

Química Verde #PraCegoVer: Inclusão e Sustentabilidade no Desenvolvimento da Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS) em Braille

Carlos Eduardo Nicioli (IFPB, Campus Sousa), Jaelson Marques Martins (IFPB, Campus Sousa), José Lucas da Costa Campos (IFPB, Campus João Pessoa), José Guilherme Gomes Queiroz (Campus Sousa), Afonso Serafim Jacinto (IFPB, Campus Cajazeiras), Carlos Alberto da Silva Júnior (IFPB, Campus Sousa).

E-mails: carlos.nicioli@academico.ifpb.edu.br, jaelson.martins@academico.ifpb.edu.br, jose.campos@academico.ifpb.edu.br, queiroz.guilherme@academico.ifpb.edu.br, afonso.serafim@ifpb.edu.br, carlos.alberto@ifpb.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.06.00.00-0

Palavras-chave: Química Verde; TPQVS; Inclusão; Cego; Educação Química.

1. Introdução

A Química Verde (QV) é definida como sendo o *design* e a implementação de produtos e processos que visam a redução ou eliminação da geração de substâncias nocivas à saúde dos seres vivos e ao ambiente (Anastas; Warner, 1998; Lenardão *et al.*, 2003). A QV está fundamentada em doze princípios, criados pelos pesquisadores norte-americanos Paul T. Anastas e John C. Warner (1998) e que contribuem significativamente para o processo de redução dos impactos ambientais. Neste contexto, o objetivo central da QV é a redução dos impactos ambientais e o aumento da eficiência dos recursos (Lenardão *et al.*, 2003; Sousa *et al.*, 2020; Martins *et al.*, 2024).

Por abranger uma ampla gama de processos sustentáveis, a QV torna-se uma forte aliada do sistema educacional no que diz respeito à educação ambiental. É fundamental para a formação de futuros profissionais capazes de aplicá-la de forma sistêmica, incorporando elementos críticos ou propondo abordagens inovadoras (Sandri; Santin Filho, 2019; Da Silva Júnior *et al.*, 2024a; Velozo *et al.*, 2024). Essa aplicação favorece o aprendizado sobre processos sustentáveis e sobre a utilização consciente de recursos naturais, resultando em indivíduos alfabetizados para a sustentabilidade de forma conceitual, contextual e crítica (Andrade; Zuin, 2023).

O ensino da QV, por abranger questões sociocientíficas, reforça o compromisso com os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 4, que valoriza uma educação de qualidade. Se a QV for observada de forma ampla, pode-se encontrar outros ODS que seguem a mesma filosofia sustentável (Andrade; Zuin, 2023). Além disso, com o tempo, a QV expandiu seu foco para incluir questões sociais, que podem abranger discussões políticas e científicas em uma perspectiva multidisciplinar (Nicioli *et al.*, 2024).

No ano de 2019, quando se comemorou os 150 anos da criação da Tabela Periódica dos Elementos Químicos (TPEQ), proposta por Mendeleev, os cientistas Paul T. Anastas e Julie B. Zimmerman elaboraram a Tabela Periódica dos Elementos Figurativos da Química Verde e Sustentável (TPQVS). O objetivo da TPQVS é fundamentar ações sustentáveis promissoras, ampliando a contribuição da QV para uma educação ambiental que vise a prevenção (Anastas; Zimmerman, 2019; Da Silva Júnior *et al.*, 2022). Por definição, a TPQVS é um recurso didático interdisciplinar que abrange ações científicas, éticas, políticas, humanas e sociais, com foco na sustentabilidade e na educação ambiental concisa, incluindo todos os doze princípios propostos por Anastas e Warner (1998) em uma estrutura física semelhante à da TPEQ (Da Silva Júnior *et al.*, 2022; 2024b).

No que se refere ao ensino desse recurso multidisciplinar, ainda recente no meio científico, sua divulgação ainda não alcançou um grande público. Contudo, pesquisas recentes envolvendo a TPQVS têm ganhado destaque no Instituto Federal da Paraíba (IFPB), especialmente na área educacional, visando explorar formas de ensinar sobre a sua importância e contribuir para se alcançar os 17 ODS. No âmbito educacional, encontram-se diversos desafios, um deles é ensinar de maneira objetiva sobre as diversas ações sustentáveis que a TPQVS oferece. Essa tarefa se torna mais desafiadora quando se trata da inclusão de estudantes com deficiência visual.

Diante desse contexto, essa pesquisa teve como objetivo a adaptação da TPQVS em Braille, a fim de potencializar o ensino de QV em uma perspectiva de educação inclusiva (Da Silva Júnior *et al.*, 2023). Para esse recurso sustentável ainda recente, buscou-se divulgar ainda mais a temática, sendo o trabalho uma inovação no campo educacional quando tratamos de sustentabilidade.

2. Metodologia.

Esta pesquisa, de natureza qualitativa exploratória (Creswell, 2007), aborda um tema novo e original, justificando sua abordagem flexível e adaptável (Mól, 2017). A TPQVS em Braille foi elaborada com base na Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT), que é um modelo didático multidimensional (Da Silva Júnior, 2023), visando à inclusão no Ensino de Química. Utilizou-se o *software* gratuito *Canva*¹. Este foi utilizado para construir os elementos figurativos na adaptação desse sistema, representados por figuras geométricas padronizadas (3,17 cm × 3,06 cm). As marcações em Braille para número e símbolo dos elementos figurativos foram obtidas na própria plataforma. A proposta visou facilitar a compreensão dos elementos figurativos da TPQVS para estudantes com deficiência visual.

3. Resultados e discussão

No Brasil, o sistema Braille é o principal meio de comunicação escrita utilizado por pessoas com deficiência visual, permitindo o acesso à leitura e à escrita de forma autônoma (Da Silva Júnior *et al.*, 2023). No contexto educacional, a

¹ <https://www.canva.com/>

garantia da acessibilidade em materiais didáticos é essencial para assegurar a inclusão plena desses estudantes, promovendo equidade no processo de ensino e aprendizagem.

Com base nessa perspectiva, a adaptação da TPQVS para o Braille representa uma inovação no campo da educação inclusiva, pois possibilita a compreensão conceitual dos elementos que compõem a tabela (Martins *et al.*, 2024). Trata-se de um recurso interdisciplinar que amplia o alcance do ensino de QV, proporcionando aos discentes com deficiência visual uma nova forma de interação com os princípios da sustentabilidade. Na Figura 2, observa-se a versão da TPQVS adaptada para o sistema Braille, voltada à inclusão de alunos com deficiência visual.

Figura 2 - TPQVS em Braille.

Fonte: Adaptado de Martins e colaboradores (2024).

Apesar da escassez de publicações científicas sobre o ensino da TPQVS para alunos com deficiência visual, o presente trabalho destaca-se como pioneiro nessa temática, posicionando o IFPB como referência nacional em iniciativas voltadas à inclusão no ensino de ciências. A criação da TPQVS em Braille reforça o papel do IFPB como agente ativo na promoção da acessibilidade educacional, especialmente em áreas consideradas tecnicamente desafiadoras. Segundo Martins *et al.* (2024), essa versão adaptada tem grande potencial para ser utilizada em diferentes níveis de ensino, ampliando o repertório pedagógico disponível para professores e instituições que buscam práticas inclusivas. Além disso, a TPQVS em Braille contribui diretamente para o cumprimento do ODS 4, que trata da educação de qualidade, inclusiva e equitativa (Da Silva Júnior *et al.*, 2024a).

Inferimos que a introdução da TPQVS no sistema Braille fortalece a formação de cidadãos críticos e conscientes, ao mesmo tempo em que representa uma ação concreta de educação ambiental. Sua aplicabilidade vai além do contexto escolar, podendo ser incorporada em museus, eventos científicos e atividades de extensão universitária voltadas à inclusão. Assim, os resultados obtidos demonstram que a iniciativa foi eficaz em promover a inclusão no ensino, por meio da adaptação de materiais didáticos acessíveis a partir de uma tabela multidisciplinar.

5. Considerações finais

Nesta pesquisa, adaptamos a TPQVS para o Braille, visando facilitar a inclusão no campo educacional. Considerando a escassez de publicações relacionadas ao ensino da TPQVS para esse público, esta pesquisa tornou-se ainda mais desafiadora. Contudo, o presente trabalho posiciona o IFPB como uma instituição pioneira nessa temática, desenvolvendo iniciativas que aproximam pessoas com deficiência dos estudos relacionados à QV e de investigações mais específicas sobre a TPQVS e seu uso no contexto do desenvolvimento sustentável. A TPQVS abrange diversas áreas da ciência, sendo aplicável em várias ações que se alinham aos 17 ODS. Inferimos que além de contribuir para o alcance dos ODS, a inclusão é fundamental para a formação de cidadãos críticos, conscientes e preparados para atuar de forma responsável na sociedade.

6. Agradecimentos

Ao IFPB, ao Green Maker Lab - Grupo de Pesquisa e Inovação em Química Verde e à FAPESQ pela concessão das bolsas discentes.

Referências

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. New York: Oxford University Press, 1998.

ANASTAS, P. T.; ZIMMERMAN, J. B. The periodic table of the elements of green and sustainable chemistry. **Green Chemistry**, v. 21, p. 6545-6566, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1039/C9GC01293A>

ANDRADE, R. DA S.; ZUIN, V. G. A Alfabetização Científica em Química Verde e Sustentável. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 7, p. 1-15, 2023.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2007.

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; JESUS, D. P.; 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. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170893>

DA SILVA JÚNIOR, C. A. Triangular Bipyramid Metaphor (TBM), an Imagetive Representation for the Awareness of Inclusion in Chemical Education (ICE). **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 3, p. 10567– 10578, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv9n3-112>

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; MORAES C.; JÚNIOR, G. G.; DE JESUS, D. P.. Green Chemistry for All: Three Principles of Inclusive Green and Sustainable Chemistry Education. **Pure and Applied Chemistry**, v. 96, n. 8, p. 1299-1311, 2024a. DOI: <https://doi.org/10.1515/pac-2024-2008>

DA SILVA JÚNIOR, C. A. MORAES, C.; DE JESUS, D. P.; JÚNIOR, G. 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. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16062504>

LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. G.; BATISTA, A. C. F.; DA CRUZ SILVEIRA, C. “Green chemistry” – Os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 1, p. 123-129, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000100020>

MARTINS, J. M.; QUEIROZ, J. G. G.; DA SILVA, D. D.; NICIOLI, C. E.; DOS ANJOS PEREIRA, G.; DA SILVA JÚNIOR C. A. **Tabela Periódica dos Elementos Figurativo da Química Verde em Braille**. Anais XXI Simpósio brasileiro de educação química, Porto Alegre/RS, 2024. Disponível em: <https://www.abq.org.br/simpequi/2024/trabalhos/90/A90T25535-1722862905.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2025.

MÓL, G. S. Pesquisa Qualitativa em Ensino de Química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 495–513, 2017. <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/140>

NICIOLI, C. E.; MARTINS, J. M.; DA SILVA JÚNIOR, C. A. Glossário da Tabela Periódica dos Elementos Figurativos da Química Verde e Sustentável (TPQVS). **Anais XXI Simpósio brasileiro de educação química**, Porto Alegre/RS, 2024. Disponível em: <https://www.abq.org.br/simpequi/2024/trabalhos/90/A90T25527-1722354568.pdf>. Acesso: 26 mai. 2025.

SANDRI, M. C. M.; SANTIN FILHO, O. Os Modelos de Abordagem da Química Verde no Ensino de Química. **Educación Química**, v. 30, n. 4, p. 34, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.4.68335>

SOUSA, A. C.; ALVEZ, L. A.; BERTINI, L. M.; DO NASCIMENTO, T. L. **Química Verde para a Sustentabilidade: natureza, objetivos e aplicação prática**. Curitiba: Appris, 2020.

VELOZO, M. C. S.; FERRAZ, J. M. S.; DE CAMPOS, J. L. C.; DA SILVA JÚNIOR, C. A.; DE SOUSA, N. S.; DE FIGUEIRÊDO, 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160386>