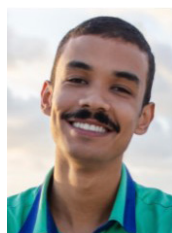


A TABELA PERIÓDICA DA QUÍMICA VERDE E SUSTENTÁVEL (TPQVS) EM LIBRAS COMO RECURSO DIDÁTICO E INTERDISCIPLINAR PARA SURDOS

*The periodic table of the Elements of Green and Sustainable Chemistry (PT-GSC) in
 brazilian sign language as an interdisciplinary teaching resource for deaf students*



Jaelson Marques Martins¹



Carlos Alberto da Silva Júnior²



¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba- IFPB, Sousa, PB, Brasil; jaelson.martins@academico.ifpb.edu.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba- IFPB, Sousa, PB, Brasil; carlos.alberto@ifpb.edu.br

RESUMO

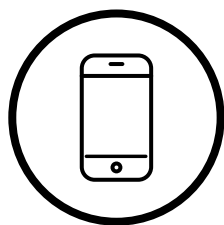
Nesta pesquisa, apresentamos a Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS) em Língua Brasileira de Sinais (Libras), concebida como um recurso didático, interdisciplinar e potencialmente inclusivo. Diante do caráter emergente da Química Verde (QV) e da escassez de materiais educativos na área, identificou-se uma lacuna quanto ao uso da TPQVS em contextos de ensino, especialmente para estudantes e professores surdos. A metodologia, de natureza qualitativa e exploratória, envolveu três etapas: seleção do conteúdo, validação com especialistas e divulgação da versão acessível às comunidades surdas no Brasil. Como resultado, a TPQVS em Libras foi criada, validada e disponibilizada em acesso aberto. Ademais, foram identificadas possibilidades de integração desse recurso a metodologias de ensino inovadoras. Concluímos, portanto, que esta iniciativa contribui para suprir uma lacuna educacional e fortalece a construção de um Ensino de Química/Ciências mais inclusivo.

Palavras-chave: Química Verde; Inclusão; Ensino de Química

ABSTRACT

In this work, we present the Periodic Table of the Elements of Green and Sustainable Chemistry (PT-GSC) in Brazilian Sign Language (BSL), designed as a didactic, interdisciplinary, and potentially inclusive resource. Given the emerging nature of Green Chemistry (GC) and the scarcity of educational materials in this field, a significant gap was identified regarding the use of PT-GSC in inclusive teaching contexts, particularly for deaf students and teachers. Our methodology, qualitative and exploratory in nature, comprised three stages: content selection, validation by experts, and dissemination of the accessible version to deaf communities in Brazil. As a result, the PT-GSC in BSL was created, validated, and made freely available. Furthermore, potential opportunities for integrating this resource into innovative teaching methodologies were identified. We concluded that this initiative helps address an educational gap in Brazil and promotes the development of a more inclusive approach to science education.

Keywords: Green Chemistry; Inclusion; Chemistry Education



**LEIA EM LIBRAS ACESSANDO O
QR CODE AO LADO OU O LINK**

https://youtu.be/CXdiNivGRXw?si=7jtMP_la5eI0UqQI



Introdução

A Química Verde (QV) tem conquistado cada vez mais espaço por seu papel central na promoção de práticas sustentáveis (Moir *et al.*, 2025; Gunbatar *et al.*, 2025). De acordo com Anastas e Warner (2025), a QV tem como objetivo desenvolver produtos e processos químicos que minimizam ou, idealmente, eliminam o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao meio ambiente. Em outras palavras, “é uma abordagem que lida com um dos problemas ambientais fundamentais do mundo, a poluição” (Anastas; Warner, 2025, p. 35).

No âmbito educacional, a QV pode ser trabalhada em diferentes níveis e modalidades, por meio de propostas pedagógicas voltadas à sustentabilidade (Zuin, 2011; Sousa *et al.*, 2020; Da Silva Júnior *et al.*, 2022, 2024a; Romão; Da Silva Júnior, 2022; Moir *et al.*, 2025). Neste contexto, o Ensino da Química Verde (EQV) é considerado interdisciplinar (Sousa *et al.*, 2020; Marcelino; Marques, 2023; Da Silva Júnior *et al.*, 2024b; Ferraz *et al.*, 2025) e a sua integração ao currículo educacional é fundamental para a formação de profissionais capazes de aplicar a QV de forma sistêmica, cultivando uma visão crítica e promovendo o desenvolvimento de abordagens inovadoras (Sandri; Santin Filho, 2019; Da Silva Júnior *et al.*, 2023).

Não obstante sua relevância, Almeida *et al.* (2019) identificaram que, no Brasil, apenas 7% das instituições que ofertam cursos de formação de professores em Química contemplavam a disciplina de QV em suas matrizes curriculares. Reforçando esse panorama, Vaz *et al.* (2024) verificaram que, entre 370 instituições brasileiras que oferecem cursos de graduação (licenciatura e bacharelado) e pós-graduação em Química, apenas 10,8% apresentavam disciplinas voltados à QV, evidenciando a necessidade de ampliar as investigações nessa área. De acordo com Sandri *et al.* (2025), é preciso superar essa lacuna nacional com um EQV crítico, contextualizado e emancipador.

A literatura aponta que a escassez de materiais didáticos voltados ao EQV constitui uma das principais barreiras à ampliação de sua inserção nos cursos de Química/Ciências (Matus *et al.*, 2012). Diante desse cenário, novos recursos pedagógicos vêm sendo desenvolvidos e disponibilizados à comunidade acadêmica (Veloza *et al.*, 2024; Moir *et al.*, 2025). Neste contexto, destacamos que em 2019, o casal de pesquisadores norte-americanos Paul T. Anastas e Julie B. Zimmerman desenvolveram a Tabela Periódica dos Elementos Figurativos da Química Verde e Sustentável, ou simplesmente Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS), a qual pode ser definida como um recurso didático e interdisciplinar (Da Silva Júnior, 2024).

Em 2022, a TPQVS foi traduzida do inglês para o português por pesquisadores brasileiros (Da Silva Júnior *et al.*, 2022a). Essa tradução ampliou as possibilidades de sua aplicação na tríade ensino, pesquisa e extensão, contribuindo para a disseminação e integração da filosofia da QV no contexto educacional brasileiro (Da Silva Júnior *et al.*, 2022b). Por se tratar de um recurso recente, ainda é limitada a quantidade de trabalhos no EQV que utilizam a TPQVS (Da Silva Júnior *et al.*, 2023; 2024a). Entre as propostas já desenvolvidas, destacam-se aquelas baseadas em jogos digitais (Martins *et al.*, 2023) e em estudos de caso (Da Silva Júnior *et al.*, 2024b). Segundo Pereira *et al.*, (2024), os projetos de ensino desenvolvidos abrangem tanto a formação de professores de Química quanto a aplicação de metodologias em sala de aula, o que permite a sensibilização de uma parcela da sociedade, representada pelos discentes, por meio do ambiente escolar.

No campo da inclusão, verificamos que a escassez de pesquisas no EQV é ainda mais evidente, sobretudo quando se trata da comunidade surda. Nesse sentido, torna-se fundamental a divulgação e a utilização dessa tabela periódica em sala de aula, de modo a promover práticas realmente inclusivas, considerando que a ciência deve ser acessível a todos. De acordo com Ferreira e Cruz (2025), considerando a pluralidade do ambiente escolar e a diversidade dos estudantes, é necessário reconhecer os discentes surdos como parte de um grupo linguístico específico, em que a língua de sinais assume o papel de primeira língua, enquanto o português escrito se configura como segunda língua.

Nesta pesquisa, apresentamos a TPQVS em Língua Brasileira de Sinais (Libras), visando seu uso como um recurso didático, interdisciplinar e potencialmente inclusivo no EQV. Essa iniciativa busca ampliar o acesso à ciência e torná-la mais equitativa, valorizando a surdez e seus aspectos culturais (Fernandes, 2019; Murta; Perlin, 2025; Stumpf; Quadros, 2025; Baalbaki; Silveira, 2025). É importante destacar que materiais didáticos em língua de sinais, especialmente no âmbito da inclusão escolar, são indispensáveis para o processo de ensino e aprendizagem (Cerqueira; Ferreira, 2000). Nesse sentido, a tradução da TPQVS para Libras configura-se como um avanço significativo em direção a uma educação mais inclusiva no Brasil.

Nos subtópicos a seguir, apresentamos os 12 (doze) princípios da QV (Anastas; Warner, 2025) e os 3 (três) princípios da Educação Inclusiva em Química Verde e Sustentável (QVS) (Da Silva Júnior *et al.*, 2024a), bem como a importância da Libras como língua natural. Em seguida, detalhamos a metodologia e os resultados, com ênfase nas

características da TPQVS e nas oportunidades associadas à sua utilização no EQV. Por fim, apresentamos as considerações finais desta pesquisa.

Os 12 princípios da Química Verde (QV)

Anastas e Warner (2025) criaram os 12 (doze) princípios da QV, apresentados na Figura 1. Esses princípios abrangem aspectos como o desenvolvimento de sistemas mais seguros, o uso de catalisadores, visando não apenas a produção de substâncias de forma ambientalmente responsável, mas também a formação acadêmica pautada pela sensibilização socioambiental (Lenardão *et al.*, 2003; Corrêa; Zuin, 2012; Sousa *et al.*, 2020; Da Silva Júnior *et al.*, 2022b; Tavares *et al.*, 2022; Anastas; Warner, 2025).

Figura 1: Os 12 princípios da Química Verde. Adaptado de Anastas e Warner (2025).



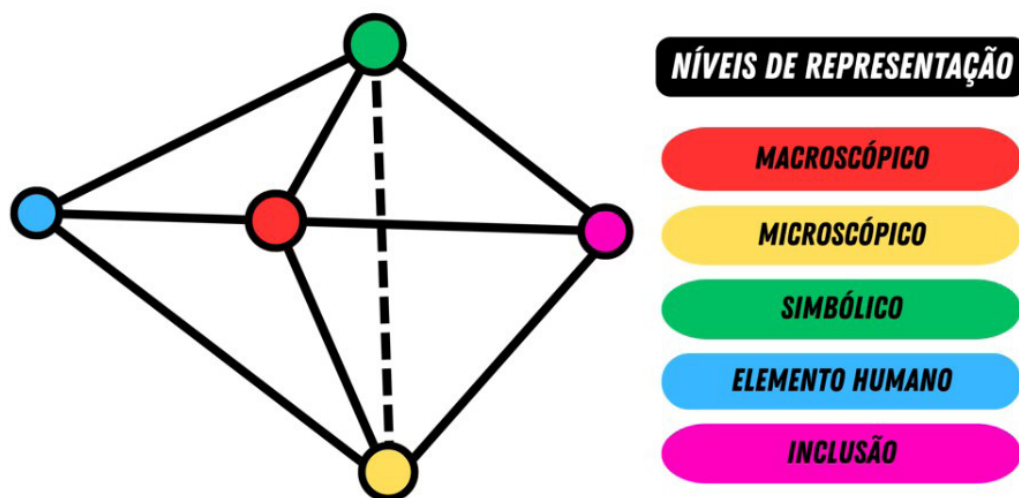
De acordo com Santos e Royer (2018), a divulgação da QV em âmbito nacional e internacional tem exercido influência significativa na produção de conhecimentos e no desenvolvimento de conceitos químicos sustentáveis, favorecendo a consolidação e a expansão da área como um campo emergente do saber. Nesse contexto, o EQV não apenas favorece a problematização de questões ambientais e sociais contemporâneas, mas também estimula a reflexão crítica sobre o papel da Química na construção de uma sociedade mais justa e sustentável. Além de despertar o interesse e a participação dos estudantes, a abordagem da QV pode integrar atividades teóricas e práticas experimentais, criando condições para uma aprendizagem significativa e contextualizada (Zuin *et al.*, 2021; Andrade; Zuin, 2023a; Grieger; Leontyev, 2024; Gunbatar *et al.*, 2025).

Observamos, contudo, que a carência de princípios que auxiliem na construção de materiais didáticos para o EQV sob uma perspectiva inclusiva também pode ser considerada um fator que contribui para a divulgação ainda limitada da QV. Nesse contexto, Da Silva Júnior *et al.* (2024a) criaram os três princípios da Educação Inclusiva em Química Verde e Sustentável (QVS), destacando a relevância de práticas pedagógicas que considerem a diversidade e promovam a acessibilidade.

Os três princípios da educação inclusiva em química verde e sustentável (QVS)

Da Silva Júnior *et al.* (2024a) desenvolveram os três princípios para a Educação Inclusiva em QVS, que compreendem: I) aprendizagem centrada no estudante; II) ensino nos cinco níveis de representação da Química e III) adaptação curricular para aplicar habilidades acadêmicas em situações reais com apoio pedagógico. Esses princípios baseiam-se epistemologicamente na Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT), que descreve os cinco níveis de representação da Química (Da Silva Júnior, 2023), ilustrada na Figura 2.

Figura 2: Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT). Adaptado Da Silva Júnior (2023)



Do ponto de vista conceitual, a MBT é um modelo didático (Da Silva Júnior, 2023) que reflete um avanço teórico baseado no Triângulo de Johnstone (Johnstone, 1993) e no Tetraedro de Mahaffy (Mahaffy, 2004). Sua estrutura é representada por uma bipirâmide triangular, cujos cinco vértices correspondem a diferentes formas de representação do conhecimento químico: “macroscópica”, que se refere à observação direta de fenômenos, como mudanças de cor e estado físico; “microscópica”, que envolve explicações de fenômenos em termos de átomos, íons e moléculas, com auxílio de modelos computacionais, por exemplo; “simbólica”, relacionada à representação de fenômenos químicos por meio de símbolos, equações e fórmulas estruturais; “elemento humano”, que destaca a aplicação do conhecimento químico em contextos sociais e ambientais; e “inclusiva”, que envolve o planejamento e a execução de propostas didáticas potencialmente inclusivas no Ensino de Química.

Essa configuração multidimensional enriquece a compreensão e a representação da Química ao integrar diferentes perspectivas no processo de ensino e aprendizagem (Da Silva Júnior, 2023; Veloso *et al.*, 2024). De acordo com Zuin (2011), a inserção da QV precisa envolver a integração de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, promovendo experiências práticas e contextos sociais que favoreçam o aprendizado significativo e sustentável da Química. Neste contexto, ao buscar criar materiais didáticos sobre QV para discentes surdos, torna-se imprescindível conhecer a língua de sinais para o material que está sendo desenvolvido. É importante compreender que o uso da Libras em materiais didáticos proporciona que o conhecimento seja compartilha-

do de forma clara e objetiva, havendo o risco de exclusão educacional e científica, se a língua natural da comunidade surda não for utilizada como língua de instrução.

A língua brasileira de sinais (LIBRAS) como língua natural

A Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, reconhece a Libras como meio legal de comunicação e expressão, definindo-a como um sistema linguístico de natureza visual-motora, dotado de estrutura gramatical própria (Brasil, 2002). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), observamos um crescimento expressivo no número de alunos surdos matriculados no ensino regular, que alcançou 61.594 matrículas na Educação Básica em 2022 (Brasil, 2022). Em 2021, foi sancionada a Lei nº 14.191, conhecida como Lei de Educação Bilíngue de Surdos, a qual alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional para regulamentar a modalidade de Educação Bilíngue destinada a pessoas surdas (Brasil, 2021).

Conforme Quadros (2008), as línguas de sinais distinguem-se por sua modalidade espaço-visual, sendo expressas por meio da visão e do uso do espaço, em vez dos canais oral-auditivos. De acordo com Gomes e Souza (2020), a experiência visual é fundamental no processo educativo de discentes surdos, uma vez que a visualidade orienta sua percepção de mundo e constitui elemento central de sua aprendizagem. Neste contexto, o emprego de materiais em Libras configura-se como uma estratégia pedagógica eficaz para potencializar o processo de ensino e aprendizagem de estudantes surdos (Da Silva; Franca, 2020). Sob essa ótica, Gesser (2016) enfatiza que o respeito à diferença linguística da pessoa surda somente é efetivamente assegurado quando a educação é desenvolvida em sua língua natural.

Nordio e Neves (2022) destacam que o ensino bilíngue assegura aos estudantes surdos o acesso ao seu patrimônio linguístico e cultural. A valorização da diversidade linguística e cultural constitui um pilar fundamental para a promoção de uma educação equitativa e acessível, capaz de reconhecer e potencializar as singularidades dos estudantes surdos em contextos educacionais inclusivos (Murta; Perlin, 2025). A Química é frequentemente considerada uma disciplina de difícil compreensão por grande parte dos estudantes. Nesse sentido, os professores têm recorrido a diferentes ferramentas com o objetivo de facilitar a aprendizagem dos conteúdos (Araújo *et al.*, 2024; Fernandes *et al.*, 2025). No caso dos estudantes surdos, os profissionais da área têm utilizado materiais em Libras como recurso pedagógico.

As barreiras de comunicação enfrentadas pelos estudantes surdos comprometem sua plena participação no ambiente escolar, refletindo diretamente em seu processo de aprendizagem. Nesse contexto, a valorização da Libras constitui um fator central para impulsionar ações que efetivamente favoreçam o desenvolvimento do estudante surdo, promovendo uma educação mais acessível e inclusiva (Silva, 2015). Assim, nesta pesquisa apresentamos a versão em Libras da TPQVS, visando seu uso como um recurso didático, interdisciplinar e potencialmente inclusivo no EQV.

Metodologia

Trata-se de uma pesquisa qualitativa e exploratória, nos termos de Mól (2017), com foco na tradução da TPQVS para a Libras. O processo metodológico foi composto por três etapas: (1) seleção do conteúdo original em português (Da Silva Júnior *et al.*, 2022a; 2023); (2) tradução dos elementos figurativos para Libras, realizada pelo primeiro autor e validada por um revisor surdo, um professor de Química e um tradutor-

-intérprete, sendo todos os envolvidos fluentes em ambas as línguas, visando garantir clareza visual, equivalência semântica e exatidão conceitual (Chaveiro, 2011; Machado; Feltes, 2012; Nascimento, 2016); e (3) divulgação da TPQVS em Libras, a partir da versão validada, adequada à acessibilidade linguística das comunidade surdas no Brasil (Medeiros, 2018; Dias; Nascimento, 2019).

Na primeira etapa, foi realizada uma revisão bibliográfica para verificar a existência de versões da TPQVS em língua de sinais, não sendo encontrada nenhuma. Diante dessa lacuna, procedeu-se à (re)leitura do artigo original em português que apresenta a TPQVS (Da Silva Júnior *et al.*, 2022), com o objetivo de compreender seu conteúdo para subsidiar a tradução.

Na etapa seguinte, foi realizada a tradução da TPQVS para Libras, utilizando graficamente o software Canva, que oferece versão gratuita e tem sido utilizado em diferentes contextos educacionais (Mina, *et al.*; 2024). As imagens correspondentes aos sinais em Libras foram obtidas na plataforma Pinterest, de acesso aberto. As cores atribuídas a cada elemento figurativo seguiram a lógica da versão original da TPQVS, respeitando seus blocos e grupos (Da Silva Júnior *et al.*, 2022; 2023). Ainda nesta etapa, foram elaborados questionários no Google Forms e enviados aos revisores, que avaliaram aspectos como visualidade, configuração das mãos e correspondência com as letras do alfabeto.

No primeiro formulário enviado aos validadores, solicitou-se a identificação da imagem que apresentasse melhor visualidade dos sinais. O segundo continha o alfabeto manual em Libras, com o objetivo de detectar possíveis inconsistências técnicas na tradução. No terceiro e último formulário, foram submetidas duas versões da TPQVS em Libras para avaliação comparativa, visando a seleção da versão que apresentasse melhor qualidade visual e rigor técnico. Ademais, os validadores foram instados a justificar, de forma fundamentada, tanto a escolha da versão preferida quanto a rejeição da alternativa não selecionada.

A partir da análise das respostas, selecionou-se a versão mais potencialmente inclusiva (Da Silva Júnior *et al.*, 2024a; Velozo *et al.*, 2024), disponível para acesso e download em: <https://greenmakerlab.com/TPQVS>. Destacamos que a tradutologia é um campo reflexivo dos estudos da tradução, de natureza multidisciplinar e aberta, que não se propõe como ciência, mas como um saber autônomo (Berman, 2009; Medeiros, 2018). Ademais, epistemologicamente, esta tradução para a Libras foi orientada pela Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT), um modelo didático multimodal proposto por Da Silva Júnior (2023). De acordo com Ferraz *et al.* (2025), a MBT enfatiza a importância da elaboração de materiais adaptados e acessíveis, uma vez que esses recursos promovem a inclusão de todos os estudantes no processo de aprendizagem.

Para verificar as oportunidades associadas à utilização da TPQVS em Libras no EQV, foram utilizados os níveis de Alfabetização Científica em Química Verde e Sustentável propostos por Andrade e Zuin (2023a), que visam analisar como a educação científica vem sendo desenvolvida e as habilidades que estão sendo formadas nos estudantes. Os três níveis propostos são: i) alfabetização conceitual, que tem a educação científica baseada na estrutura da disciplina; ii) alfabetização contextual, na qual a educação científica baseia-se nas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; iii) alfabetização crítica, que tem a educação científica baseada em questões sociocientíficas.

Resultados e discussão

A Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS) em Libras

Na Figura 3, apresentamos a versão em Libras da TPQVS, desenvolvida a partir da base epistemológica da MBT (Da Silva Júnior, 2023), com o intuito de tornar o EQV mais acessível e inclusivo (Queiroz *et al.*, 2024; Da Silva Júnior *et al.*, 2024a). Essa iniciativa representa uma inovação no campo educacional, pois, sob uma perspectiva holística, amplia as possibilidades de divulgação e compreensão da QV por parte das comunidades surdas no Brasil.

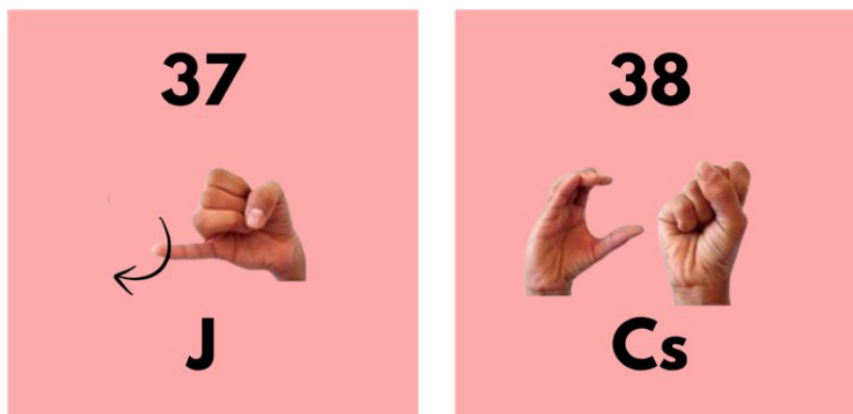
Figura 3: Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (TPQVS) em Libras. Autoria própria (2025).

The image shows the TPQVS table in Libras. At the top, a purple banner contains the title 'TABELA PERIÓDICA DA QUÍMICA VERDE E SUSTENTÁVEL EM LIBRAS' in white capital letters, with each word accompanied by a corresponding Libras hand sign. Below the banner is a periodic table with 90 elements, each represented by a Libras hand sign and a chemical symbol. The elements are organized into 7 rows and 18 columns. The symbols are: Row 1: A, Ho; Row 2: Cw, Dd, B, Cb, Ae, Pr, Ea, P; Row 3: Sw, Fg, Ce, Fc, Ef, Pb, Aa, Lp; Row 4: Bf, Tc, Wu, Sa, Ru, Dg, Aq, Ee, Ib, E, Bm, Sn, Bd, Hc, Ff, Ct, Lc, Z; Row 5: J, Cs, Op, Ip, Gc, Cm, Il, R, C, Ac, Md, Co, Ie, Dc, Ql, Cl, So, Fi; Row 6: Pc, Ic, Pi, As, Ch, Ba, Sc, Es, Sb, Ht, Dp, Ex, Tg, Rf, Qn, Se, Cf, De; Row 7: Wo, Nc, Ss, W, Is, Ts, S, V, Bt, Hm, Pd, Ga, Be, Cl, Bb, I, Et, K.

A TPQVS é composta por 90 (noventa) elementos figurativos, organizados em 7 (sete) linhas e 18 (dezoito) colunas. Embora adote, em alguns casos, símbolos semelhantes aos utilizados na Tabela Periódica dos Elementos Químicos (TPEQ), esclarecemos que sua natureza conceitual é distinta. A TPQVS não tem por objetivo representar elementos químicos, mas sim elementos figurativos, os quais representam ideias, ações, ferramentas ou métricas relacionadas à sustentabilidade (Anastas; Zimmerman, 2019; Da Silva Júnior *et al.*, 2022a). Essa nova ferramenta metafórica busca facilitar a compreensão multidimensional dos fatores que se relacionam com o desenvolvimento sustentável, organizando-os de forma sistêmica e favorecendo a articulação entre diferentes áreas do conhecimento.

O primeiro bloco da TPQVS, denominado Elementos Humanitários, reúne 13 (treze) elementos figurativos que articulam um compromisso que vai além do campo científico, integrando equidade e responsabilidade social em prol do bem-estar, da paz mundial e da sustentabilidade (Da Silva Júnior *et al.*, 2022a). Na Figura 4, destacamos os elementos figurativos “garantir justiça ambiental, segurança e oportunidades equitativas” (símbolo J) e “química para edifícios e edificações sustentáveis” (símbolo Cs).

Figura 4: Elementos figurativos J e Cs do bloco Elementos Humanitários. Autoria Própria (2025)

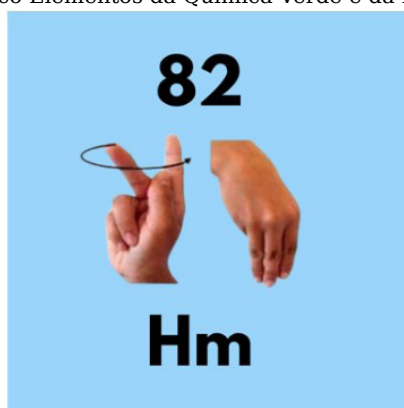


De acordo com Acsehrad *et al.* (2009), o direito à justiça ambiental envolve a garantia de um ambiente seguro para todos, considerando de forma integrada as dimensões econômica, ecológica e social. Trata-se de promover inclusão e igualdade sem negligenciar a proteção dos recursos naturais. O equilíbrio entre esses três pilares é fundamental para a construção de um futuro mais justo e sustentável. Por sua vez, Maurício e Araújo (2018) destacam que as bioconstruções constituem exemplos concretos dessa abordagem ao priorizarem a eficiência no uso de recursos naturais e a redução de resíduos e poluentes.

O segundo bloco da TPQVS, denominado Elementos da Química Verde e da Engenharia Verde, é constituído por 40 (quarenta) elementos figurativos organizados em 10 (dez) grupos. Eles reúnem ações científicas e tecnológicas voltadas para a redução dos impactos ambientais, oferecendo um conjunto de práticas que podem ser exploradas como introdução às estratégias verdes, com ênfase nos princípios da QV (Anastas; Zimmerman, 2019; Da Silva Júnior *et al.*, 2022a; Anastas; Warner, 2025). Assim, contribuem para o desenvolvimento de soluções inovadoras alinhadas às demandas e desafios da realidade contemporânea.

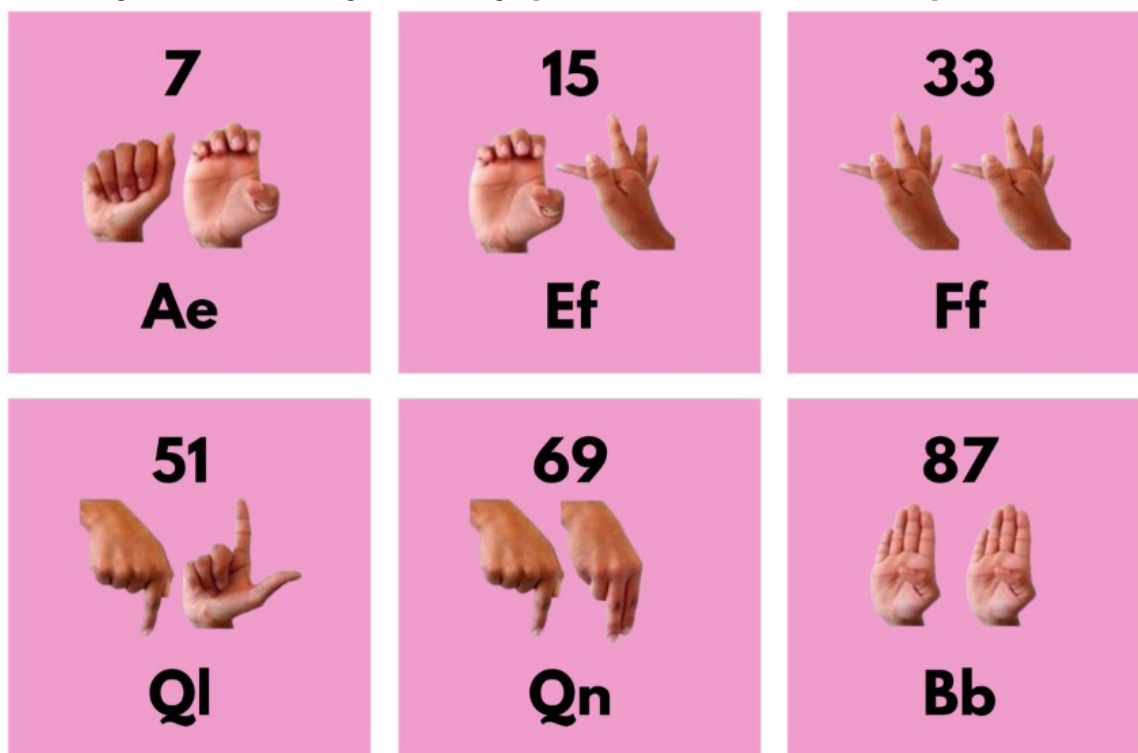
Conforme ilustrado na Figura 5, um dos elementos figurativos em destaque neste bloco é a “catálise homogênea” (símbolo Hm). Esse conceito se refere ao processo em que catalisador e reagente encontram-se na mesma fase, o que possibilita o aumento da velocidade da reação (Anastas; Zimmerman, 2019). Tal elemento figurativo está diretamente associado ao nono princípio da QV referente à catálise (Anastas; Warner, 2025). Salientamos que os 12 (doze) princípios da QV estão contemplados nesse segundo bloco, seja de forma explícita ou implícita.

Figura 5: Elemento figurativo Hm do bloco Elementos da Química Verde e da Engenharia Verde. Autoria Própria (2025).



O terceiro bloco da TPQVS, denominado Elementos de Habilitação das Condições do Sistema, reúne 30 (trinta) elementos figurativos organizados em cinco grupos (Anastas; Zimmerman, 2019). Esse bloco contempla conceitos como economia circular, biomimética e *design* molecular, destacando a importância da integração harmônica entre tecnologia e meio ambiente. Entre os grupos presentes, destacamos o denominado de métricas, ilustrado na Figura 6.

Figura 6: Elementos figurativos do grupo métricas da TPQVS. Autoria Própria (2025).

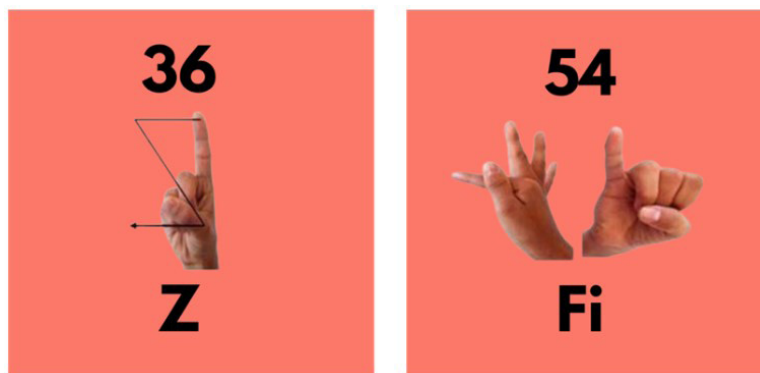


Segundo Santos *et al.* (2021), as métricas em QV superam uma visão reducionista, adotando uma perspectiva holística que possibilita análises mais amplas e consistentes dos processos. Nesse sentido, Hudson *et al.* (2016) ressaltam que seu uso permite diferentes formas de quantificação ligadas ao desperdício e ao consumo de recursos. Dessa maneira, esses conceitos contribuem para avaliações mais precisas da sustentabilidade, reforçando a necessidade de práticas alinhadas à preservação ambiental.

Neste contexto experimental dos laboratórios, é preciso que professores estejam preparados para utilizar recursos potencialmente inclusivos e aplicar planos que valorizem a diversidade da turma. Um ambiente inclusivo, que una teoria e prática - inclusive no laboratório - é indispensável para o desenvolvimento dos estudantes surdos (Fernandes; Freitas-Reis, 2017).

Por fim, o quarto e último bloco da TPQVS é denominado de Elementos Nobres. Esses elementos figurativos representam a plena incorporação da filosofia verde nas dimensões epistemológica e prática da atividade humana (Da Silva Júnior *et al.*, 2022a). Dentre eles, destacamos os elementos figurativos “desperdício zero” (símbolo Z) e “química equitativa e totalmente inclusiva” (símbolo Fi), ilustrados na Figura 7.

Figura 7: Elementos figurativos Z e Fi do bloco Elementos Nobres. Autoria Própria (2025).



Para Santos (2020), materiais didáticos são recursos que facilitam o aprendizado. No caso dos surdos, a primeira língua é a Libras e o ensino da Língua Portuguesa ocorre como segunda língua (Gesser, 2016). Por isso, o uso de materiais acessíveis, como a TPQVS em Libras, é fundamental, pois favorece a inclusão de surdos e ouvintes no ambiente escolar. Fernandes (2019) reforça a importância da Libras no contexto educacional dos surdos, sendo essa a base de sua aprendizagem.

Acreditamos que a utilização crítica e reflexiva de materiais potencialmente inclusivos para estudantes surdos contribui significativamente para o fortalecimento do processo de ensino e aprendizagem em Química/Ciências, favorecendo a inclusão (Lianda *et al.*, 2020; Velozo *et al.*, 2024; Da Silva Júnior *et al.*, 2024a). Nesse sentido, Araújo *et al.* (2024) destacam a importância de os professores, ao refletirem sobre suas práticas pedagógicas, optarem por recursos que tornem o processo de ensino e aprendizagem mais prático e inclusivo, tanto na Química quanto em outras áreas da Educação.

Oportunidades associadas à utilização da TPQVS em Libras no EQV

Por se tratar de um recurso interdisciplinar que visa o ensino e aprendizagem da QV (Da Silva Júnior *et al.* 2022b), a TPQVS pode ser integrada a diferentes possibilidades no EQV. Assim, verificamos essas oportunidades para uma maior divulgação da QV. Para justificar a escolha das três oportunidades associadas à utilização da TPQVS em Libras, ilustradas na Figura 8, serão utilizados os três níveis de alfabetização científica propostos por Andrade e Zuin (2023a), os quais são: conceitual, contextual e crítico.

Figura 8: Possibilidades de Ensino utilizando a TPQVS em Libras. Autoria Própria (2025).



No nível conceitual, segundo Andrade e Zuin (2023a), a alfabetização científica se relaciona ao entendimento da natureza da ciência. Em outras palavras, ocorre quando o discente compreende os conceitos e ideias científicas e os aplica de forma adequada para se expressar. Uma forma de trabalhar TPQVS neste nível conceitual é a utilização de jogos educativos (Martins *et al.*, 2023; Velozo *et al.* 2024). Dessa forma utilizar um jogo cujo objetivo seja apresentar os elementos figurativos da TPQVS, no qual, o estudante precise associar o símbolo ao nome do elemento figurativo, é uma forma de apresentar a tabela aos discentes, atingindo essa conceituação. Neste contexto, destacamos que Velozo *et al.* (2024), em seu trabalho publicado na revista Química Nova na Escola (QNEsc), apresentaram o primeiro jogo educativo envolvendo a QV, com tradução para a Libras, tornando-se uma ferramenta valiosa ao promover acessibilidade para estudantes surdos.

No nível contextual, de acordo com Andrade e Zuin (2023a), os estudantes exploram a QV e suas contribuições para o desenvolvimento sustentável. A utilização da TPQVS em Libras em aulas experimentais pode ser considerada para trabalhar essa tabela em um nível contextual. Além de disseminar os conceitos de QV, os discentes podem aplicá-los na prática. Segundo Sousa *et al.* (2020), o uso da experimentação voltada a QV busca reduzir a quantidade de reagentes empregados, promovendo, assim, a diminuição na geração de resíduos. O segundo bloco intitulado Elementos da Química Verde e Engenharia Verde, em seu primeiro grupo chamado de prevenção de resíduos, remete ao primeiro princípio da QV. Assim, com o auxílio da TPQVS em Libras é possível trabalhar a QV almejando tornar as aulas experimentais mais inclusivas.

Por fim, no terceiro nível, o crítico, segundo Andrade e Zuin (2023a), a alfabetização científica tem seu entendimento nos impactos das ciências e suas tecnologias. Aqui, o EQV é combinado com estratégias pedagógicas baseadas em resolução de problemas focando na sustentabilidade. Nesse sentido, os estudantes desenvolvem conhecimentos e habilidades que promovem o pensamento crítico nesse nível de alfabetização científica, tornando-se profissionais e cidadãos responsáveis. O uso de estudos de caso (Da Silva Júnior *et al.*, 2024b) abordando a TPQVS em Libras também é vista como uma excelente oportunidade para trabalhar conceitos de QV em sala de aula de forma crítica, atingindo o terceiro nível, com estudantes surdos e ouvintes.

Salientamos que existem outras possibilidades para se trabalhar TPQVS em Libras. Apenas foram listadas, a título de ilustração, um exemplo para cada um dos níveis de alfabetização científica (Andrade; Zuin, 2023a). Outro aspecto a ser analisado ao se planejar essas atividades é a importância da participação ativa da comunidade surda. Dessa forma, espera-se promover autonomia, protagonismo e inclusão, o que acaba reforçando o vínculo entre a comunidade surda e o ambiente escolar.

Considerações finais

Nesta pesquisa, desenvolvemos e validamos a TPQVS em Libras, representando um avanço científico para o EQV ao integrar inovação pedagógica e inclusão. O uso desse recurso didático, interdisciplinar e potencialmente inclusivo (Da Silva Júnior, 2024; Da Silva Júnior *et al.*, 2022; 2024a, 2024b) amplia as possibilidades de compreensão conceitual, contextual e crítica dos princípios da QV (Anastas; Warner, 2025), especialmente entre estudantes surdos, ao valorizar sua identidade linguística/cultural e contribuir para um ambiente de aprendizagem mais equitativo. Ademais, a proposta reforça a importância de integrar práticas sustentáveis ao Ensino de Química/Ciências, estimulando uma reflexão crítica sobre o papel da ciência na construção de uma socie-

dade mais justa e responsável.

Perspectivas futuras incluem a investigação do impacto ao utilizar a TPQVS em Libras em diferentes contextos e níveis de ensino (Da Silva Júnior *et al.*, 2024b), bem como o desenvolvimento de abordagens que integrem tecnologias digitais (Leite, 2022) para ampliar o alcance e a efetividade das práticas pedagógicas no EQV (Andrade; Zuin, 2023a; 2023b). Além disso, evidencia-se a importância de investir na formação inicial e continuada de professores (Almeida *et al.*, 2019; Sousa *et al.*, 2020; Da Silva Júnior *et al.*, 2023; Canon *et al.*, 2024; Sandri *et al.*, 2025), capacitando-os para a utilização adequada desses materiais potencialmente inclusivos e para a promoção de metodologias que valorizem a diversidade e a sustentabilidade no Ensino das Ciências.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H.; BEZERRA, G. N.; MELLO, C. A. **O que é Justiça Ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.
- ALMEIDA, Q. A. R.; SILVA, B. B.; SILVA, G. A. L.; GOMES, S. S.; 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.; WARNER, J. C. **Química Verde: Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Unesp, 2025.
- ANASTAS, P. T.; ZIMMERMAN, J. B. The periodic table of the elements of green and sustainable chemistry. **Green Chemistry**, v. 21, n. 24, p. 6545-6566, 2019.
- ANDRADE, R. S.; ZUIN, V. G. A Alfabetização Científica em Química Verde e Sustentável. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 7, p.1-15, 2023a.
- ANDRADE, R. S.; 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, 2023b.
- ARAUJO, P. C.; MACHADO, C. S.; VAZ, G. S.; ALMEIDA, B. A. S.; ALVARENGA, E. M. Ensino de Química para surdos(as): estudo bibliográfico e documental sobre instrumentais didáticos. **Aprender - Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação**, v. 18, n. 32, p. 255-272, 2024.
- BAALBAKI; A. C. F.; SILVEIRA, L. C.; Entre a Legislação e a Prática Formadora: A Instituição de Emergência Disciplinar por Decreto. **Revista Espaço**, edição especial, p. 39-49, 2025
- BERMAN. A. A Tradução e seus Discursos. **ALEA**, v. 11, n. 2, p. 341-353, 2009.
- BRASIL. **Lei n.º 14.191**, de 3 de agosto de 2021. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para dispor sobre a modalidade de educação bilíngue de surdos. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14191.htm>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- BRASIL. **Decreto nº 5.626**, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Diário Oficial da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5626.htm>. Acesso em: 14 ago. 2025.
- CANNON, A. S.; WARNER, J. C.; VIDAL, J. L.; O'NEIL, N. J.; NYANSA, M. M. S.; OBHIA, N. K.; 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.
- CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. Recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro: IBCENTRO, n. 6, abr. 2000.
- CHAVEIRO, N. **Qualidade de Vida das Pessoas Surdas que se Comunicam pela Língua de Sinais**: construção da versão em Libras dos instrumentos WHOQOL-BREF e WHOQOL-DIS. 2011. Tese. (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G. **Química Verde: fundamentos e aplicações**. 1ª ed. São Carlos: EdUFSCar, 2012.
- DA SILVA, A. G.; FRANCA, V. O. Literatura, Intermedialidade e Surdez: Um olhar para os materiais didáticos em Libras. **Revista Trem de Letras**, v. 7, n. 2, 1-21. 2020.
- 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.
- 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. 2024. Tese (Doutorado) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2024.

- DA SILVA JÚNIOR, C. A.; JESUS, D. P.; GIROTTTO, 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, 2022a.
- DA SILVA JÚNIOR, C. A.; SOUZA, N. S.; VELOZO, M. C. S.; FERRAZ, J. M. S.; TAVARES, M. J. F.; FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. 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, 2022b.
- DA SILVA JÚNIOR, C. A.; JESUS, D. P.; GIROTTTO, 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.; 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.; GIROTTTO, G.; MORAIS, C.; 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.; GIROTTTO, 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.
- DIAS, V. S.; NASCIMENTO, V. Tradução Comentada da Escala de Ansiedade a Matemática (EAM) para a Língua Brasileira de Sinais (Libras): Questões Teóricas e Implicações Formativas. **Revista Espaço**, n. 51, p. 59-81, 2019.
- FERNANDES, J. M. **A Semiótica no Processo de Ensino e Aprendizagem de Química para Surdos**: Um estudo na perspectiva da multimodalidade. 2019. 290 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Química - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.
- 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, N. S.; ARAÚJO, F.H.; DA SILVA JUNIOR, J.N.; LEITE, A.J.M.; VIANA, W. A Hybrid Board Game with Augmented Reality to Assist in Chemistry Teaching to Deaf or Hard of Hearing Students. In: Darin, T., Rios, K., Cruz, G., Tórtoro, L., Ricca, D. (eds) **Interaction and Player Research in Game Development**. WIPlay 2025. p. 49-66, 2025.
- FERRAZ, J. M. S.; VELOZO, M. C. S.; SILVA, D. D.; CAMPOS, J. L. C.; SOUZA, N. S.; DA SILVA JÚNIOR, C. A.; FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. Educação Inclusiva em Química Verde para Surdos: Contextualização por meio de Situações-problema. **Revista Cuadernos de Educación y Desarrollo**. v. 17, n. 1, p. 1-25. 2025.
- FERREIRA, B. N. B.; CRUZ, O. M. S. S. Materiais didáticos autênticos para ensino de geografia a surdos: perspectiva visual e bilingue. **Revista Espaço**, n. 62, p. 48-65, 2025.
- GESSER, A. **Libras? Que língua é essa?** Crenças e preconceitos em torno da língua de sinais e da realidade surda. São Paulo: Parábola Editorial, 2016.
- GOMES, E. M. L. S.; SOUZA, F. F. Pedagogia visual na educação de surdos: análise dos recursos visuais inseridos em um LDA. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 4, n. 1, p. 99-120, 2020.
- GRIEGER, K.; LEONTYEV, A. Evaluation of the Open-Ended Green Chemistry Generic Comparison (GC)2 Prompt for Probing Student Conceptions about the Greenness of a Chemical Reaction. **Journal of Chemical Education**, v. 101, n. 7, p. 2644-2655, 2024.
- GUNBATAR, S. A.; KIRAN, B. E.; BOZ, Y.; OZTAY, E. S. A Systematic Review of Green and Sustainable Chemistry Training Research with Pedagogical Content Knowledge Framework: Current Trends and Future Directions. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 26, n. 1, p. 34-52, 2025.
- HUDSON, R.; LEAMAN, D.; KAWAMURA, K. E.; ESDALE, K. N.; GLAISHER, S.; BISHOP, A.; KATZ, J. L. Exploring Green Chemistry Metrics with Interlocking Building Block Molecular Models. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 4, p. 691-694, 2016.
- JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.
- 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.; SILVEIRA, C. C. "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.
- LIANDA, R. L. P.; COSTA, O. M. R.; SILVEIRA, B. A. A.; SANTOS, I. A.; FERNANDES, K. G.; SILVA, I. N. P. O Aprendiz Surdo e a Química / Deaf Students and Learning of Chemistry. **HOLOS**, [S. l.], v. 5, p. 1-19, 2020.
- MACHADO, F. M. A.; FELTES, H. P. M. Autonomia como Categoria Abstrata: Interpretação e Tradução Libras-Português-Libras. **Revista Espaço**, n. 37, p. 35-47, 2012.
- MAHAFFY, P. The future shape of chemistry education. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 5, n. 3, p. 229-245, 2004.
- 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.
- MARTINS, J.M.; BATISTA, L.S.; FERRAZ, J.M.S.; DA SILVA JÚNIOR, C.A. Aprendizagem Baseada em Jogos: O uso do Wordwall na criação de Jogos Educativos sobre Química Verde. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Química**. Anais,

Natal (RN), Brasil, 2023.

MATUS, K. J. M.; CLARK, W. C.; ANASTAS, P. T.; ZIMMERMAN, J. B. Barriers to the Implementation of Green Chemistry in the United States. **Environmental Science & Technology**, [S. l.], v. 46, n. 20, p. 10892-10899, 2012.

MAURICIO, C. C.; ARAUJO, E. P. Bioconstrução: Estudo de Caso: Projeto e Construção da Casa Ecológica Modelo. Programa de Iniciação Científica - PIC/UniCEUB - **Relatórios de Pesquisa**, n. 2, 2018.

MEDEIROS, J. R. Tradução e Letramento Acadêmico: Uma Proposta Metodológica do Processo Tradutório do Par Linguístico Língua Portuguesa/Libras. **Revista Espaço**, n. 50, p. 133-158, 2018.

MINA, L. E. R.; ARCE, M. F. G.; MARTÍNEZ, R. A.; RODRÍGUEZ, V. G. G. Canva as a Teaching Strategy in Cultural and Artistic Education. A Systematic Review. **Ciência Digital**, v. 8, n. 2, p. 64-85, 2024.

MOIR, J. W.; OBHI, N. K.; MACKELLAR, J.; LAVISKA, D. A.; CANNON, A. S. The Need for and Evolution of a Global Community of Practice in Green Chemistry Education. **Journal of Chemical Education**, v. 102, n. 8, p. 3387-3398, 2025.

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

MURTA, M. A.; PERLIN, G. Setembro: Mês da Consciência Surda. **Revista Espaço**, n. 62, p. 209-221, 2025.

NASCIMENTO, M. V. B. **Formação de Intérpretes de Libras e Língua Portuguesa**: encontros de sujeitos, discursos e saberes. 2016. 318 f. Tese (Doutorado) - Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC-SP, São Paulo.

NORDIO, V. A.; NEVES, R. C. Educação de surdos no Brasil e Bilinguismo: um olhar sobre o tema. **Cadernos de Educação Básica**, v. 7, n. 1, p. 176-194, 2022.

PEREIRA, J. G. N.; LIMA, M. L. S. de O.; SAMPAIO, C. de G. Avanços e Desafios da Educação em Química Verde (EQV) no Brasil: Uma Revisão Sistemática da Literatura: Advances and Challenges of Green Chemistry Education (GCE) in Brazil: A Systematic Review of the Literature. **Revista Cocar**, [S. l.], v. 21, n. 39, 2024. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/9101>. Acesso em: 28 ago. 2025.

QUEIROZ, J. G. G.; MARTINS, J. M.; LOPES, J. R. G.; JACINTO, A. S.; DA SILVA JÚNIOR, C. A. Formação de Professores e Inclusão: Metáfora da Bipyramide Triangular no Planejamento de Aulas Inclusivas de Química para Ouvintes e Surdos. **International Journal Education and Teaching**, v. 7, n. 3, p. 125-142, 2024.

QUADROS, R. M. **Educação de Surdos**: a aquisição da linguagem. Porto Alegre: Artmed, 2008.

ROMÃO, K. H. O.; DA SILVA JÚNIOR, C. A. Instagram como ferramenta na divulgação científica e extensão universitária. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 3, p. 10679- 10691. 2022.

SANDRI, M. M. C.; SANTIN FILHO, O. Os modelos de abordagem da Química Verde no ensino de Química. **Educación Química**, v. 30, n. 4, p. 34-46, 2019.

SANDRI, M. C. M.; MARQUES, C. A.; MARCELINO, L. V.; 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, K. M. S.; LIMA, L. M. A.; SANTOS, T. S.; PITANGA, A. F. Avaliando Métricas em Química Verde de Experimentos Adaptados para a Degradação do Corante Amarelo de Tartrazina para Aulas no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 4, p. 411-417, 2021.

SANTOS, D. M.; ROYER, M. R. Análise da percepção dos alunos sobre a química verde e a educação ambiental no ensino de química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 2, p. 142-164, 2018.

SANTOS, J. M. P. **Produção de Materiais Didáticos para o Ensino de Português como Língua Estrangeira**. Curitiba-PR: InterSaberes, 2020.

SILVA, A. R. **O Desafio do Bilinguismo para Alunos Surdos no Contexto da Inclusão**: o caso de uma escola municipal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado - UFRJ, 2015.

STUMPF, M. R.; QUADROS, R. M. de; 20 Anos do Decreto 5.626: Conquistas e Desafios. **Revista Espaço**, n. 62, edição especial, p. 26-38, 2025

SOUSA, A. C.; ALVES, L. A.; BERTINI, L. M. B.; NASCIMENTO, T. L. **Química Verde para a Sustentabilidade**: Natureza, Objetivos e Aplicação Prática. Curitiba: Appris, 2020.

TAVARES, M. J. F.; FERRAZ, J. M. S.; DA SILVA JÚNIOR, C. A.; SOUZA, N. S.; FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. A Química Verde nos Artigos Publicados na Química Nova na Escola: 2011-2021. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 11308-11324, 2022.

VAZ, C. R. S.; GIROTTO, G.; 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.; CAMPOS, J. L. C.; DA SILVA JÚNIOR, C. A.; SOUZA, N. S.; 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.

ZUIN, V. G. **A Inserção da Dimensão Ambiental na Formação de Professores de Química**. Campinas: Átomo, 2011.

ZUIN, V. G.; EILKS, I.; ELSCHAMI, M.; KÜMMERER, K. Education in green chemistry and in sustainable chemistry: perspectives towards sustainability. **Green Chemistry**, v. 23, n. 4, p. 1594-1608, 2021.