

## TABELA PERIÓDICA DA QUÍMICA VERDE E SUSTENTÁVEL NA LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS (LIBRAS)

Jaelson Marques Martins<sup>1</sup>, José G. G. Queiroz<sup>2</sup>, Daiane D. da Silva<sup>3</sup>, Lucas de S. Batista<sup>4</sup>, Carlos Eduardo Nicioli<sup>5</sup>, Gizllayne dos Anjos Pereira<sup>6</sup>, Carlos Alberto da Silva Júnior<sup>7</sup>.

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

<sup>1</sup>jaelson.martins@academico.ifpb.edu.br <sup>2</sup>queiroz.guilherme@academico.ifpb.edu.br

<sup>3</sup>dantas.daiane@academico.ifpb.edu.br <sup>4</sup>batista.sa@academico.ifpb.edu.br

<sup>5</sup>carlos.nicioli@academico.ifpb.edu.br <sup>6</sup>gizllayne.anjos@academico.ifpb.edu.br

<sup>7</sup>carlos.alberto@ifpb.edu.br

**Palavras-Chave:** Inclusão; Comunidade Surda; Educação Química.

### Introdução

A Química Verde (QV) trata do desenvolvimento de produtos e processos químicos que minimizem ou, idealmente, evitem o uso e a geração de substâncias nocivas (ANASTAS; WARNER, 2000). Seu principal objetivo é reduzir os impactos ambientais e aumentar a eficiência dos recursos (ANASTAS; WARNER, 2000; LENARDÃO et al., 2003; SOUSA et al., 2020). A QV está fundamentada em 12 princípios, criados por John C. Warner e Paul T. Anastas, que são diretrizes que devem ser seguidas para poder alcançar práticas mais sustentáveis e seguras na Química.

No âmbito educacional, o Ensino da Química Verde (EQV) é um campo interdisciplinar (SOUSA et al., 2020; PASCHALIDOU et al., 2022; MARCELINO; MARQUES, 2023, DA SILVA JÚNIOR et al., 2023; 2024). A QV pode ser utilizada para implementar abordagens didáticas que promovam o desenvolvimento sustentável (CORRÊA; ZUIN, 2012; MACHADO, 2014; MARCELINO, 2020; MARQUES et al., 2020; VELOZO et al., 2022; 2023). Em uma perspectiva mais ampla, é possível desenvolver práticas pedagógicas que integrem pesquisa, ensino e extensão (CORRÊA; ZUIN, 2012; EILKS; RAUCH, 2012; ERYTHROPEL et al., 2018; HURST, 2020; SOUSA et al., 2020).

A QV com o passar do tempo passou a ganhar mais notoriedade. No ano de 2019, o casal de pesquisadores norte-americanos Paul T. Anastas e Julie B. Zimmerman publicaram *The Periodic Table of the Elements of Green and Sustainable Chemistry*, na revista *Green Chemistry* (ANASTAS; ZIMMERMAN, 2019). Esse recurso sistêmico foi criado para comemorar os 150 anos da Tabela Periódica dos Elementos Químicos (TPEQ). De acordo com Da Silva Júnior et al. (2022), a tabela proposta por Anastas e Zimmerman (2019) apresenta 90 elementos figurativos, organizados em 18 colunas e 7 linhas, distribuídos em quatro blocos: Elementos Humanitários, Elementos da Química Verde e da Engenharia Verde, Elementos de Habilitação das Condições de Sistema e Elementos Nobres.

No Brasil, o EQV é uma área em expansão, embora a divulgação da QV nos cursos nacionais de Química ainda seja limitada (VAZ et al., 2024). A baixa presença da QV como disciplina nas matrizes curriculares das instituições de ensino é preocupante, pois pode enfraquecer a integração entre pesquisa, ensino e extensão em prol do desenvolvimento sustentável (DA SILVA JÚNIOR et al., 2022; 2024). Diante desse cenário, em 2022, pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) realizaram a tradução da tabela criada por Anastas e Zimmerman (2019) para o

português, como forma de facilitar a inserção gradual da QV no ensino. Assim, surgiu no Brasil a Tabela Periódica dos Elementos Figurativos da Química Verde e Sustentável - TPQVS (DA SILVA JÚNIOR et al., 2022; 2023).

É possível observar na literatura a falta de trabalhos que envolvem a TPQVS visto que se trata de um instrumento de QV ainda novo (DA SILVA JÚNIOR et al., 2022; 2023; 2024). Numa perspectiva sistêmica a TPQVS tem um potencial para o EQV e a Educação Ambiental. Portanto, é fundamental que essa tabela alternativa seja difundida e utilizada em sala de aula, de modo a incluir pessoas com deficiência, pois a ciência deve ser acessível a todos.

Nesse contexto, há uma escassez de publicações científicas que abordem a TPQVS e a inclusão, especialmente no que se refere à Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). A criação de uma versão pioneira da TPQVS em LIBRAS não apenas preenche uma lacuna educacional na literatura, mas também representa um avanço significativo em direção a um futuro mais equitativo, inclusivo e consciente. Segundo Fernandes (2019), é essencial garantir o uso da língua de sinais para estudantes surdos, promovendo o reconhecimento da surdez e de seus valores.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi a tradução e a criação da TPQVS em LIBRAS. Essa iniciativa não apenas oferece uma solução pioneira e significativa para a escassez de tecnologias assistivas, mas também potencializa a forma como estudantes com deficiência auditiva acessam e compreendem os conceitos de QV.

## Material e Métodos

A presente pesquisa é de natureza qualitativa exploratória (CRESWELL, 2007). De acordo com Creswell (2007), essa abordagem é adequada para tópicos novos e originais, o que se aplica ao presente estudo. Caracteriza-se como qualitativa devido à sua flexibilidade e adaptabilidade (MOL, 2017).

A criação da TPQVS em LIBRAS baseou-se nos pressupostos teóricos da Metáfora da Bipi-râmide Triangular (DA SILVA JÚNIOR, 2023), que permite a elaboração de recursos numa perspectiva inclusiva no Ensino de Química.

Para a criação e organização da TPQVS em LIBRAS, utilizou-se o software *Canva*, que está disponível gratuitamente ([www.canva.com](http://www.canva.com)), embora algumas funcionalidades adicionais sejam acessíveis por meio de um plano pago. Cada elemento figurativo foi representado por uma figura geométrica de 3,17 cm de largura por 3,06 cm de altura. As imagens das marcações em LIBRAS para o número do elemento e seu símbolo foram obtidas diretamente do *Canva*.

A intenção foi criar uma versão acessível que facilitasse a introdução e compreensão dos elementos figurativos dessa tabela, promovendo o conhecimento sobre e para a QV entre estudantes surdos.

## Resultados e Discussão

Na Figura 1, observa-se a TPQVS em LIBRAS, a qual foi criada para estudantes surdos. A introdução dessa versão representa uma inovação significativa no contexto escolar, facilitando o ensino e a aprendizagem dos conceitos de QV para esse público. Essa iniciativa é crucial para proporcionar uma inclusão efetiva de alunos com deficiência auditiva no EQV.

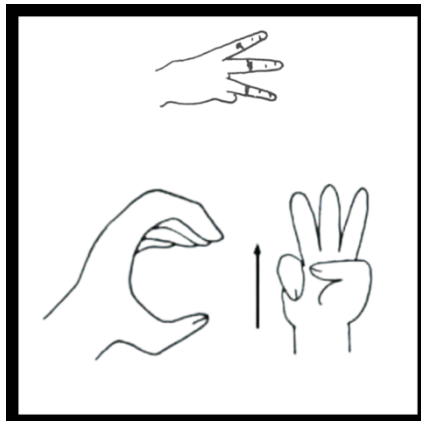
**Figura 1:** Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS) em LIBRAS

Fonte: Autoria própria (2024)

A adoção de materiais inclusivos, como a TPQVS em LIBRAS, é essencial para a integração dos estudantes surdos no processo educativo. Conforme Fernandes (2019), é imprescindível garantir o uso da LIBRAS no ambiente escolar para alunos com deficiência auditiva, pois esta língua é fundamental para o processo de ensino e aprendizagem desses alunos. Adicionalmente, é vital que os educadores sejam devidamente preparados para utilizar esses materiais, especialmente os professores de Química, que necessitam de práticas pedagógicas específicas para o ensino de estudantes surdos. A implementação de um ambiente de aprendizagem inclusivo, que inclua tanto o ensino em sala de aula quanto as aulas práticas em laboratório, é fundamental para estimular o desenvolvimento das habilidades dos estudantes surdos (FERNANDES; FREITAS-REIS, 2017).

Conforme ilustrado na Figura 2, a representação de cada elemento figurativo contou com o número da sua posição na tabela, assim como o seu símbolo em LIBRAS. No processo de criação da TPQVS em língua de sinais, foram realizados alguns testes a respeito do espaço dos quadrantes dos elementos figurativos, contudo ficou determinado que a princípio apenas os números e os símbolos dos elementos figurativos estariam presentes. Destaca-se que atualizações estão sendo realizadas para melhorar a experiência dos estudantes surdos com essa nova tecnologia assistiva.

**Figura 2:** Elemento figurativo “química para o bem-estar”, cujo símbolo é Cw.



Fonte: Autoria própria (2024)

A criação da TPQVS em LIBRAS potencializa a inclusão e o acesso equitativo aos conceitos e princípios da QV para a comunidade surda. Essa tecnologia assistiva tem a finalidade de facilitar a compreensão dos elementos figurativos, rompendo obstáculos linguísticos que podem dificultar o aprendizado. Portanto, o presente instrumento reforça a valorização da inclusão no ambiente escolar, desta forma, contribuindo para a formação de uma sociedade mais inclusiva e consciente da importância da acessibilidade em todas as áreas do conhecimento.

A TPQVS em LIBRAS pode ser usada em diversas práticas pedagógicas para promover e facilitar a inclusão de estudantes surdos em escolas e universidades. Espera-se facilitar a abordagem sobre e para a QV, afinal “idealmente o futuro da QV é que o termo verde desapareça, porque é simplesmente a forma como fazemos Química” Paul T. Anastas.

### Conclusões

Este trabalho apresentou a Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS) na Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), tendo caráter inovador por não existir, conforme nosso levantamento na literatura, material que aborde essa tabela alternativa na perspectiva inclusiva da comunidade surda. Desta forma, não apenas se preenche uma lacuna educacional no Brasil, mas também almeja-se contribuir para um futuro mais equitativo, inclusivo e consciente.

A criação de materiais gratuitos e de fácil acesso para estudantes surdos potencializa o processo de ensino e a aprendizagem, além de auxiliar na promoção da inclusão dessa comunidade. A TPQVS em LIBRAS surge justamente com a finalidade de ser uma ferramenta didática capaz de aumentar a inclusão e difundir os conceitos da QV para estudantes surdos e para a formação dos profissionais da Educação.

### Agradecimentos

Ao IFPB, ao Green Maker Lab - Grupo de Pesquisa e Inovação em Química Verde e à FAPESQ pelas bolsas de Iniciação Científica concedidas aos estudantes pesquisadores C.E.N. e J.M.M.

## Referências

- ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. New York: Oxford University Press, 2000.
- CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G. **Química Verde: fundamentos e aplicações**. 1ª ed. São Carlos: EdUFSCar, 2012.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2007.
- DA SILVA JÚNIOR, C. A. Triangular Bipyramid Metaphor (TBM), an Imagetic Representation for the Awareness of Inclusion in Chemical Education (ICE). **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 3, p. 10567–10578, 2023. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n3-112>
- 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. 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.; MAGALHÃES, C. G. **Química Verde: Propostas, Experiências de Ensino e Reflexões para a Formação de Professores**. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2023. p. 97–127.
- 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>
- EILKS, I.; RAUCH, F. Sustainable development and green chemistry in chemistry education. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 13, n. 2, p. 57–58, 2012. <http://dx.doi.org/10.1039/C2RP90003C>
- ERYTHROPEL, H. C. et al. The Green ChemisTREE: 20 years after taking root with the 12 principles. **Green Chemistry**, v. 20, n. 9, p. 1919–2160, 2018. <https://doi-org.ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1039/C8GC00482J>.
- FERNANDES, J. M.; FREITAS-REIS, I. Estratégia Didática Inclusiva a Alunos Surdos para o Ensino dos Conceitos de Balanceamento de Equações Químicas e de Estequiometria para o Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, 2017.
- FERNANDES, J. M. A semiótica no processo de ensino e aprendizagem de Química para surdos: Um estudo na perspectiva da multimodalidade. 2019. 290 f. 2019. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Química – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.
- HURST, G. A. Systems thinking approaches for international green chemistry education. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, [S. l.], v. 21, p. 93–97, 2020. DOI: 10.1016/j.cogsc.2020.02.004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.02.004>.
- 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.
- MACHADO, A. **Introdução às Métricas da Química Verde - Uma Visão Sistêmica**. 1ª ed. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2014.
- MARCELINO, L. V. Os Tipos de Racionalidade na Química Verde e suas relações com o Ensino. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2020.

MARCELINO, L. V.; MARQUES, C. A. A pesquisa em Ensino de Química Verde: temas e tipologias de estudos. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 19, n. 42, p. 232–254, 2023.

MARQUES, C. A. et al. Green chemistry teaching for sustainability in papers published by the Journal of Chemical Education. **Química Nova**, v. 43, n. 10, p. 1510–1521, 2020.

MOL, 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>

PASCHALIDOU, K. et al. Exploring the connections between systems thinking and green chemistry in the context of chemistry education: A scoping review. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 29, n. May, p. 100788, 2022.

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>