

QUIMINÓ: UM JOGO EDUCATIVO SOBRE OS 12 PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

André A. H. da Silveira¹, Danilo A. Cruz², Gicelia Moreira³, Maria Jânia de Q. Sousa⁴,
Maria Joana S. Paiva⁵, Talita E. S. Silva⁵, Carlos Alberto da Silva Júnior⁷

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), campus Sousa, Paraíba, Brasil.

¹silveira.andre@academico.ifpb.edu.br ²danilo.cruz@academico.ifpb.edu.br

³gicelia.moreira@eq.ufcg.edu.br ⁴maria.jania@academico.ifpb.edu.br

⁵maria.joana@academico.ifpb.edu.br ⁶emanuely.talita@academico.ifpb.edu.br

⁷carlos.alberto@ifpb.edu.br

Palavras-Chave: Meio Ambiente, Jogo Didático, Sustentabilidade.

Introdução

Discussões referentes ao ambiente têm tomado uma grande proporção nos últimos anos, sejam em congressos, conferências, simpósios, entre outros eventos acadêmicos (VELOZO et al., 2022; 2023; DA SILVA JÚNIOR et al., 2022; 2024; MARTINS et al., 2023). Diante da magnitude e importância do tema para uma vida social e ambiental saudável, é essencial que trabalhem a Química Verde (QV) durante a formação docente para aplicação desta nas salas de aula e na sociedade. A transformação da sala de aula em um ambiente que estimule o interesse dos alunos pelo conhecimento, ao invés de meramente transmitir informações, é crucial para a educação moderna, conforme argumentam Felício e Soares (2018). Esta abordagem é especialmente relevante no contexto da QV, que se baseia em princípios como a prevenção de resíduos, o uso de materiais menos perigosos e a eficiência energética (ANASTAS; WARNER, 2000; LENARDÃO et al., 2003; SOUSA et al. 2020).

Conforme definida pela União Internacional de Química Pura e Aplicada - IUPAC (IUPAC, 2024), a QV refere-se à invenção, ao desenvolvimento e à aplicação de produtos e processos químicos com o intuito de minimizar ou eliminar o uso e a geração de substâncias que sejam perigosas para a saúde humana e o meio ambiente (IUPAC, 2024). Neste contexto, o jogo educativo intitulado de “Quiminó”, desenvolvido por Silveira et al. (2023), emerge como uma ferramenta pedagógica capaz de ensinar e revisar os 12 princípios da QV (ANASTAS; WARNER, 2000). Integrando elementos lúdicos e interativos, o jogo proporciona uma abordagem prática e envolvente para a exploração desses princípios. Além disso, conforme Focetola et al. (2012), a simplicidade dos jogos educacionais, incluindo seu baixo custo e a possibilidade de serem utilizados em sala de aula sem necessidade de equipamentos adicionais, são aspectos importantes para sua implementação.

A utilização de jogos educativos para ensinar sobre e para a QV em cursos de formação de professores é de suma importância, pois oferece uma metodologia ativa para a assimilação de conceitos, por vezes, abstratos (MARTINS; DA SILVA JÚNIOR, 2024). Em geral, os jogos promovem um ambiente de aprendizagem ativo, onde os futuros educadores podem experimentar e internalizar conceitos de maneira prática e engajante. Além disso, ao vivenciarem essa metodologia durante sua formação, os professores adquirem ferramentas didáticas diversificadas para utilizar em suas futuras práticas de ensino. Isso não apenas enriquece sua bagagem pedagógica, mas também os prepara para criar aulas dinâmicas e envolventes que podem inspirar seus futuros estudantes a se interessarem pela sustentabilidade. Assim, a incorporação de jogos educativos sobre a QV em cursos de formação de professores

contribui para a construção de um ensino mais interativo e sustentável, promovendo uma educação que valoriza a responsabilidade ambiental.

De acordo com Benedetti et al. (2019), jogos educacionais engajam os alunos e aprimoram a compreensão teórica e prática dos conceitos ambientais propostos pela QV. Castro e Costa (2011) complementam que metodologias alternativas, como atividades lúdicas e jogos, tornam o aprendizado mais acessível e agradável, facilitando a apropriação dos conteúdos pelos alunos e promovendo uma aprendizagem significativa.

No âmbito da QV, a adoção de metodologias diversificadas possibilita aos docentes a utilização de diferentes abordagens e ferramentas didáticas, aprimorando o processo educativo e promovendo a integração com os objetivos de desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a efetividade do jogo educativo Quiminó no ensino dos 12 princípios da QV para licenciandos em Química. O uso do Quiminó visou facilitar a compreensão teórica desses conceitos, proporcionando uma abordagem interativa e inovadora para o aprendizado desses futuros educadores.

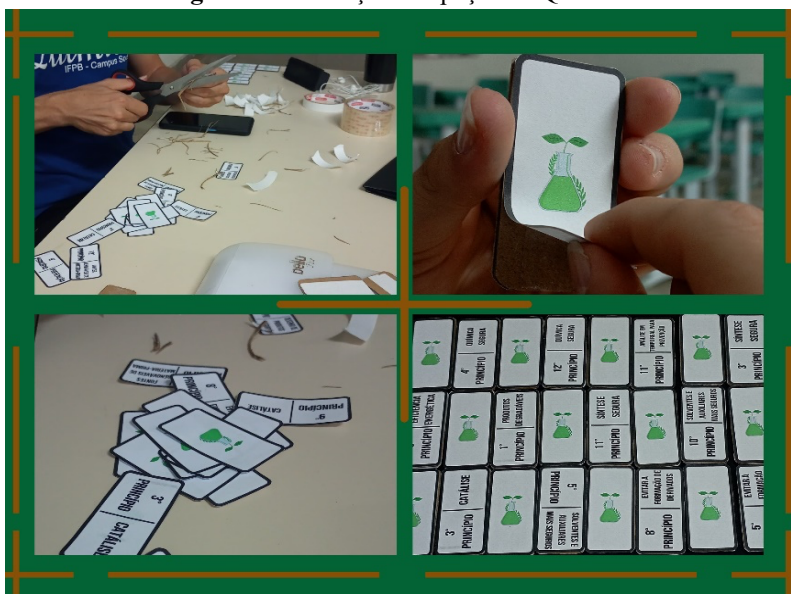
Material e Métodos

Este estudo aborda o desenvolvimento e a aplicação de um jogo educativo, criado inicialmente por Silveira et al. (2023), para ensinar e revisar os 12 princípios da QV. A metodologia adotada baseia-se na utilização de jogos educacionais como ferramentas complementares ao ensino tradicional, conforme proposto por Focetola et al. (2012). Tais jogos são concebidos não para substituir as estratégias de ensino convencionais, mas para promover uma interação ativa e harmoniosa entre os discentes, favorecendo a construção colaborativa do conhecimento.

A investigação foi realizada com 12 discentes do 3º período do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Sousa. Os participantes foram organizados em três grupos de quatro alunos, sendo cada grupo supervisionado por um aplicador. Esta organização possibilitou a interação entre os grupos, a resolução de dúvidas e a colaboração mútua, aproveitando a diversidade de conhecimentos prévios dos alunos. A presença dos aplicadores contribuiu para a mediação do processo, assegurando suporte contínuo e fomentando um ambiente de aprendizagem colaborativa.

Conforme descrito por Silveira et al. (2023), o jogo educativo Quiminó foi desenvolvido utilizando materiais de baixo custo como caixas de papelão e folhas impressas com verso branco para garantir a resistência dos componentes. As peças foram impressas e fixadas no papelão, sendo posteriormente revestidas com fita adesiva para facilitar a manipulação, visualização e durabilidade. O Quiminó é composto por 24 peças, das quais 12 representam os princípios da QV e 12 correspondem à ordem e descrição de dois princípios alternativos, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Confeção das peças do Quiminó.



Fonte: Autoria própria (2024).

Inspirado no dominó, o nosso Quiminó foi introduzido com a participação de quatro discentes, cada um iniciando com seis peças. O jogo teve início com o jogador que possuía a peça “carroção” correspondente ao 12º princípio da QV, isto é, Química Segura (ANASTAS; WARNER, 2000). Na ausência dessa peça, o jogo começou com o princípio seguinte em ordem decrescente. Os participantes conectavam as peças associando princípios e suas respectivas descrições, promovendo um aprendizado lúdico e intuitivo dos conceitos da QV.

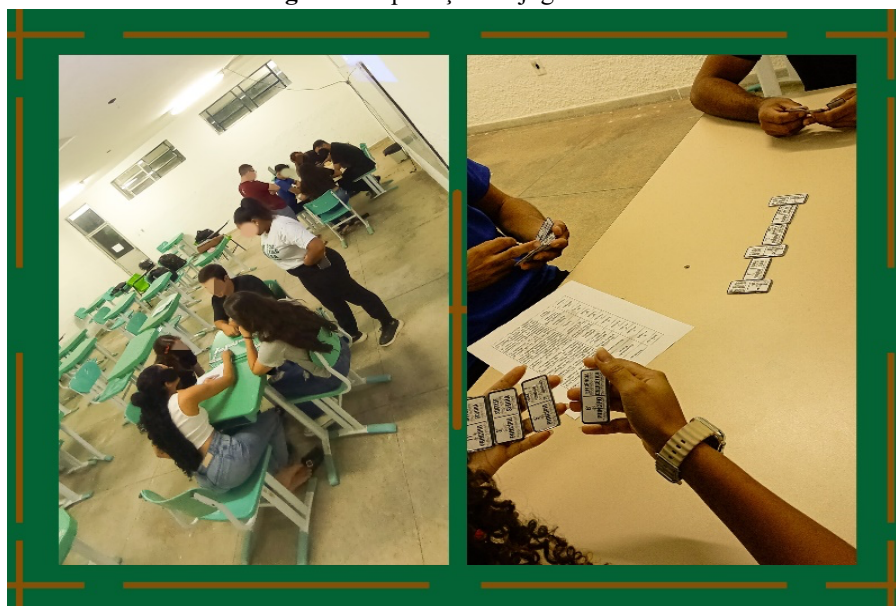
Os princípios da QV não foram apresentados previamente à aplicação da atividade. Inicialmente, foi aplicado um pré-teste com a pergunta: “Quais são os 12 princípios da Química Verde e seus significados?”. Após a coleta das respostas, os grupos foram encaminhados para uma sala onde receberam orientações e jogaram o Quiminó. Durante a atividade, foram formuladas perguntas como “Qual é o conceito de prevenção?” e “Qual é a função do primeiro princípio?”, com o intuito de incentivar os alunos a consultar a tabela fornecida e a se engajar ativamente no processo de aprendizagem, realizando a leitura dos conceitos ao conectar as peças.

Para a análise dos dados, foram empregadas ferramentas específicas. A análise quantitativa e a organização dos dados foram realizadas utilizando o *Excel*. A visualização das palavras mais frequentes nas respostas dos estudantes foi elaborada com o auxílio da ferramenta gratuita *Jason Davies*, disponível em www.jasondavies.com, que possibilitou a criação de nuvens de palavras de forma clara e eficiente.

Resultados e Discussão

Segundo Felício e Soares (2018), a crescente imersão dos estudantes em redes sociais e jogos representa uma concorrência significativa para o Ensino de Química, evidenciando a necessidade de os professores adaptarem suas metodologias para manter o engajamento dos alunos. Nesse cenário, destaca-se a relevância de empregar métodos lúdicos que estabeleçam uma ligação entre a realidade dos discentes e o conteúdo apresentado em sala de aula. Na Figura 2, observamos a aplicação do jogo educativo Quiminó com os licenciandos em Química.

Figura 2: Aplicação do jogo educativo.



Fonte: Autoria própria (2024).

Na aplicação do pré-teste sobre os 12 princípios da QV, as respostas dos graduandos evidenciaram um nível baixo de compreensão desses conceitos, com lacunas notáveis no conhecimento. As respostas predominantes foram: “Não sei”, “Não faço ideia” e “Não conheço”. Um dos participantes ofereceu uma descrição imprecisa dos princípios, sugerindo que poderiam ser “cuidados ou normas que devem ser seguidos para a química não destruir o meio ambiente”, o que demonstra uma compreensão superficial do tema. Outro participante associou alguns princípios a termos como “inovação: busca de novos métodos” e “desenvolvimento: novas técnicas de produção”, concluindo sua resposta com a declaração de não possuir conhecimento sobre o conteúdo mencionado. As principais palavras presentes nas respostas do pré-teste estão destacadas na Figura 3.

Figura 3: Principais palavras mencionadas no pré-teste da aplicação do lúdico.



Fonte: Autoria própria (2024).

Após a realização do jogo, a mesma pergunta foi reaplicada para avaliar o impacto do lúdico na compreensão dos princípios da QV. Os resultados demonstraram uma melhoria na exatidão das respostas dos discentes. A maioria deles apresentou uma compreensão mais detalhada dos princípios da QV, como evidenciado pelas respostas mais completas. Princípios como “prevenção”, “química segura”, “economia de átomos”, “catálise” e “fontes renováveis” foram frequentemente mencionados, acompanhados de suas descrições. Outros princípios também foram citados, indicando a efetividade na melhoria do conhecimento estudantil sobre a QV. As palavras mais recorrentes nas respostas do pós-teste estão representadas na Figura 4.

Figura 4: Palavras mais citadas no pós-teste.



Fonte: Autoria própria (2024).

Esses resultados indicam que o uso do Quiminó, como ferramenta pedagógica, pode auxiliar no aprendizado dos princípios da QV (ANASTAS, WARNER, 2000). Diante da crescente demanda dessa abordagem verde nos cursos nacionais de formação (VAZ et al., 2024), observamos que o jogo proporcionou uma forma interativa e engajadora de revisar e assimilar os conceitos sobre a QV, podendo ser utilizado em outras escolas ou universidades. Assim, inferimos que o Quiminó pode ser uma valiosa ferramenta didática para aqueles que precisam de recursos mais dinâmicos e participativos para abordar na QV.

Conclusões

Este estudo apresentou o Quiminó como uma ferramenta pedagógica para o ensino dos princípios da QV. A abordagem lúdica oferecida pelo jogo engajou os participantes, facilitando uma compreensão mais efetiva dos conceitos associados à QV. A aplicação do método interativo mostrou-se relevante na promoção da retenção e aplicação dos princípios estudados, além de fomentar a interatividade e a comunicação entre os discentes que participaram ativamente da atividade.

A análise dos resultados, comparando os questionários aplicados antes e depois da intervenção, revelou uma melhoria significativa no conhecimento dos graduandos. As respostas tornaram-se mais precisas e detalhadas após a atividade, indicando que o método contribuiu efetivamente para o aprendizado.

A implementação de jogos educacionais como o Quiminó enriquece o processo de ensino, tornando o aprendizado mais envolvente e prazeroso. O uso de metodologias inovadoras e interativas apresenta-se como uma alternativa valiosa ao ensino tradicional, respondendo às demandas educacionais contemporâneas. Além de facilitar a compreensão dos conceitos relacionados aos 12 princípios da QV, esta ferramenta também promoveu o desenvolvimento do senso crítico dos participantes em relação às questões socioambientais.

Portanto, o Quiminó demonstrou ser um jogo educativo inovador, recomendado para a integração de métodos lúdicos no Ensino de Ciências, particularmente na formação de professores. A expectativa é que a adoção de ferramentas lúdicas contribua de maneira significativa para a melhoria da qualidade da Educação em QV, promovendo uma aprendizagem dinâmica e crítica.

Referências

- ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. New York: Oxford University Press, 2000.
- BENEDETTI, E. F. et al. Um Jogo Didático para Revisão de Conceitos Químicos e Normas de Segurança em Laboratórios de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo. v. 42, n.1, p. 37-44, 2019.
- CASTRO, B. J.; COSTA, P. C. F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica De Investigación en Educación en Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 25-37, 2011.
- DA SILVA JÚNIOR, C. A. et al. 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. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170893>
- DA SILVA JÚNIOR, C. A. et al. Challenges and successes: online and inclusive teaching of green chemistry in Brazil in the time of Covid-19. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 10, n. 12, p. 106–118, 2022. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol10.iss12.4012>
- DA SILVA JÚNIOR, C. A. et al. Tabela Periódica dos Elementos Figurativos da Química Verde e Sustentável (TPQVS): Tradução para a língua portuguesa do Brasil. Em: Anais do(a) Anais do 21 Encontro Nacional de Ensino de Química, 8., 2023, Recife, Brasil. [...]. Recife, Brasil: Even3, 2023. <https://doi.org/10.29327/1290523.1-26>
- DA SILVA JÚNIOR, C. A. et al. 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. 2504, 2024. <https://doi.org/10.3390/su16062504>
- FELÍCIO, C. M.; 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. <http://qnesc.sbq.org.br/online/artigos/05-EA-33-17.pdf>
- FOCETOLA, P. B. M. et al. Os Jogos Educacionais de Cartas como Estratégia de Ensino em Química. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 248-255, 2012. http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_4/11-PIBID-44-12.pdf
- IUPAC. Green Chemistry. Disponível em: <https://www.iupac.cnr.it/who-we-are/green-chemistry>. Acesso em: 23 jul. 2024.
- LENARDÃO, E. J. et al. “Green chemistry” - Os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 123–129, 2003.
- MARTINS, J. M.; DA SILVA JÚNIOR, C. A. Gamification in Green and Sustainable Chemistry Education - A Brief Review. In: Anais do VI Congresso Online Nacional de Química, Even3, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.54265/XEPG2810> Acesso em: 30 jul. 2024.

MARTINS, J. M. et al. Education in Green Chemistry supported by Computational Chemistry - A Brief Review, p. 1-9. In: Anais do V Congresso Online Nacional de Química, Even3, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.54265/UBFV3817> Acesso em: 30 jul. 2024.

SILVEIRA, A. A. H. et al. Dominó: a utilização do lúdico como ferramenta de ensino mediante os 12 princípios da química verde. p. 1-9. In: Anais IX CONEDU. Campina Grande Realize Editora. 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/97329>. Acesso em: 21 jul. 2024.

SOUSA, A. C. et al. **Química Verde para a Sustentabilidade: natureza, objetivos e aplicação prática**. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2020.

VAZ, C. R. et al. A Adoção da Química Verde no Ensino Superior Brasileiro. **Química Nova**, v. 47, n. 3, p. 1–10, 2024. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230117>

VELOZO, M. C. S. et al. An inclusive approach to incorporating green chemistry in a post-pandemic world. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 10, n. 12, p. 140–153, 2022. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol10.iss12.4017>

VELOZO, M. C. S. et al. Creation and Validation of Bilingual Educational Videos about Environmental Education, Green Chemistry and Sustainable Development Goals for Deaf People in Brazil. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 11, n. 1, p. 46–62, 2023. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol11.iss1.4043>