, ali, depressivos.

Residente 1: Então gente, como a gente resolveria nosso problema?

Aluna 7: Pegando mais hidrogênio.

Aluno 2: Mais 2 no caso.

Aluno 6: Mais seis.

Residente: Quantos hidrogênios a gente precisaria?

Alunos: Seis

Aluno 2: Pera, por que 6?

Aluno 6: São dois para cada oxigênio

Aluna 8: Para formar H_2O ((aponta para a lousa)), dois hidrogênios e um oxigênio.

Podemos observar no diálogo que os alunos compreendem tanto que havia uma questão matemática envolvida, já que utilizam comparações entre os números nas fórmulas dos reagentes e produtos para explicar o problema. Porém, eles também demonstram compreender que estes números não estão limitados ao simbólico, já que argumentam que os números estão “errados” pois não condizem com o que é necessário para formar a moléculas de produto devidamente.

Após a atividade lúdica, seguiu-se uma breve exposição para consolidar os conceitos aprendidos. Os alunos foram então convidados a resolver exercícios de balanceamento na lousa, com auxílio dos colegas. A transição da representação dos átomos durante o jogo para representações em esferas e, por fim, para equações químicas, que são a forma usual de representação científica, foi um passo importante.

No primeiro exercício na lousa, os alunos usaram marcadores coloridos para representar átomos se combinando e formando novas moléculas. Contudo, eles logo expressaram que essa abordagem era demorada e exigia muito tempo. Isso foi um ponto de reflexão para os residentes, que reintroduziram a representação por equações químicas. Após a atividade lúdica, os alunos pareciam mais receptivos a essa forma de representação e mostraram-se visivelmente satisfeitos com ela:

Residente 1: Reparem que, fazer (as contas) com crachás, ou com bolinhas, é muito fácil. Porque é só a gente ir combinando até dar certo.

Aluno 6: É só contar, na prova não vai ter crachá.

Residente 1: Exatamente, vocês vão falar “na prova do Professor Preceptor ele não dá plaquinha para gente”.

Aluno 6: ((rindo)) Junta aqui pessoal vamos fazer uma dinâmica.

Aluna 3: ((rindo)) Vem aqui professor.

Aluno 6: ((rindo)) Professor, põe uns “crachazinhos” aqui para mim.

Residente 1: Imagina então um químico, está lá no laboratório dele e fala “Preciso chamar 30 pessoas

pra balancear essa equação”.

Aluno 6: ((rindo)) No ENEM todo mundo levantando pra fazer a prova!

Podemos observar nas falas como o próprio aluno chega à conclusão de que é necessário um método mais conciso de representação para que se faça o balanceamento no cotidiano da ciência escolar.

Antes da atividade, as equações químicas eram vistas como obstáculos pelos alunos, símbolos difíceis de compreender. No entanto, após a atividade, eles passaram a entender a necessidade de diferentes ferramentas para efetivamente balancear as reações químicas.

Ao permitir que os próprios estudantes resolvessem os exercícios na lousa, com a colaboração dos colegas, foi possível observar um raciocínio mais reflexivo e menos automático no processo de balanceamento. As discussões agora focavam não apenas na correção do procedimento, mas também na compreensão profunda das operações entre os átomos envolvidos nas reações químicas.

Algumas dificuldades e pontos a se atentar

Ao introduzir atividades lúdicas na sala de aula, é crucial seguir regras bem definidas, como enfatizado por Soares (2013, p. 42): “para um jogo funcionar adequadamente em sala de aula, faz-se necessária uma boa regra e que ela seja extremamente clara.” Investir tempo suficiente para que todos os alunos compreendam as regras é fundamental, especialmente considerando a possível resistência inicial dos jovens a jogos no ambiente escolar. De fato, nessa experiência específica, um aluno optou por não participar da aula devido à dinâmica que não o interessava.

Além da clareza das regras, é essencial considerar os aspectos sociais da sala de aula. Como observado na descrição da atividade, um ponto crucial do jogo foi o momento em que “sobraram” átomos na reação desbalanceada. A sala de aula não é apenas um espaço de aprendizado, mas também de interação entre alunos e professores, onde podem surgir dinâmicas sociais complexas. No caso citado, o grupo formado era diversificado, o que contribuiu para um ambiente sem atritos ou sentimentos de exclusão decorrentes da “sobra” no jogo. Pelo contrário, a situação proporcionou diversão adicional e estimulou discussões na sala de aula. Na situação estudada, a escola é participante do Programa de Ensino Integral, o que pode ter contribuído para o sucesso da atividade, uma vez que os alunos passam um tempo estendido na escola e isso pode favorecer a criação de vínculos mais duradouros entre eles.

Outro aspecto crítico discutido durante o planejamento da atividade foi o antropomorfismo das entidades atômicas. Quando questionados acerca do que ocorreria se retirássemos certa quantidade de átomos apenas do produto, alguns alunos chegaram a responder “Eles morrem”, dando a entender que as entidades atômicas estariam vivas. Podemos, também, observar a atribuição de características humanas aos átomos na atividade em falas como a do Aluno 2: “três oxigênios,

ali, depressivos”. A utilização do termo revela que o aluno compreende que os átomos têm a tendência de se juntarem em ligações, mas atribui esta característica ao gosto ou a emoções humanas.

O estudo de Kallery e Psillos (2004) indica que a linguagem antropomórfica é comum entre alunos e professores em diversas disciplinas científicas, sendo o antropomorfismo e o animismo frequentemente utilizados para facilitar a compreensão de fenômenos biológicos, físicos e químicos. Além disso, pesquisas como de Treagust e Harrison (2000) mostram que o uso de antropomorfismos e animismos pode, de fato, ser uma ajuda para a compreensão dos alunos em ciências, incluindo a Química. Esses estudos demonstram que, quando mediado de forma adequada, o uso dessas figuras de linguagem pode aproximar os alunos de conceitos abstratos e difíceis, aumentando seu envolvimento e interesse.

Desta forma, assim como aponta Giordan e Gois (2007), é necessário distinguir claramente os significados desejados (como a simulação do comportamento dos átomos) dos significados que devem ser evitados (como atribuir características humanas aos átomos). É fundamental que o professor reitere continuamente aos alunos que os átomos não são seres conscientes e que seu comportamento obedece a leis físicas e químicas, não a desejos ou vontades humanas.

Considerações finais

A atividade lúdica apresentada neste estudo se destacou como uma excelente estratégia para o ensino de balanceamento químico, promovendo o trânsito entre os diferentes níveis representacionais da Química e engajando os alunos em um processo de ensino-aprendizagem ativo.

Ao vivenciarem o papel de átomos e moléculas em uma dinâmica interativa, os estudantes puderam compreender de maneira mais concreta a lógica subjacente ao balanceamento de reações químicas, conectando conceitos simbólicos e submicroscópicos.

Os resultados evidenciaram que a ludicidade, quando aliada a desafios bem estruturados, não apenas motiva os alunos, mas também amplia sua compreensão sobre a importância das representações químicas. As interações durante a atividade e os diálogos observados reforçam o potencial da abordagem lúdica em transformar equações químicas, tradicionalmente vistas como barreiras, em ferramentas compreensíveis e úteis para os estudantes. Nesse sentido, os residentes foram capazes de fomentar uma motivação extrínseca nos alunos ao criarem um ambiente educacional favorável. Tal motivação resultou em ganhos na compreensão sobre o balanceamento químico, promovendo a conexão necessário entre o nível simbólico da Química ao nível submicroscópico.

No entanto, a experiência também revelou a necessidade de um planejamento detalhado, com regras claras e um equilíbrio adequado entre desafio e acessibilidade. Dessa forma, é possível superar as resistências iniciais e potencializar os benefícios pedagógicos do jogo.

Conclui-se que o uso de atividades lúdicas no ensino de Química não apenas facilita o aprendizado de conceitos específicos, como o balanceamento químico, mas também contribui para criar uma relação mais positiva e motivadora dos alunos com a disciplina. A proposta aqui apresentada pode servir como inspiração para práticas inovadoras, destacando a importância de explorar metodologias que tornem o ensino de Química mais dinâmico, acessível e envolvente. Essa abordagem não só facilitou a compreensão dos conceitos teóricos, mas também incentivou o desenvolvimento de habilidades sociais e de resolução de problemas entre os alunos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Capes e da Pró-Reitoria de Graduação da USP pelas bolsas concedidas ao PRP, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processos #2013/07937-8 e #2021/03489-7 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Processo #312017/2021-9. Agradecimentos especiais aos residentes, preceptores e à recepção dada pela escola campo.

Pedro Naum de Lima (pedronaldelima@usp.br) é licenciado em Química pela Universidade de São Paulo e mestrando do Programa de Pós-Graduação Multidisciplinadas em Ensino de Ciências e Matemática da UNICAMP. **Luciane Fernandes de Goes** (luciane.goes@ufscar.br) é bacharel e licenciada em Química, mestre e doutora em Ciências (Ensino de Química), todos pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professora da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus São Carlos - SP. **Carmen Fernandez** (carmen@iq.usp.br) é bacharel e licenciada em Química, mestre e doutora em Ciências (Química Orgânica). Tem livre-docência em Ensino de Química, todos pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é professora associada do Departamento de Química Fundamental do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, SP-capital.

Referências

- BOLTE, C., STRELLER, S. e HOFSTEIN, A. How to motivate students and raise their interest in chemistry education. In: EILKS, I. HOFSTEIN, A. (Eds). *Teaching chemistry - a studybook: A practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers*. Roterdã: Sense Publishers, 2013.
- BRAUN, V. e CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.
- BROWN, T.; LeMAY, H. e BURSTEN, B. *Chemistry: the central science*. 12ª ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2013.
- CAROBIN, C. e SERRANO, A. Uma revisão das concepções alternativas em equilíbrio químico dentro do enfoque dos diferentes níveis de representação. *Acta Scientiae*, v. 9, n. 2, 2007.
- CHECCIA, A. *Adolescência e escolarização numa perspectiva crítica em psicologia escolar*. São Paulo: Alínea, 2010.

- CORIO, P. e FERNANDEZ, C. Teaching chemistry in Brazil. In: Björn Risch. (Org.). *Teaching chemistry around the world*. Berlin: Waxmann Verlag GMBH, 2010.
- DECI, E. e RYAN, R. *Intrinsic motivation and self-determination in human behaviour*. New York: Plenum, 1985.
- DECI, E. e RYAN, R. *Handbook of self-determination research*. Rochester: University of Rochester, 2002.
- De JONG, O.; BLONDER, R. e OVERSBY, J. How to balance chemistry education between observing phenomena and thinking in models. In: EILKS, I. HOFSTEIN, A. (Eds.). *Teaching Chemistry - a studybook: A practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers*. Sense Publishers, 2013.
- DUARTE, C. J. Método algébrico para balanceamento de reações: Uma alternativa não explorada em livros didáticos de química. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 2, p. 183-189, 2021.
- EILKS, I.; MOELLERING, J. e VALANIDES, N. Seventh-grade students' understanding of chemical reactions: reflections from an action research interview study. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, v. 3, n. 4, p. 271-286, 2007.
- EILKS, I. Teacher pathways through the particulate nature of matter in lower secondary school chemistry: continuous switching between different models or a coherent conceptual structure? In: TSAPARLIS, G. e SEVIAN, H. (Eds.). *Concepts of Matter in Science Education*. Berlin: Springer, 2013.
- FELÍCIO, C. M. e SOARES, M. H. F. B. Da intencionalidade à responsabilidade lúdica: novos termos para uma reflexão sobre o uso de jogos no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 3, p. 160-168, 2018.
- FERNANDEZ, C. Formação de professores de química no Brasil e no mundo. *Estudos Avançados*, v. 32, p. 205-224, 2018.
- GABEL, D. Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future. *Journal of Chemical Education*, v. 76, p. 548-554, 1999.
- GARCEZ, E. *O lúdico em ensino de química: um estudo do estado da arte*. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.
- GILBERT, J. K. e TREAGUST, D. F. Introduction: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in chemical education. In: GILBERT, J.K. e TREAGUST, D.F., (Eds.). *Multiple Representations in Chemical Education*. Berlin: Springer, 2009.
- GIORDAN, M. e GOIS, J. Semiótica na química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. *Química Nova na Escola*, n.7, p. 34-42, 2007.
- GOES, L. F.; CHEN, X.; NOGUEIRA, K. S. C.; FERNANDEZ, C. e EILKS, I. An analysis of the visual representation of redox reactions and related content in Brazilian secondary school chemistry textbooks. *Science Education International*, v. 31, n. 3, p. 313-324, 2020.
- HINTON, M. E. e NAKHLEH, M. B. Students' microscopic, macroscopic, and symbolic representations of chemical reactions. *The Chemical Educator*, v. 4, n. 5, p. 158-167, 1999.
- JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 7, p. 75-83, 1991.
- JOHNSTONE, A. H. Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 7, p. 49-63, 2006.
- JOHNSTONE, A. H. You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n. 1, p. 22-29, 2010.
- KALLERY, M. e PSILLOS, D. Anthropomorphism and animism in early years science: why teachers use them, how they conceptualise them and what are their views on their use. *Research in Science Education*, v. 34, p. 291-311, 2004.
- KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, T. M. (Org.). *Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação*. 12ª ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- KISHIMOTO, T. M. *O jogo e a educação infantil*. São Paulo: Cengage Learning, 2021.
- KOZMA, R. e RUSSELL, J. Students becoming chemists: developing representationl competence. In: GILBERT, J.K. (Ed). *Visualization in Science Education. Models and Modeling in Science Education*. Dordrecht: Springer, 2005.
- KUMAN, D. D. Computer applications in balancing chemical equations. *Journal of Science Education and Technology*, v. 10, n. 4, p. 347-350, 2001.
- MARKIC, S.; BROGGY, J. e CHILDS, P. How to deal with linguistic issues in chemistry classes. In: EILKS, I. e HOFSTEIN, A. (Org.). *Teaching chemistry - a studybook: a practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers*, v. 1. Roterda: Sense Publishers, 2013. p. 127-152.
- MORTIMER, E. F. e MIRANDA, L. C. Transformações – concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 23-26, 1995.
- PIAGET, J. *A formação do símbolo na criança: Imitação, jogo e sonho, imagem e representação*. Tradução de Álvaro Cabral e Christiano Monteiro Oiticica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1978.
- POZO, J. e CRESPO, M. *A Aprendizagem e o ensino de ciências*. 5ª ed. São Paulo: Artmed, 2009.
- SANTOS, W. L. P. e SCHENETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3ª ed. Ijuí: Unijuí, 2003.
- SANTOS, L. C. e SILVA, M. G. L. O estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona, 2013.
- SAVOY, L. G. Balancing chemical equations. *School Science Review*, v. 69, n. 249, p. 713-720, 1988.
- SOARES, M. H. F. B. *Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química*. Kelps: Goiânia, 2013.
- TALANQUER, V. Macro, submicro, and symbolic? The many faces of the chemistry triplet. *International Journal of Science Education*. v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.
- TEZANI, T. C. R. O jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento: aspectos cognitivos e afetivos. *Educação em Revista*, v. 7, n. 1-2, p. 1-16, 2006.
- TREAGUST, D. F. e HARRISON, A. G. In search of explanatory frameworks: an analysis of Richard Feynman's lecture 'Atoms in motion'. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 11, p. 1157-1170, 2000.
- TREAGUST, D.; CHITTLEBOROUGH, G. e MAMIALA, T. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, v. 25, n. 11, p. 1353-1368, 2003.
- VALANIDES, N.; NICOLAIDOU, A. e EILKS, I. Twelfth grade students' understanding of oxidation and combustion: Using action research to improve teachers' practical knowledge

and teaching practice. *Research in Science and Technological Education*, v. 21, n. 2, p. 159-175, 2003.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Tradução de José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

VYGOTSKY, L. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. e BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

Abstract: *Playing with formulas and reactions: playfulness in teaching Chemistry to explore molecular representation in chemical balancing.* Chemistry has its own language that students must learn to interpret. The use of equations to represent chemical reactions can be challenging, as many students struggle to see the connection between the equations and the actual chemical transformations, making stoichiometry difficult to grasp. To address this challenge, a playful activity was introduced as part of the Pedagogical Residency Program. Recognizing the difficulties students faced with balancing equations, the residents developed an interactive approach that linked the symbolic level of Chemistry to the submicroscopic level. Using a whiteboard, name tags, and theatrical games, students took on the role of atoms, forming compounds and solving balancing challenges. Through this theatrical representation, students gained a deeper understanding of the complexity of chemical processes, which helped them appreciate the importance of chemical equations. After the activity, students showed greater confidence in solving related problems, underscoring the motivational value of play in science education.

Keywords: didactic games, chemistry teaching, levels of representation