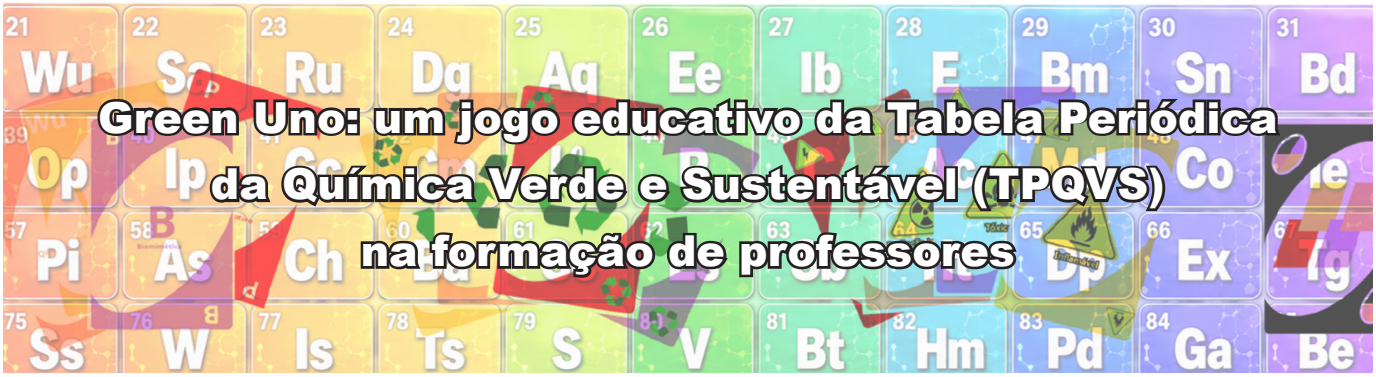
Química Nova na Escola, v. 48, n. 4, p. 382-391, 2026 – http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160506



Green Uno: um jogo educativo da Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS) na formação de professores

Maria Joana de S. Paiva, Talita E. S. da Silva, Danilo A. Cruz, André A. H. da Silveira e Carlos Alberto da Silva Júnior

A Química Verde (QV) pode ser abordada de forma sistêmica por meio da Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS), recurso didático que organiza e amplia seus princípios de maneira interdisciplinar. Apesar de seu potencial educativo, a TPQVS ainda é pouco conhecida nos cursos de formação de professores. Para promover a sua utilização no Ensino de Química Verde (EQV), os jogos didáticos surgem como um importante instrumento de contextualização. Assim sendo, este trabalho descreve a aplicação do "Green Uno", um jogo educativo sobre a TPQVS, com o objetivo de analisar a mobilização de conhecimentos sobre e para a QV. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza participante, realizada com dezoito licenciandos em Química de uma universidade pública. Os resultados demonstraram que o "Green Uno" contribui para a promoção do EQV e se sobressai, em comparação aos demais jogos presentes na literatura, pelo pioneirismo e inovação de abordar a TPQVS no contexto da formação de professores.

▶ jogos, tabela periódica, química verde, pensamento sistêmico. ◀

Recebido em 23/12/2025; aceito em 05/05/2026

Introdução

Diante dos crescentes impactos das ações antrópicas sobre o ambiente, torna-se imperativo repensar o papel da ciência na construção de um futuro mais sustentável. Neste contexto, destaca-se a Química Verde (QV)[1], definida como "a invenção, o *design* e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas" (Tundo *et al*., 2000, p. 1210). Para que essa Química Limpa (Lenardão *et al*., 2003) se torne integrante da prática educativa, é preciso incorporá-la na formação de professores (Da Silva Júnior *et al*., 2022; 2024a; Cannon *et al*., 2023; 2024; Obhi *et al*., 2025), que desempenham um papel importante na promoção de uma educação comprometida com a sustentabilidade.

No entanto, a QV ainda é pouco abordada nos currículos escolares e nos cursos de formação inicial de professores (Almeida *et al*., 2019; Gomes *et al*., 2022; Vaz *et al*., 2024; Sandri *et al*., 2025). Essa limitação contraria o Objetivo da Química para o Desenvolvimento Sustentável 1 (OQDS 1), proposto pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), que recomenda a promoção da sustentabilidade por meio do Ensino de Química (Silva *et al*., 2022). Diante dessa lacuna, a utilização de jogos no Ensino de Química Verde (EQV) tem ganhado destaque para facilitar a compreensão dos conteúdos, estimular o interesse dos estudantes e promover um aprendizado mais colaborativo e participativo (Velozo *et al*., 2024; Lathwesen e Eilks, 2024; Chang *et al*., 2025).

Os jogos educativos são caracterizados na literatura, em sentido restrito, como materiais ou situações que envolvem ações orientadas à aquisição ou ao desenvolvimento de conteúdos específicos e habilidades intelectuais (Kishimoto, 2021). Além disso, podem proporcionar simultaneamente o prazer e a educação aos sujeitos, ao superar o aparente paradoxo entre jogar e aprender. Nesse contexto, autores como Piaget (1976) e Vygotsky (2004) analisaram os jogos como importantes para o desenvolvimento cognitivo e social dos estudantes. Piaget (1976), em particular, investiga os jogos como condições para o desenvolvimento da criança, classificando-os em jogos de exercício, simbólicos e de regras, enquanto Vygotsky (2004) destaca o papel das interações sociais mediadas pelos jogos no processo de aprendizagem.

No EQV, pesquisas recentes têm demonstrado que jogos educativos favorecem a compreensão de conceitos complexos e estimulam a motivação dos discentes para aprender (Val, 2019; Velozo *et al.,* 2022; Silva e Bernardo, 2023;

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons

Martins e Da Silva Júnior, 2024). Na literatura, são apresentadas propostas de jogos que empregam tanto recursos analógicos quanto digitais para o EQV. Entre os analógicos, destacamos o "Green Machine" (Miller *et al.*, 2019), um jogo de cartas voltado ao ensino de processos de reciclagem e pensamento sistêmico sob a perspectiva da QV; o "Green City" (Costa e Almeida, 2023), um jogo de tabuleiro voltado à proposição de soluções ambientais para uma cidade fictícia; o "Quiminó" (Silveira *et al.*, 2024), inspirado no dominó, em que se associam os 12 princípios da QV às suas descrições; e os "Pictogramas de Perigo" (Roloff e Rüntzel, 2025), baseados em pictogramas, símbolos gráficos que comunicam os perigos de produtos químicos.

Entre os digitais, incluímos o "Quiz da QV" (Da Silva Júnior, 2017), um jogo de perguntas e respostas sobre aspectos históricos da QV; o "Safer Chemical Design Game" (Mellor *et al.*, 2018), uma simulação computacional em que os estudantes projetam produtos químicos mais seguros sob a perspectiva da QV; o "Química Verde em Ação" (Silva *et al.*, 2025a), um jogo voltado ao estudo da catálise; o "Elemental Horizon" (Batista *et al.*, 2025), um *Role-Playing Game* (RPG) em que os participantes assumem personagens para enfrentar uma crise hídrica, abordando princípios da QV e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); e o "Green Game" (Santos *et al.*, 2025), este último aplicado em atividades de extensão. Também destacamos o jogo educativo "Rota Verde", publicado nesta revista e desenvolvido em português e em Língua Brasileira de Sinais (Libras) por Velozo *et al.* (2024), o qual promoveu a inclusão de estudantes surdos e ouvintes na Educação Básica.

Embora essas pesquisas abordem a QV, nenhuma delas integra a Tabela Periódica dos Elementos Figurativos da Química Verde e Sustentável (TPQVS). Historicamente, a TPQVS, proposta por Anastas e Zimmerman (2019), constitui uma metáfora da Tabela Periódica dos Elementos Químicos (TPEQ). Sua elaboração ocorreu durante o Ano Internacional da Tabela Periódica, proclamado pela ONU e pela UNESCO em 2019, em comemoração aos 150 anos da criação da Tabela Periódica de Dmitri Mendeleev (Leite, 2019). Em 2022, a TPQVS foi traduzida do inglês para o português (Da Silva Júnior *et al.*, 2022), sendo mais recentemente reconhecida como recurso didático e interdisciplinar por Da Silva Júnior (2024).

Há trabalhos hodiernos que utilizam essa tabela periódica alternativa em estudos de casos (Da Silva Júnior *et al.*, 2024b), atividades de extensão (Da Silva Júnior *et al.*, 2024c) e propostas inclusivas para cegos (Martins *et al.*, 2024) e surdos (Martins e Da Silva Júnior, 2025). Contudo, verificamos que a sua utilização em jogos ainda é limitada (Martins *et al.*, 2023), sobretudo na formação de professores (Da Silva Júnior *et al.*, 2023).

No capítulo de livro "A Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável na Perspectiva da Formação de Professores de Química: O que, como e por que ensinar?" (Da Silva Júnior *et al.*, 2023), pesquisadores brasileiros destacaram o potencial da TPQVS para a promoção do EQV. Segundo os autores, "a TPQVS pode ser compreendida como uma forma de popularizar a Química Verde, bem como potencializar, efetiva e reflexivamente, aspectos cruciais de aprendizagem na Educação Química, tendo como fundamento, por exemplo, o binômio professor-pesquisador" (Da Silva Júnior *et al.*, 2023, p. 121). Eles propuseram abordagens que vão da perspectiva conceitual à crítica, evidenciando seu valor como recurso didático integrador entre conhecimento teórico, prática pedagógica e reflexão sobre o EQV.

Assim sendo, este trabalho descreve a aplicação do "Green Uno", um jogo educativo sobre a TPQVS, com o objetivo de analisar a mobilização de conhecimentos sobre e para a QV, evidenciando o potencial formativo desse recurso inovador no contexto da formação de professores de Química.

Metodologia

Tipo de pesquisa e instrumentos para levantamento de dados

A pesquisa foi desenvolvida a partir de um enfoque qualitativo, de natureza participante, considerando a conexão entre a realidade objetiva e a experiência subjetiva de cada indivíduo (Flick, 2009; Mól, 2017). Nesse contexto, a aplicação do jogo educativo neste estudo teve como foco sua utilização pedagógica em uma nova experiência formativa, não se configurando como etapa de validação ou de análise de sua eficácia, uma vez que o "Green Uno" já havia sido previamente aplicado em turmas anteriores.

A coleta de dados ocorreu por meio de questões abertas e observação dos pesquisadores. Foram aplicados dois questionários: Instrumento de Avaliação Inicial (IAI) e Instrumento de Avaliação Final (IAF), em momentos distintos da intervenção didática (início e término), com as seguintes questões: (1) O que é a Química Verde para você?; (2) O que é a Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS)?; (3) Em quantos blocos é dividida a TPQVS?; (4) Quais são os blocos da TPQVS?; e (5) O que são os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)? A comparação entre as respostas ao IAI e o IAF foi realizada de forma qualitativa, visando identificar mudanças na mobilização de conhecimentos sobre e para a QV (Andrade e Zuin, 2023; Da Silva Júnior *et al.*, 2024b). A análise dos dados seguiu uma abordagem qualitativa interpretativa, baseada na leitura sistemática das respostas e na identificação de padrões e mudanças nas concepções dos participantes ao longo da intervenção. Reconhecem-se limitações inerentes a esse tipo de delineamento.

Universo da pesquisa

O estudo foi conduzido em uma turma do 3º período do Curso Superior de Licenciatura em Química de uma universidade pública da região Nordeste do Brasil, composta por 18 (dezoito) estudantes. As aulas ocorreram no período noturno. A equipe de pesquisa foi formada por um professor de Química e quatro estagiários, graduandos do mesmo curso e instituição. Os pesquisadores explicaram as regras e auxiliaram durante as partidas para garantir a compreensão do jogo e seu conteúdo.

Sobre o "Green Uno"

O "Green Uno" se caracteriza como um jogo de cartas, baseado na estrutura lógica do "Uno" tradicional, e foi desenvolvido como jogo educativo formalizado, no contexto da didatização lúdica (Cleophas *et al*., 2018), para o ensino da TPQVS a licenciandos em Química/Ciências. Composto por 104 cartas no formato 56 mm × 87 mm, o jogo foi elaborado no *Canva*, uma ferramenta *online* de *design* gráfico utilizada na criação de materiais visuais, como jogos e infográficos (Mina *et al*., 2024). Desse modo, as cartas foram cuidadosamente concebidas para contribuir com a aquisição de conhecimentos de forma lúdica e interativa.

A construção do jogo foi orientada por fundamentos teóricos e epistemológicos do uso de jogos no Ensino de Química, considerando o equilíbrio entre as funções lúdica e educativa (Kishimoto, 2021), bem como a intencionalidade lúdica voltada à formação de professores (Felício e Soares, 2018). Nesse sentido, o jogo foi concebido não apenas como recurso de motivação, mas como um artefato pedagógico fundamentado em princípios epistemológicos que reconhecem o papel do jogo na construção do conhecimento científico, por meio da interação, da mediação docente e da resolução de situações-problema.

Do ponto de vista epistemológico, o "Green Uno" assume uma perspectiva construtivista e sociointeracionista, na qual o conhecimento não é apenas mobilizado, mas progressivamente reconstruído pelos licenciandos durante a dinâmica do jogo. O *design* do jogo foi estruturado de forma intencional para articular conteúdos da TPQVS às ações dos participantes, exigindo tomada de decisão fundamentada e favorecendo a reorganização conceitual. Assim, o jogo configura-se como um artefato pedagógico de natureza formativa, no qual o conhecimento em QV é não apenas aplicado, mas também construído no decorrer da experiência lúdica, articulando engajamento, reflexão e mediação docente.

Conforme ilustrado na Figura 1, as cartas foram estruturadas em sete categorias distintas: a) 56 (cinquenta e seis) cartas com símbolos e nomes de elementos figurativos da TPQVS (como "B" para "Biomimética"), divididos em quatro cores, correspondentes aos blocos dessa tabela periódica alternativa (Fig. 1a); b) 8 (oito) cartas de "Inversão Sustentável" (Fig. 1b), que alteram o sentido do jogo, invertendo a direção (por exemplo, da esquerda para a direita, e vice-versa); c) 8 (oito) cartas de "Bloqueio" (Fig. 1c), que impedem a jogada do próximo participante e apresentam pictogramas, símbolos gráficos que comunicam os perigos associados às substâncias químicas (como o de corrosivo, inflamável e tóxico), usuais em laboratórios; d) 8 (oito) cartas de "Mudança de Bloco" ou curinga (Fig. 1d), que podem ser descartadas sobre qualquer tipo de carta e possibilitam a escolha de um novo bloco da TPQVS para as próximas rodadas; e) 8 (oito) cartas de "Bloco Específico" (Fig. 1e), que restringem as jogadas a um único bloco da TPQVS; e, por fim, as cartas especiais, que podem ser subdivididas em f) 8 (oito) cartas de ação +2 (Fig. 1f), que apresentam perguntas sobre a QV, penalizando os jogadores que não respondem corretamente (por exemplo, quando um jogador descarta uma carta com uma pergunta e símbolo +2, o próximo deve acertar a pergunta; caso contrário, deverá comprar 2 cartas e passar

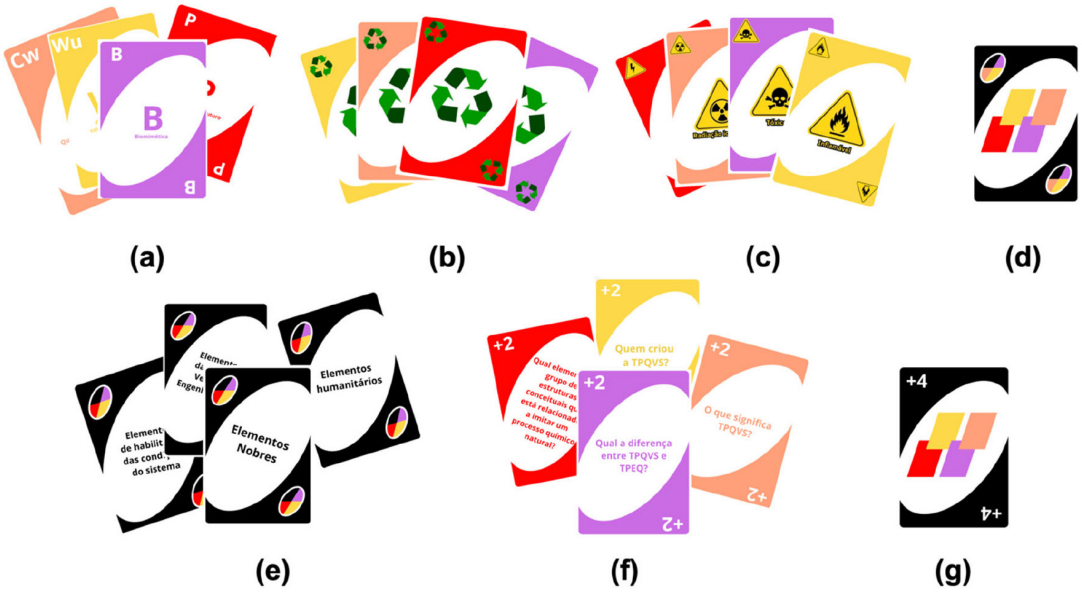


Figura 1: Categorias de cartas do jogo educativo "Green Uno": (a) elementos figurativos da TPQVS; (b) inversão sustentável; (c) bloqueio; (d) curinga; (e) bloco específico; (f) ação +2; (g) ação +4.

a vez, sem fazer nenhum descarte) e em g) 8 (oito) cartas de ação +4 (Fig. 1g), que funcionam como *supercuringas*: além de terem a mesma função do curinga, carregam a vantagem de forçar o próximo jogador a comprar 4 (quatro) cartas e perder a vez de jogar.

Com o objetivo de garantir que as funções lúdicas e educativas estivessem em equilíbrio, como salientam Cleophas *et al.* (2018), o "Green Uno" foi desenvolvido com base nos pilares da intencionalidade, atitude, responsabilidade e compromisso lúdicos, os quais fundamentam a estratégia ludo-didática centrada na aprendizagem progressiva, no engajamento voluntário e na construção colaborativa do conhecimento.

Segundo Felício e Soares (2018), a intencionalidade lúdica está relacionada à orientação pedagógica consciente do professor; a atitude lúdica, ao engajamento voluntário dos estudantes; o compromisso lúdico favorece o diálogo e a construção compartilhada; e a responsabilidade lúdica associa-se à corresponsabilização pelo processo de aprendizagem. No contexto deste estudo, tais pilares potencializam a abordagem da QV, materializada na TPQVS, ao favorecerem a compreensão de seus princípios e promoverem o envolvimento dos licenciandos com questões socioambientais. Essa articulação se alinha ao ODS 4, ao viabilizar práticas educativas participativas, colaborativas e orientadas ao desenvolvimento de competências para a sustentabilidade.

Do ponto de vista da didatização lúdica, o "Green Uno" configura-se como um Jogo Educativo Formalizado (JEF), "pois tem, antes de tudo, uma intencionalidade pedagógica" (Cleophas *et al.*, 2018, p. 39), favorecendo o amadurecimento intelectual dos estudantes que o jogam.

Como jogar o "Green Uno"?

A dinâmica do jogo inicia-se com a distribuição de sete cartas para cada participante. A primeira carta do baralho é posicionada no centro da mesa para dar início à pilha de descarte. Durante a partida, cada jogador deve descartar cartas que correspondam à cor (bloco) ou ao símbolo (elemento figurativo) da carta que está no topo da pilha, podendo, caso não possua uma carta válida, jogar uma carta de ação ou comprar uma carta do baralho.

As regras determinam que apenas uma carta pode ser jogada por vez, não sendo permitido sobrepor cartas de ação +4 sobre +2, ou vice-versa. As cartas +2 incluem perguntas relacionadas à QV, em que o próximo jogador deve responder corretamente para evitar a penalidade de comprar duas cartas adicionais. Além disso, a jogada denominada "corte" permite que um jogador jogue uma carta idêntica à anterior, pulando a vez do jogador seguinte. O jogo termina quando um participante descarta todas as suas cartas. Destaca-se que assim que um jogador ficar com apenas uma carta na mão, ele deve dizer "Green Uno". Se ele se esquecer de falar e outro participante perceber isso antes que outro jogador jogue, ele terá que comprar uma carta do monte de compras.

Conforme ilustrado na Figura 2, foram disponibilizadas tabelas periódicas de apoio contendo informações sobre os elementos figurativos, suas cores e localização na TPQVS, permitindo aos participantes relacionar as cartas do jogo aos conceitos da QV.

Estudos indicam que jogos curtos são mais facilmente incorporados à rotina escolar (Jans *et al.*, 2017; Sailer *et al.*, 2017), pois se adaptam aos limites de tempo das aulas e mantêm a motivação dos estudantes ao evitar a sobrecarga cognitiva e emocional. A duração média das partidas do "Green Uno" variou entre 25 e 30 minutos e foram realizadas em três sessões.

Resultados e discussão

Etapa I: Aplicação do Instrumento de Avaliação Inicial (IAI)

Como resultados, os dados do IAI são apresentados de forma descritiva, permitindo situar o ponto de partida conceitual da turma, uma vez que, conforme Massoni e Moreira (2016, p. 75), em instrumentos dessa natureza busca-se "medir aspectos comuns a todos os participantes e identificar ou estabelecer regularidades de comportamentos", o que possibilitou delimitar o perfil inicial dos estudantes.

As duas primeiras questões do IAI investigaram as concepções prévias dos licenciandos sobre a QV e a TPQVS, com base em Anastas e Warner (2025) e Da Silva Júnior (2024). Verificamos que apenas um dos licenciandos apresentou domínio do conceito formal da QV, enquanto quatorze licenciandos a associaram genericamente ao meio ambiente, com respostas como "*uma área da química voltada ao meio ambiente*" e "*a química com o objetivo de ajudar o meio ambiente*". Além disso, três estudantes declararam não saber responder.

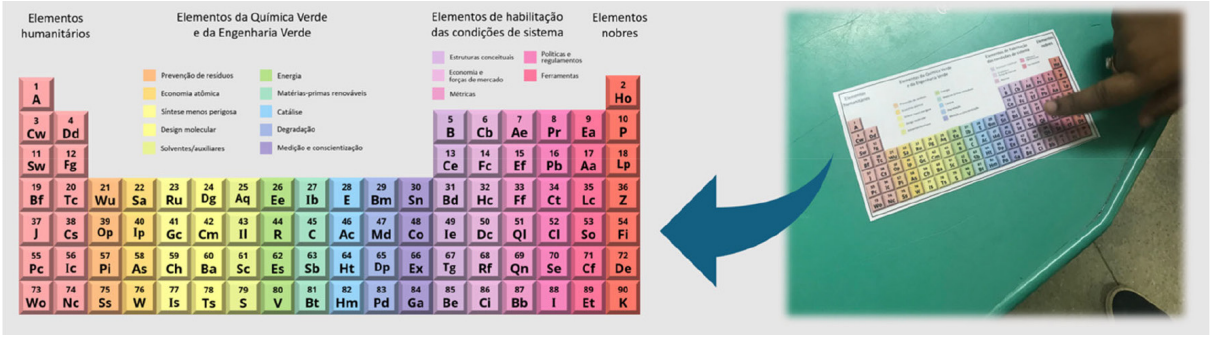


Figura 2: Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS).

Em relação à TPQVS, sete licenciandos a interpretaram de forma equivocada com a TPEQ, com respostas como: "*é uma tabela periódica falando dos elementos químicos sustentáveis*" e "*tabela com elementos químicos que não causam danos ao meio ambiente*". Essa confusão conceitual, possivelmente decorrente da semelhança entre as nomenclaturas das tabelas (Da Silva Júnior, 2024), revela um conhecimento prévio incorreto, visto que a TPQVS não apresenta elementos químicos, mas sim elementos figurativos (Da Silva Júnior *et al*., 2022; 2024b). Além disso, cinco dos participantes afirmaram não conhecer a TPQVS, enquanto apenas um deixou a questão em branco.

Ao serem questionados sobre a quantidade e os nomes dos blocos da TPQVS, dez estudantes indicaram corretamente que há quatro blocos, enquanto oito apresentaram respostas incorretas. Nenhum discente acertou a identificação dos nomes dos blocos. Além disso, observamos o uso frequente do termo "grupo" como substituto de "bloco", sendo ambos empregados com a mesma frequência por oito discentes. Por sua vez, três dos participantes não utilizaram nenhum dos dois termos nas suas respostas.

Por fim, ao serem questionados sobre os ODS, treze licenciandos apresentaram respostas incorretas, quatro declararam não saber, e apenas um relacionou corretamente à promoção da sustentabilidade segundo a Agenda 2030 da ONU (Ogodo e Abosede, 2025). Esses dados reforçam a necessidade de incluir os 17 ODS de forma mais efetiva na formação docente. Wissinger *et al.* (2021) apontam que esses objetivos devem ser trabalhados em sala de aula, especialmente no contexto do EQV, por representarem um compromisso global com impactos diretos em contextos locais (Hoffman e Dicks, 2023; Ogodo e Abosede, 2025).

Com base nos resultados do IAI, constatamos a necessidade de trabalhar os temas com a turma de forma sistêmica. As concepções equivocadas sobre a TPQVS podem estar relacionadas ao fato de ser um recurso recente na literatura (Anastas e Zimmerman, 2019; Da Silva Júnior *et al*., 2022, 2023, 2024b), cuja tradução para o português ocorreu apenas em 2022. Esse cenário reforça a relevância de propostas didáticas inovadoras, como os jogos educativos, que favorecem a compreensão de conceitos de forma interativa e contextualizada.

Etapa II: Participação no jogo educativo "Green Uno"

Na Figura 3, observamos a participação dos licenciandos no jogo educativo "Green Uno", realizada em três sessões alternadas para assegurar o envolvimento de todos. Como havia apenas um exemplar do jogo, as rodadas foram organizadas de forma escalonada. Todos os estudantes permaneceram em sala, interagindo com as partidas, o que, segundo Leite (2015), demonstra o potencial colaborativo do JEF.

Os licenciandos compreenderam rapidamente a dinâmica e seguiram as regras do "Green Uno", mesmo aqueles sem familiaridade prévia com o jogo "Uno", demonstrando a acessibilidade (Velozo *et al*., 2024) e a jogabilidade (Leite, 2022) do JEF. Ao longo de toda a participação dos licenciandos no jogo, o professor da disciplina empenhou-se em superar o paradoxo associado ao uso de jogos educativos (Kishimoto, 2002), incentivando a reflexão dos futuros docentes acerca do potencial do lúdico para promover o acesso e a compreensão de novos conteúdos, como a TPQVS. Essa responsabilidade lúdica (Felício e Soares, 2018) é importante, pois jogos no Ensino de Química podem aumentar o protagonismo juvenil e as interações em sala de aula (Da Silva Júnior *et al*., 2025; Teo *et al*., 2025; Huidobro *et al*., 2025; Soares *et al.*, 2025).

Na literatura, a efetividade de um jogo educacional está relacionada ao equilíbrio entre suas funções lúdica e pedagógica (Cleophas *et al.*, 2018; Leite, 2022; Velozo *et al*., 2024). A função lúdica, vinculada ao engajamento e ao prazer de jogar, é imprescindível para a motivação dos discentes, enquanto a função pedagógica se relaciona a intencionalidade didática na aprendizagem de conceitos. No caso do "Green Uno", observamos que esse equilíbrio foi alcançado ao unir a mecânica envolvente do "Uno" à abordagem conceitual da TPQVS, em alinhamento ao ODS 4, que promove educação de qualidade (Canedo *et al*., 2023). Mais especificamente, tal articulação foi evidenciada durante a participação dos licenciandos, ao se observar engajamento nas jogadas, respeito às regras e mobilização de conhecimentos conceituais para responder às questões das cartas, indicando a harmonia entre as funções lúdica e educativa.

Ao longo da participação no jogo, a turma passou a responder às perguntas com mais segurança e familiarizou-se, de forma gradativa, com a TPQVS, chegando inclusive



Figura 3: Estudantes participando do jogo educativo "Green Uno".

a distingui-la, tanto histórica quanto estruturalmente, da TPEQ (Da Silva Júnior *et al*., 2022). Ao final das partidas, os estudantes manifestaram entusiasmo por meio de aplausos, evidenciando a importância da intencionalidade e da atitude lúdica para aproximá-los do conhecimento científico e dinamizar as aulas, conforme destacado por Felício e Soares (2018).

Esses resultados corroboram estudos de Cunha (2012), Felício e Soares (2018), Leite (2022), Soares (2023), Silveira *et al*. (2024), Da Silva Júnior *et al.* (2025) e Soares *et al.* (2025), que defendem o uso de jogos educativos para facilitar a compreensão de temas emergentes no Ensino de Química/Ciências, além de potencializarem a inclusão e a participação dos discentes (Velozo *et al*., 2024). Ademais, apontam para um melhor uso pedagógico da TPQVS.

Etapa III: Aplicação do Instrumento de Avaliação Final (IAF)

Em contrapartida aos resultados obtidos no IAI, os dados do IAF revelaram desempenho superior em todas as questões, evidenciando uma contribuição para uma melhora da qualidade dos conhecimentos conceituais (Da Silva Júnior *et al*., 2024b) da turma. Em relação ao conceito de QV, quinze licenciandos conseguiram associá-lo corretamente à redução ou eliminação do uso de substâncias perigosas (Lenardão *et al*., 2003; Anastas e Warner, 2025), como ilustrado nas respostas: "*a Química Verde é a área que estuda métodos para evitar ou até mesmo eliminar substâncias perigosas*" e "*a Química Verde é a ciência que incentiva o uso de produtos que não prejudiquem os seres humanos e o meio ambiente, trabalhando com a sustentabilidade tendo como uns dos seus princípios prevenção, Química segura e etc.*". Por sua vez, três apresentaram respostas incompletas, relacionando a QV apenas à sustentabilidade, de forma pouco precisa.

Sobre a TPQVS, compreendida como recurso didático e interdisciplinar, conforme Da Silva Júnior (2024), todos os participantes foram capazes de descrevê-la ou explicá-la corretamente. Um exemplo de resposta foi: "*A Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável é um recurso didático baseado na Química Verde. Ela apresenta elementos figurativos e os 12 princípios da Química Verde, nos quais se inserem questões humanitárias, socioeconômicas e ambientais. Foi criada por Anastas e Zimmerman*". Destacamos que metade dos licenciandos utilizou a expressão "*elementos figurativos*" nas respostas, demonstrando compreensão de que a TPQVS não apresenta elementos químicos (Da Silva Júnior *et al*., 2022). Do ponto de vista epistemológico, esses resultados indicam reorganização conceitual quando comparados ao IAI, evidenciando avanço na compreensão dessa tabela periódica alternativa.

Na TPQVS, os símbolos representam ideias, ações, ferramentas, processos ou métricas voltadas ao desenvolvimento sustentável, enquanto, na TPEQ, representam os elementos químicos (Da Silva Júnior *et al*., 2022; Anton, 2025). Essa diferenciação aparece consolidada nas respostas dos licenciandos no IAF, sugerindo reorganização conceitual após a intervenção didática. Destacamos, portanto, a importância de o professor conhecer a TPQVS, a fim de evitar equívocos conceituais ou associações incorretas com a TPEQ. Para promover essa aprendizagem conceitual, "é importante que os docentes sejam reflexivos, pensando em intervenções inovadoras e sociointeracionistas" (Da Silva Júnior *et al*., 2022, p. 1017). Nesse contexto, o jogo "Green Uno" mostrou-se relevante ao estimular o debate sobre as semelhanças e diferenças entre as duas tabelas.

Ademais, todos os discentes identificaram corretamente que a TPQVS é composta por quatro blocos. No entanto, quanto à nomeação desses blocos, os resultados variaram: quatro dos dezoito licenciandos indicaram corretamente os nomes dos quatro blocos (Elementos Humanitários, Elementos da Química Verde e da Engenharia Verde, Elementos de Habilitação das Condições do Sistema, Elementos Nobres); dez conseguiram nomear três; um nomeou apenas dois; e três apresentaram respostas incorretas. Esses dados indicam que, embora haja consolidação estrutural do conceito, ainda persistem variações na apropriação terminológica, especialmente em blocos de maior complexidade conceitual.

Na TPQVS, os símbolos representam ideias, ações, ferramentas, processos ou métricas voltadas ao desenvolvimento sustentável, enquanto, na TPEQ, representam os elementos químicos (Da Silva Júnior *et al*., 2022; Anton, 2025).

Observamos, ainda, que o bloco menos citado foi "Elementos de Habilitação das Condições do Sistema". Esse resultado está em consonância com a literatura, uma vez que, segundo Da Silva Júnior *et al.* (2023), esse é possivelmente o bloco de maior complexidade nos cursos de formação de professores. Tal dificuldade se deve, em parte, à presença de temas frequentemente negligenciados nesses cursos, como as métricas da QV (Machado, 2014; Yunes e Marques, 2023). Portanto, os dados indicam a necessidade de novas propostas pedagógicas que ampliem o enfoque sobre os elementos figurativos desse bloco, promovendo maior aprofundamento e reflexão crítica por parte dos licenciandos.

Ao serem questionados sobre os ODS, as respostas demonstraram associações com sustentabilidade, redução de resíduos e preservação ambiental, mas sem menções diretas à Agenda 2030. Embora o tema não tenha sido tratado de forma expositiva, a prática educativa com o "Green Uno" possibilitou o despertar de reflexões iniciais sobre os ODS, especialmente em relação ao ODS 4. É preciso continuar abordando, direta ou indiretamente, esses objetivos globais em sala de aula, ampliando gradualmente a sua articulação com a importância da QV. Conforme Mammino (2025, p. 6): "promover a sensibilização sobre essa importância torna-se um objetivo crucial do ensino de química."

Por fim, os resultados indicam que o "Green Uno" contribuiu para a distinção conceitual entre a TPEQ e a TPQVS,

favorecendo uma compreensão mais clara e contextualizada por parte dos licenciandos. Além disso, o jogo se mostrou alinhado tanto ao ODS 4 (Canedo *et al*., 2023) quanto ao OQDS 1 (Silva *et al*., 2022), ao promover uma abordagem educativa inovadora e crítica. Nesse sentido, conforme defendem Velozo *et al.* (2024), jogos educativos podem fomentar a divulgação científica da QV em escolas e universidades. A participação dos licenciandos no "Green Uno", portanto, revelou-se uma experiência pedagógica relevante tanto para o EQV quanto para a inserção de temas emergentes, como a TPQVS, na formação de professores.

Considerações finais

O jogo educativo "Green Uno" apresenta um diferencial em relação a outros jogos no formato "Uno" mencionados na literatura (Focetola *et al*., 2012; Lima; 2021; Ningsihand e Iswendi, 2023; Lima, 2023; Silva *et al*., 2025b), ao direcionar seu conteúdo para a TPQVS, reconhecida como um recurso didático e interdisciplinar (Da Silva Júnior, 2024). Enquanto a maioria dos jogos está relacionada à historicidade, à periodicidade ou a outras características da TPEQ, a proposta lúdica apresentada neste artigo pode ser considerada pioneira e inovadora ao potencializar o EQV, com ênfase na TPQVS, de forma cooperativa e envolvente. Os resultados desta pesquisa confirmam o impacto positivo – tanto conceitual quanto epistêmico – do uso de jogos didáticos na formação de professores.

Em consonância com o ODS 4, "Educação de Qualidade", que valoriza o fortalecimento do vínculo entre professor-estudante (Canedo *et al*., 2023), e com o OQDS 1, "Promover a Sustentabilidade através da Química na Educação Básica" (Silva *et al*., 2022), reconhecemos o potencial do "Green Uno" para maior divulgação cooperativa, divertida e contextualizada de temas ambientais. Como perspectivas para a área de Ensino de Química, especialmente no âmbito da Química Ambiental e da formação de professores, a ludicidade precisa ser mais incorporada nos currículos e nas práticas docentes, sobretudo em temas ainda recentes na literatura, como a TPQVS (Da Silva Júnior *et al*., 2023; 2024b). Portanto, destaca-se a necessidade de investigar novas possibilidades de criação de jogos sobre a TPQVS, que é ainda pouco abordada na literatura nacional. Assim, espera-se que os resultados obtidos com o jogo educativo "Green Uno" motivem novas investigações com objetivos semelhantes.

Por fim, este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. O foco na alfabetização conceitual em QV (Andrade e Zuin, 2023), utilizando os elementos figurativos da TPQVS (Da Silva Júnior *et al*., 2024b), restringiu a análise de outras dimensões formativas. A amostra reduzida, com 18 licenciandos, limita a generalização dos resultados. Ademais, embora a observação seja um instrumento valioso para avaliação (Luckesi, 2019), não houve uma avaliação sistêmica, por meio de questionários de jogabilidade e interatividade, da percepção discente quanto ao jogo (Pacheco e Costa, 2023), pois não era objetivo do estudo. Por outro lado, tais aspectos também evidenciam potencialidades e apontam possibilidades para investigações futuras mais amplas.

Notas

[1] Neste artigo, adota-se uma distinção conceitual entre Química Verde (QV) e Química Verde e Sustentável (QVS). A QV, conforme estabelecida por Anastas e Warner (2025), fundamenta-se em 12 princípios voltados à redução ou eliminação de substâncias perigosas no planejamento, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos. Por sua vez, a QVS amplia esse escopo ao integrar, de forma mais explícita, dimensões sociais, econômicas e ambientais da sustentabilidade, alinhando-se a agendas contemporâneas, como os ODS. Assim, QV e QVS não são tratadas como sinônimos neste artigo, nem como uma simples atualização terminológica, mas como abordagens relacionadas, porém conceitualmente distintas, conforme discutido na literatura recente da área.

Maria Joana de S. Paiva (maria.joana@academico.ifpb.edu.br) é licencianda em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *Campus* Sousa-PB, Brasil. **Talita E. S. da Silva** (emanuely.talita@academico.ifpb.edu.br) é licencianda em Química pelo IFPB, *Campus* Sousa-PB, Brasil. **Danilo A. Cruz** (danilo.cruz@academico.ifpb.edu.br) é licenciando em Química pelo IFPB, *Campus* Sousa-PB, Brasil. **André A. H. da Silveira** (silveira.andre@academico.ifpb.edu.br) é licenciando em Química pelo IFPB, *Campus* Sousa-PB, Brasil. **Carlos Alberto da Silva Júnior** (carlos.alberto@ifpb.edu.br) é licenciado em Química pelo IFPB, mestre em Química Analítica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é Professor Efetivo do IFPB e Coordenador do *Green Maker Lab* – Grupo de Pesquisa e Inovação em Química Verde.

Referências

ALMEIDA, Q. A. R.; SILVA, B. B.; SILVA, G. A. L.; GOMES, S. S. e GOMES, T. N. C. Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química do Brasil: mapeamento e importância na prática docente. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 15, n. 34, p. 178-187, 2019.

ANASTAS, P. T. e WARNER, J. C. *Química Verde: Teoria e Prática*. São Paulo: Editora Unesp, 2025.

ANTON, S. F. From Childhood to classroom: teaching the Periodic Table of Elements through collectible sticker card. *Journal of Chemical Education*, v. 102, n. 10, p. 4349-4356, 2025.

ANASTAS, P. T. e ZIMMERMAN, J. B. The Periodic Table of the Elements of Green and Sustainable Chemistry. *Green Chemistry*, v. 21, p. 6545-6566, 2019.

ANDRADE, R. S. e ZUIN, V. G. Formative dimensions for Green and Sustainable Chemical Education: a qualitative evaluation tool of the formative level of experimental processes. *Journal of Chemical Education*, v. 100, n. 6, p. 2281-2291, 2023.

BATISTA, L. S.; PEDROSA JÚNIOR, F. T.; MARTINS, J. M.; ALVES, D. S.; JACINTO, A. S. e DA SILVA JÚNIOR, C. A. Elemental Horizon: o RPG da Química Verde e dos seus doze

princípios. *In*: Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia, 6. *Atas*... São Luís, 2025.

CANEDO, U. O.; CAMARDELO, A. M. P.; LUCAS, J. I. P.; MADALOZZO, M. M.; MARCON, S. R. A. M. A. e BOHM, V. ODS-4: Educação de qualidade e o relacionamento professor-estudante. *Revista Latino Americana Ambiente e Saúde*, v. 5, n. 4, p. 32-37, 2023.

CANNON, A. S.; ANDERSON, K. R.; ENRIGHT, M. C.; KLEINSASSER, D. G.; KLOTZ, A. R.; O'NEIL, N. J. e TUCKER, L. J. Green Chemistry teacher professional development in New York State high schools: a model for advancing Green Chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 100, n. 6, p. 2224-2232, 2023.

CANNON, A. S.; WARNER, J. C.; VIDAL, J. L.; O'NEIL, N. J.; NYANSA, M. M. S.; OBHIA, N. K. e MOIR, J. W. A promise to a sustainable future: 10 years of the Green Chemistry Commitment at Beyond Benign. *Green Chemistry*, v. 26, p. 6983-6993, 2024.

CHANG, Y.; YU, T.; LIN, Y. e LI, Y. From gameplay to green choices: paper goes green, a board game for fostering life cycle thinking and sustainable consumption. *Sustainability*, v. 17, n. 21, p. 9571, 2025.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D. e SOARES, M. H. F. B. Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no ensino de Química/Ciências? Colocando os pingos nos "is". *In:* CLEOPHAS, M. G. e SOARES, M. H. F. B. (Org.). *Didatização lúdica no ensino de Química/Ciências*. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

COSTA, M. V. B. e ALMEIDA, Q. A. R. Green City: um recurso didático no ramo do ensino de Química Verde. *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química, 21. *Atas*... Uberlândia, 2023.

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

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *Química Verde: a utilização de ferramentas didáticas numa sala inclusiva.* Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *Tabela Periódica dos Elementos Figurativos da Química Verde e Sustentável (TPQVS) como recurso didático e interdisciplinar: desafios e contribuições na compreensão sobre e para a Química Verde no Ensino Médio*. Tese de Doutorado em Ciências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2024.

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; JESUS, D. P. e GIROTTO JÚNIOR, G. Química Verde e a Tabela Periódica de Anastas e Zimmerman: tradução e alinhamentos com o desenvolvimento sustentável. *Química Nova*, v. 45, n. 8, p. 1010-1019, 2022.

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; JESUS, D. P. e GIROTTO JÚNIOR, G. A Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável na perspectiva da formação de professores de Química: o que, como e por que ensinar? *In:* SANDRI, M. C. M.; MARQUES, C. A.; MARCELINO, L. V. e MAGALHÃES, C. G. (Org.). *Química Verde: propostas, experiências de ensino e reflexões para a formação de professores*. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2023.

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; GIROTTO JÚNIOR, G.; MORAIS, C. e JESUS, D. P. Green Chemistry for all: three principles of inclusive green and sustainable Chemistry Education. *Pure and Applied Chemistry*, v. 96, n. 9, p. 1299-1311, 2024a.

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; MORAIS, C.; JESUS, D. P. e GIROTTO JÚNIOR, G. The role of the Periodic Table of the Elements of Green and Sustainable Chemistry in a high school educational context. *Sustainability*, v. 16, n. 6, p.1-22, 2024b.

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; JESUS, D. P. e GIROTTO JÚNIOR, G. Divulgação científica da Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável: relato de experiência na extensão universitária. *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química, 22. *Atas*... Belém, 2024c.

DA SILVA JÚNIOR, J. N.; TEOTÔNIO, M. S. C.; JUCÁ, R. C. S.; CASTRO, G. L. e LEITE JÚNIOR, A. J. M. 1925-2024: One century of educational games in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 102, n. 4, p. 1492-1510, 2025.

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. 1, p. 36-41, 2018.

FLICK, U. *Introdução à Pesquisa Qualitativa*. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOCETOLA, P. B. M.; CASTRO, P. J.; SOUZA, A. C. J.; GRION, L. S.; PEDRO, N. C. S.; IACK, R. S.; ALMEIDA, R. X.; OLIVEIRA, A. C.; BARROS, C. V. T.; VAITSMAN, E.; BRANDÃO, J. B.; GUERRA, A. C. O. e SILVA, J. F. M. Os jogos educacionais de cartas como estratégia de ensino em Química. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 248-255, 2012.

GOMES, L. S.; ANDRADE, J. R.; LEAL, A. B. A. e NUNES, R. C. Panorama da inclusão dos conceitos de Química Verde nas Licenciaturas em Química dos Institutos Federais. *Ambiente & Educação*, v. 27, n. 1, p. 1-24, 2022.

HOFFMAN, K. C. e DICKS, A. P. Incorporating the United Nations Sustainable Development Goals and Green Chemistry principles into high school curricula. *Green Chemistry Letters and Reviews*, v. 16, n. 1, p. 2185108, 2023.

HUIDOBRO, C.; TORRALBA-BURRIAL, A. e MONTEJO-BERNARDO, J. M. Primary Reactions Race: exploring basic chemical reactions in a didactic board game for future educators. *Journal of Chemical Education*, v. 102, n. 2, p. 688-696, 2025.

JANS, S. D.; GEIT, K.; CAUBERGHE, V.; HUDDERS, L. e VEIRMAN, M. Using games to raise awareness: how to co-design serious mini-games? *Computers & Education*, v. 110, p. 77-87, 2017.

KISHIMOTO, T. M. Froebel e a concepção de jogo. *In:* KISHIMOTO, T. M. (Org.). *O Brincar e suas Teorias*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

KISHIMOTO, T. M. *Os Jogos e a Educação Infantil*. São Paulo: Cengage Learning, 2021.

LATHWESEN, C. e EILKS, I. Can you make it back to Earth? A digital educational escape room for secondary chemistry education to explore selected principles of green chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 101, n. 8, p. 3193-3201, 2024.

LEITE, B. S. *Tecnologias no Ensino de Química:* teoria e prática na formação docente. Curitiba: Appris, 2015.

LEITE, B. S. O Ano Internacional da Tabela Periódica e o Ensino de Química: das cartas ao digital. *Química Nova*, v. 42, n. 6, p. 702-710, 2019.

LEITE, B. S. *Tecnologias Digitais na Educação: da formação à aplicação*. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F. e SILVEIRA, C. C. "Green Chemistry" - Os 12 princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

LIMA, W. S. *Desenvolvimento de um jogo educativo sobre Tabela Periódica baseado no jogo de cartas "UNO"*. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal da Paraíba, Sousa, 2021.

LIMA, A. S. V. *Aplicação do jogo Uno Químico para facilitação do ensino aprendizagem de Química Orgânica*. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023.

LUCKESI, C. C. *Avaliação da aprendizagem: componente do ato pedagógico*. São Paulo: Cortez, 2019.

MACHADO, A. *Introdução às métricas da Química Verde: uma visão sistêmica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2014.

MAMMINO, L. Cross-bridging green chemistry education and environmental chemistry education. *Sustainable Chemistry for the Environment*, v. 9, p. 1-8, 2025.

MARTINS, J. M.; BATISTA, L. S.; FERRAZ, J. M. S. e DA SILVA JÚNIOR, C. A. Aprendizagem baseada em jogos: o uso do Wordwall na criação de jogos educativos sobre Química Verde. *In*: Congresso Brasileiro de Química, 62. *Atas*... Natal, 2023.

MARTINS, J. M.; QUEIROZ, J. G. G.; SILVA, D. D.; BATISTA, L. S.; NICIOLI, C. E.; PEREIRA, G. A. e DA SILVA JÚNIOR, C. A. Tabela Periódica dos Elementos Figurativos da Química Verde e Sustentável em braille. *In*: Simpósio Brasileiro de Educação Química, 21. *Atas*... Virtual, 2024.

MARTINS, J. M. e DA SILVA JÚNIOR, C. A. Gamification in Green and Sustainable Chemistry Education - a brief review. *In*: Congresso Online Nacional de Química, 6. *Atas*... Virtual, 2024.

MARTINS, J. M. e DA SILVA JÚNIOR, C. A. A Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS) em Libras como recurso didático e interdisciplinar para surdos, *Revista Espaço*, v. 63, p. 136-150, 2025.

MASSONI, N. T. e MOREIRA, M. A. *Pesquisa qualitativa em Educação em Ciências: projetos, entrevistas, questionários, teoria, redação científica*. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

MILLER, J. L.; WENTZEL, M. T.; CLARK, J. H. e HURST, G. A. Green Machine: a card game introducing students to systems thinking in Green Chemistry by strategizing the creation of a recycling plan. *Journal of Chemical Education*, v. 96, n. 12, p. 3006-3013, 2019.

MINA, L. E. R.; ARCE, M. F. G.; MARTÍNEZ, R. A. e RODRIGUEZ, V. G. G. Canva as a teaching strategy in cultural and artistic education. A systematic review. *Ciencia Digital*, v. 8, n. 2, p. 64-85, 2024.

MÓL, G. S. Pesquisa qualitativa em ensino de Química. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 5, n. 9, p. 495-513, 2017.

MELLOR, K. E.; COISH, P.; BROOKS, B. W.; GALLAGHER, E. P; MILLS, M.; KAVANAGH, T. J.; SIMCOX, N.; LASKER, G. A.; BOTTA, D.; VOUTCHKOVA-KOSTAL, A.; KOSTAL, J.; MULLINS, M. L.; NESMITH, S. M.; CORRALES, J.; KRISTOFCO, L.; SAARI, G.; STEELE, W. B.; MELNIKOV, F.; ZIMMERMAN, J. B. e ANASTAS, P. T. The safer chemical design game. Gamification of green chemistry and safer chemical design concepts for high school and undergraduate students. *Green Chemistry Letters and Reviews*, v. 11, n. 2, p. 103-110, 2018.

NINGSIHAND, Y. A. e ISWENDI. I. Development of the Uno Chemical card game as a learning medium on the Periodic System of Elements for high school students. *Jurnal Pijar MIPA*, v. 18, n. 3, p. 343-348, 2023.

OBHI, N. K.; MOIR, J.; OSEOLORUN, A. e CANNON, A. S. The journey towards an inclusive green chemistry education community of practice by prioritizing diversity, equity, belonging, and respect for an open-access online platform. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, v. 44, p. 101944, 2025.

OGODO, U. P. e ABOSEDE, O. O. The role of Chemistry in achieving Sustainable Development Goals: Green Chemistry perspective. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2025.

PACHECO, A. C. R. e COSTA, H. R. Pressupostos de avaliação na aplicação de jogos digitais no ensino de Química: uma análise a partir da revisão sistemática da literatura. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências,* v. 25, p. e42202, 2023.

PIAGET, J. *A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação*. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

ROLOFF, F. B. e RÜNTZEL, P. L. Pictogramas de Perigo. Disponível em: https://quimidexambiental.ufsc.br/wp-content/uploads/2024/02/cards-pictogramas-de-perigo.pdf, acesso em dez. 2025.

SAILER, M.; HENSE, J. U.; MAYR, S. K. e MANDL, H. How gamification motivates: an experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, v. 69, p. 371-380, 2017.

SANDRI, M. C. M.; MARQUES, C. A.; MARCELINO, L. V. e RÜNTZEL, P. L. Os tipos de pesquisas sobre ensino de Química Verde no Brasil e seus objetivos. *Revista Insignare Scientia*, v. 8, n. 1, p. 1-21, 2025.

SANTOS, D. A.; NICIOLI, C. E.; QUEIROZ, J. G. G.; JACINTO, A. S. e DA SILVA JÚNIOR, C. A. Green Game: jogo educativo para divulgação da Química Verde. *In:* Congresso Internacional das Licenciaturas, 12. *Atas*... Recife, 2025.

SILVA, D. D.; FERRAZ, J. M. S.; VELOZO, M. C. S.; CAMPOS, J. L. C.; SOUZA, N. S.; FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. e DA SILVA JÚNIOR, C. A. Abordagem inclusiva da Química Verde e Sustentável para estudantes surdos e ouvintes no Ensino Médio Integrado. *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 1, p. 1-22, 2025a.

SILVA, I. F.; NASCIMENTO, P. H. P.; LAGO, R. M.; RAMOS, M. N.; GALEMBECK, F.; ROCHA FILHO, R. C. e TEIXEIRA, A. P. C. Movimento Química Pós 2022: construção de um plano de ação para que a Química e seus atores impactem a sustentabilidade e soberania no Brasil. *Química Nova*, v. 45, n. 4, p. 497-505, 2022.

SILVA, R. C.; ALVES, T. T.; TOLENTINO, A. P.; ARAÚJO, H. X.; NASCIMENTO, Z. L. G.; TEIXEIRA, K. C.; DOURADO, G. R. e SILVA, P. D. L. Uno Chemist: didactic game on the content of chemical elements. *Revista Observatorio de la Economia Latinoamericana*, v. 23, n.1, p. 1-20, 2025b.

SILVA, R. M. e BERNARDO, R. R. The study of Green Chemistry applied in a board game. *International Journal of Development Research*, v. 13, n. 9, p. 63700-63702, 2023.

SILVEIRA, A. A. H.; CRUZ, D. A.; MOREIRA, G.; SOUSA, M. J. Q.; PAIVA, M. J. S.; SILVA, T. E. S. e DA SILVA JÚNIOR, C. A. Quiminó: um jogo educativo sobre os 12 princípios da Química Verde na formação de professores. *In*: Simpósio Brasileiro de Educação Química, 21. *Atas*... Virtual, 2024.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas para o ensino de Química*. 2ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2023.

SOARES, M. H. F. B.; PEREIRA, M. E. F.; MARIANO, C. B. e SOARES, C. L. A. Os atributos do jogo nos artigos de Química Nova na Escola: qual o jogo jogado pela QNEsc em seus 30 anos? *Química Nova na Escola*, v. 47, n. 4, p. 447-459, 2025.

TUNDO, P.; ANASTAS, P.; BLACK, D. S.; BREEN, J.; COLLINS, T. J.; MEMOLI, S.; MIYAMOTO, J.; POLYAKOFF, M. e TUMAS, W. Synthetic pathways and processes in Green Chemistry. Introductory overview. *Pure and Applied Chemistry*, v. 72, n. 7, p. 1207-1228, 2000.

TEO, J.; SHARMA, P.; KON, M. W. R.; HAN, J. Y.; TAN, T. L. Y.; TEH, Y. L.; YAP, J.; LAM, Y. e FUNG, F. M. Changing attitudes toward Organic Chemistry via a digital multiplayer game. *Journal of Chemical Education*, v. 102, n. 4, p. 1476-1491, 2025.

VAL, B. S. R. *Ensino de Química Verde: jogo lúdico, uma proposta diferenciada para alunos do ensino médio da rede pública.* Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, 2019.

VAZ, C. R. S.; GIROTTO JÚNIOR, G. e PASTRE, J. C. A adoção da Química Verde no Ensino Superior brasileiro. *Química Nova*, v. 47, n. 3, p. 1-10, 2024.

VELOZO, M. C. S.; FERRAZ, J. M. S.; TAVARES, M. J. F.; SOUZA, N. S.; FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. e DA SILVA JÚNIOR, C. A. Ensino inclusivo de Química e Educação Ambiental: a utilização do lúdico para a inclusão de alunos surdos. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 17, p. 1-14, 2022.

VELOZO, M. C. S.; FERRAZ, J. M. S.; CAMPOS, J. L. C.; DA SILVA JÚNIOR, C. A.; SOUZA, N. S. e FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. Rota Verde: um jogo educativo e potencialmente inclusivo para o ensino de Química Verde para surdos. *Química Nova na Escola*, v. 46, n. 4, p. 491-499, 2024.

VYGOTSKY, L. S. *Psicologia Pedagógica*. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

WISSINGER, J. E.; VISA, A.; SAHA, B. B.; MATLIN, S. A.; MAHAFFY, P. G. KÜMMERER, K. e CORNELL, S. Integrating sustainability into learning in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 98, n. 4, p. 1061-1063, 2021.

YUNES, S. F. e MARQUES, C. A. *A **m**étrica holística Estrela Verde: análise de atividades experimentais no ensino de Química.* Ponta Grossa: Atenas, 2023.

Abstract: *Green Uno: A Game for Learning the Periodic Table of the Elements of Green and Sustainable Chemistry (PT-GSC) in Teacher Education.* The Periodic Table of the Elements of Green and Sustainable Chemistry (PT-GSC) offers a systemic and interdisciplinary framework for understanding the principles of Green Chemistry. Although it holds significant educational potential, the PT-GSC remains relatively unfamiliar in Teacher Education. To enhance its integration into Green Chemistry Education (GCE), pedagogical games have emerged as effective tools for contextualizing content and engaging learners. This study presents the implementation of "Green Uno", an educational game designed to introduce the PT-GSC, with the aim of analyzing the mobilization of knowledge both about and for Green Chemistry. This is a qualitative study of a participatory nature, conducted with eighteen undergraduate students enrolled in a Chemistry Teaching Degree program at a public university in Brazil. Findings suggest that "Green Uno" contributes to the promotion of GCE and stands out for its innovative and pioneering approach to incorporating the PT-GSC into teacher training contexts.
Keywords: games, periodic table, green chemistry, systems thinking