IJET INTERNATIONAL JOURNAL
EDUCATION AND TEACHING - PDVL
ISSN: 2595-2498

EXPERIMENTAÇÃO NA PERSPECTIVA DA QUÍMICA VERDE: PROPOSTAS POTENCIALMENTE INCLUSIVAS PARA ESTUDANTES SURDOS DE NÍVEL MÉDIO

LA EXPERIMENTACIÓN EN EL CONTEXTO DE LA QUÍMICA VERDE: PROPUESTAS POTENCIALMENTE INCLUSIVAS PARA ESTUDIANTES SORDOS DE NIVEL SECUNDARIO

EXPERIMENTATION IN THE CONTEXT OF GREEN CHEMISTRY: POTENTIALLY INCLUSIVE APPROACHES FOR DEAF HIGH SCHOOL STUDENTS

DOI: https://doi.org/10.31692/2595-2498.v9i1.321

André Vinicius Pimentel da Costa
Graduando em Licenciatura em Química, IFPB – João Pessoa, vinicius.pimentel@academico.ifpb.edu.br

Júlia Maria Soares Ferraz
Graduada em Licenciatura em Química, IFPB – João Pessoa, julia.ferraz@academico.ifpb.edu.br

Maria Caroline Santos Velozo
Graduada em Licenciatura em Química, IFPB – João Pessoa, maria.velozo@academico.ifpb.edu.br

Carlos Alberto da Silva Júnior
Doutor em Química - UNICAMP, Professor do IFPB – Sousa, carlos.alberto@ifpb.edu.br

Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo
Doutora em Química - UFPB, Professora do IFPB – João Pessoa, alessandratavaresfigueiredo@ifpb.edu.br

RESUMO

O estudo da Química é importante para o desenvolvimento socioambiental, mas é frequentemente visto como distante da realidade dos estudantes, gerando desinteresse, especialmente entre os surdos, devido às barreiras comunicativas e à falta de metodologias inclusivas. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo apresentar três propostas de atividades experimentais na perspectiva da Química Verde (QV), abordando reações químicas, catálise e o uso de materiais biodegradáveis, de forma acessível aos estudantes surdos. Por meio de uma pesquisa de cunho qualitativo, o processo metodológico foi subdividido em três momentos: i) Reações Químicas com Materiais Sustentáveis: "Em Busca da Vitamina C"; ii) Catálise em Processos Químicos: "Reações Químicas Catalisadas"; iii) Extração de Pigmentos com Materiais Biodegradáveis: "Tintas Sustentáveis". As atividades foram fundamentadas na Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT) e aplicadas em turmas inclusivas, buscando promover uma aprendizagem significativa e contextualizada para todos. Como resultados, a primeira proposta abordou reações químicas com materiais sustentáveis, utilizando a vitamina C obtida por diferentes tipos de materiais biodegradáveis como exemplo para contextualizar o conceito de reações químicas. O segundo momento focou no conceito de catálise, por meio de experimentos simples que demonstraram como os catalisadores aceleram as reações químicas. A última proposta tratou da extração de pigmentos naturais e da produção de tintas sustentáveis, visando sensibilizar os alunos sobre a importância da sustentabilidade. É válido ressaltar que utilizou-se a Língua Brasileira de Sinais (Libras) para garantir a compreensão de todos. Assim, os dados obtidos pela pesquisa indicaram que a utilização de práticas experimentais contextualizadas, aliadas ao uso de comunicação bilíngue em Libras, foi eficaz na promoção de uma aprendizagem mais inclusiva e significativa, contribuindo para o desenvolvimento de uma educação científica mais acessível a todos os estudantes.

Palavras-chave: Química Verde; Libras; Experimentação.

RESUMEN

El estudio de la Química es importante para el desarrollo socioambiental, pero a menudo se percibe como distante de la realidad de los estudiantes, generando desinterés, especialmente entre los sordos, debido a las barreras comunicativas y a la falta de metodologías inclusivas. Ante ello, el presente trabajo tuvo como objetivo presentar tres propuestas de actividades experimentales en la perspectiva de la Química Verde (QV), abordando reacciones químicas, catálisis y el uso de materiales biodegradables, de manera accesible para los estudiantes sordos. A través de una investigación de carácter cualitativo, el proceso metodológico se subdividió en tres momentos: i) Reacciones Químicas con Materiales Sostenibles: "En Busca de la Vitamina C"; ii) Catálisis en Procesos Químicos: "Reacciones Químicas Catalizadas"; iii) Extracción de Pigmentos con Materiales Biodegradables: "Pinturas Sostenibles". Las actividades se fundamentaron en la Metáfora de la Bipirámide Triangular (MBT) y se aplicaron en clases inclusivas, buscando promover un aprendizaje significativo y contextualizado para todos. Como resultados, la primera propuesta abordó reacciones químicas con materiales sostenibles, utilizando la vitamina C obtenida de diferentes tipos de materiales biodegradables como ejemplo para contextualizar el concepto de reacciones químicas. El segundo momento se centró en el concepto de catálisis, a través de experimentos simples que demostraron cómo los catalizadores aceleran las reacciones químicas. La última propuesta trató de la extracción de pigmentos naturales y de la producción de pinturas sostenibles, con el fin de sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de la sostenibilidad. Cabe resaltar que se utilizó la Lengua de Señas Brasileña (Libras) para garantizar la comprensión de todos. Así, los datos obtenidos en la investigación indicaron que el uso de prácticas experimentales contextualizadas, aliadas al uso de la comunicación

bilingüe en Libras, fue eficaz en la promoción de un aprendizaje más inclusivo y significativo, contribuyendo al desarrollo de una educación científica más accesible para todos los estudiantes.
Palabras clave: Química Verde; Libras; Experimentación.

ABSTRACT
The study of Chemistry is important for socio-environmental development, but it is often perceived as distant from students' reality, generating disinterest, especially among deaf students, due to communication barriers and the lack of inclusive methodologies. In this context, the present work aimed to present three proposals for experimental activities from the perspective of Green Chemistry (GC), addressing chemical reactions, catalysis, and the use of biodegradable materials in a way that is accessible to deaf students. Through a qualitative research approach, the methodological process was subdivided into three stages: i) Chemical Reactions with Sustainable Materials: "In Search of Vitamin C"; ii) Catalysis in Chemical Processes: "Catalyzed Chemical Reactions"; iii) Extraction of Pigments with Biodegradable Materials: "Sustainable Paints." The activities were based on the Metaphor of the Triangular Bipyramid (MTB) and applied in inclusive classrooms, seeking to promote meaningful and contextualized learning for all. As results, the first proposal addressed chemical reactions with sustainable materials, using vitamin C obtained from different types of biodegradable materials as an example to contextualize the concept of chemical reactions. The second stage focused on the concept of catalysis through simple experiments that demonstrated how catalysts accelerate chemical reactions. The last proposal dealt with the extraction of natural pigments and the production of sustainable paints, aiming to raise students' awareness about the importance of sustainability. It is worth noting that Brazilian Sign Language (Libras) was used to ensure everyone's understanding. Thus, the data obtained from the research indicated that the use of contextualized experimental practices, combined with bilingual communication in Libras, was effective in promoting more inclusive and meaningful learning, contributing to the development of more accessible science education for all students.
Keywords: Green Chemistry; Libras; Experimentation.

INTRODUÇÃO

O ensino de Química (EQ) é importante para o desenvolvimento humano, pois o conhecimento científico permeia todos os aspectos da vida. Nesse sentido, ao compreender a educação como um direito civil, conclui-se que assegurar o ensino de Ciências é fundamental para a formação integral do cidadão, uma vez que aprender ciência é um direito vinculado ao exercício da cidadania (Moreira, 2021).

Estudos recentes como o Teixeira, Alvim e Lima (2024), exploram a criação de glossários bilíngues com o objetivo de garantir o acesso efetivo dos estudantes surdos à compreensão de termos químicos, visando à sua permanência e ao sucesso no ambiente acadêmico. Já o trabalho de Paixão e Guedes (2021) analisa publicações do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) sobre o EQ para surdos e o uso de métodos interativos e inclusivos nessa área.

Apesar disso, o estudo dessa ciência é frequentemente percebido como distante da realidade dos estudantes (Bezerra *et al.*, 2024), o que resulta em desinteresse e desmotivação

por parte dos discentes (Velozo *et al.*, 2024). Essa problemática está, em grande medida, associada a abordagens tradicionalistas empregadas por muitos professores, que se caracterizam pela ausência de diálogo e pela hierarquização do processo educativo, em que o professor assume o papel central de detentor do saber, enquanto o aluno é visto como um receptor passivo de informações (Oliveira *et al.*, 2021).

Esses desafios tornam-se ainda mais complexos quando se trata do EQ para estudantes surdos, devido às barreiras comunicativas e à escassez de metodologias adequadas que considerem suas especificidades linguísticas e culturais (Souza *et al.*, 2022). A Língua Brasileira de Sinais (Libras) é reconhecida como a primeira língua da Comunidade Surda (CS) brasileira (Brasil, 2002) e, como destacam Velozo *et al.* (2023a, p. 1321), "a complexidade dos conceitos químicos, frequentemente envolvendo fórmulas, equações e símbolos, torna-se ainda mais acentuada quando a língua oralizada é o principal meio de transmissão desses conhecimentos".

Dentro desse contexto, Da Silva Júnior (2023) propôs a Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT), que apresenta a perspectiva de que a inclusão deve estar intrinsecamente ligada ao EQ. Essa concepção é representada por meio de cinco níveis inter-relacionados: simbólico, microscópico, macroscópico, aspecto humano e inclusão.

Cada nível, ao interagir de forma integrada, contribui para uma formação mais profunda e significativa do aluno. Destaca-se, nesse contexto, o nível macroscópico, que se refere à observação dos fenômenos em uma escala visível e acessível, sendo crucial para a construção do conhecimento científico pelos estudantes (Velozo *et al.*, 2023b). A experimentação, há muito tempo, é reconhecida como uma estratégia eficaz para contextualizar os conteúdos e estimular questionamentos investigativos, conforme aponta Guimarães (2009). No entanto, apesar de sua eficácia comprovada, as aulas experimentais ainda representam um grande desafio para os professores de Química no Brasil, sobretudo devido às barreiras enfrentadas, como a escassez de recursos, materiais e reagentes nas escolas de educação básica (Santos; Menezes, 2020).

No que tange ao nível do aspecto humano, a MBT enfatiza a importância de considerar as realidades vivenciadas pelos discentes. Assim, propõe-se que temas transversais sejam abordados de forma contextualizada nos conteúdos escolares, como, por exemplo, discussões sobre problemas ambientais contemporâneos (Velozo *et al.*, 2024). Nessa perspectiva, a Química Verde (QV), uma área multidisciplinar que se relaciona com a Educação Ambiental (EA) e com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), pode oferecer contribuições significativas para a construção de uma educação voltada à

sustentabilidade (Da Silva Júnior; Jesus; Girotto Júnior, 2022).

Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo apresentar três propostas de atividades experimentais na perspectiva da QV, abordando reações químicas, catálise e uso de materiais biodegradáveis, elaboradas de forma acessível a estudantes surdos. Fundamentadas na MBT, as propostas foram aplicadas em turmas inclusivas para promover uma aprendizagem significativa e contextualizada para todos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

INCLUSÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Entre os desafios enfrentados pelos professores de Química, destaca-se a necessidade de tornar o ensino mais inclusivo para pessoas com deficiência, considerando especialmente a problemática da inclusão escolar para estudantes surdos. Leite, R. e Leite, S. (2012, p. 2), afirmam "a não formação adequada dos profissionais é agravada pela ausência ou pelo escasso apoio em sala de aula, além de questões como a superlotação e a ênfase excessiva na língua oral".

Observa-se que, no EQ, o planejamento das aulas muitas vezes é realizado considerando as necessidades da escola, negligenciando as dos estudantes. Essa prática, somada à falta de recursos para desenvolver aulas mais dinâmicas, compromete as adaptações necessárias para promover a inclusão, desconsiderando um dos pilares fundamentais da educação inclusiva (EI).

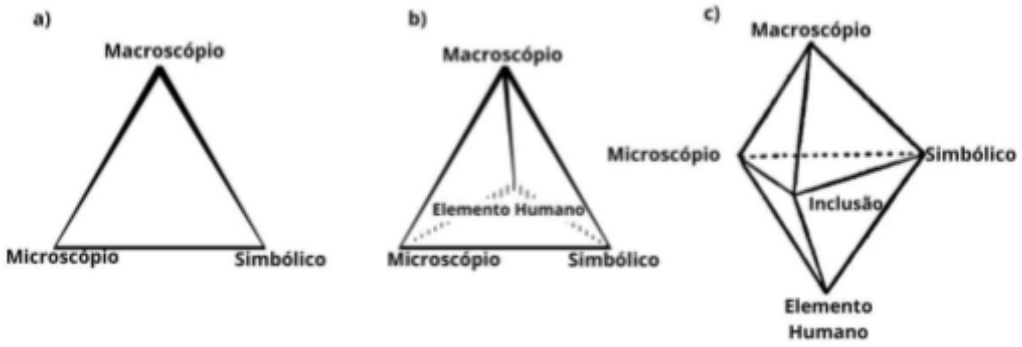
A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI) - Lei nº 13.146/2015 (Brasil, 2015), estabelece como direito e dever do cidadão o acesso à educação. No contexto da EI, a legislação prevê medidas que garantem a participação e permanência de Pessoas com Deficiência (PcD), incluindo estudantes surdos (Brasil, 2015). Assim, é fundamental que os docentes compreendam a importância da inclusão no EQ "[...]sabendo-se que ainda existe uma diferença no ensino-aprendizagem destes alunos necessitando da conscientização dos futuros profissionais" (Andrade; Costa; Silva, 2021, p. 204).

Johnstone (1993) propôs um modelo representado por um triângulo conhecido "Triângulo de Johnstone", no qual o EQ é estruturado em três níveis essenciais: (1) macroscópico (fenômenos visíveis a olho nu); (2) microscópico (fenômenos invisíveis a olho nu); e (3) simbólico (representação por meio de simbologia química), Figura 1 (a). Esse modelo buscava não apenas explicar os fenômenos, mas também incentivar os professores a planejarem suas aulas considerando esses três níveis.

Posteriormente, Mahaffy (2006) aprimorou essa proposta ao apresentar o "Tetraedro

Mahaffy", que adicionou um quarto nível, o elemento humano (contextualização social), para incorporar a realidade vivenciada pelos alunos, Figura 1 (b). Mais recentemente, Da Silva Júnior (2023) propôs um quinto nível, representado pela MBT, que introduz a inclusão como um novo vértice essencial no EQ Figura 1 (c). Esse nível aborda a organização e a aplicação de aulas voltadas às necessidades dos estudantes, enfatizando a acessibilidade.

Figura 1: Os Modelos a) Triângulo de Johnstone, b) Tetraedro de Mahaffy e c) MBT de Da Silva Júnior.



Fonte: Autoria própria (2025).

A MBT estende-se à educação da Comunidade Surda (CS), pois a inclusão é parte fundamental do processo formativo dos estudantes, promovendo um ambiente agradável e comunicativo. O professor, nesse contexto, atua como um formador de novas gerações e como um agente responsável por criar um ambiente inclusivo e acessível. Segundo Velozo *et al.* (2024, p. 1321), a "[...] ausência de sinais-termos em Libras para conceitos científicos é um dos principais obstáculos no ensino e na aprendizagem, criando barreiras de comunicação em sala de aula para estudantes surdos". A Libras, reconhecida como meio de comunicação e expressão no Brasil, assegura às pessoas surdas o direito ao uso dessa língua em espaços de cidadania (Brasil, 2002).

Construir um ambiente comunicativo entre professores e alunos promove a aprendizagem, bem como valoriza o reconhecimento de um ambiente agradável e inclusivo. Isso pode ser alcançado por meio do uso de materiais didáticos adaptados no EQ. Soares, Silva e Nunes (2023, p. 10) destacam limitações no ensino de estudantes surdos como a "[...] falta de recursos que auxiliem os docentes nesse processo". Assim, o uso de recursos didáticos e atividades práticas, planejados de forma acessível, contribui para a compreensão de processos químicos do cotidiano, atendendo aos cinco níveis propostos pelo modelo didático da MBT.

PRÁTICAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA VERDE PARA TODOS

A QV tem se consolidado como um dos caminhos mais promissores da Química contemporânea, ao reunir práticas voltadas à sustentabilidade e à preservação ambiental. Mais do que oferecer alternativas tecnológicas menos agressivas, sua proposta busca estimular a formação de uma postura crítica nos indivíduos, levando-os a refletir sobre as consequências de suas escolhas no cotidiano (Yunes; Marques, 2023).

Nesse sentido, "[...] a QV fornece instrumentos teóricos para que ele possa entender o mundo, engajar-se ativamente na discussão de assuntos de seu interesse e participar dos processos de tomada de decisão" (Yunes; Marques, 2023, p. 7). Essa perspectiva estabelece um diálogo direto com a EA, de caráter interdisciplinar, e com o movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), surgido nos anos 1980 para fomentar transformações em prol de uma sociedade mais justa e sustentável.

A sistematização da área ocorreu com a publicação de *Green Chemistry: Theory and Practice* (2000), de Anastas e Warner, que apresentou os 12 princípios orientadores da QV. Entre eles, destacam-se a Prevenção de Resíduos, a Economia de Átomos, o uso de Solventes e Auxiliares mais seguros e a Catálise. Tais diretrizes, além de fornecerem fundamentação conceitual, trouxeram aplicações práticas capazes de impactar tanto a produção industrial quanto o EQ, reforçando a responsabilidade ambiental como parte integrante do fazer científico (Anastas; Warner, 2000; Tavares *et al.*, 2022).

Apesar de seus avanços teóricos e pedagógicos, a Educação em Química Verde (EQV) ainda enfrenta limitações no ensino superior, especialmente no que se refere à formação de profissionais comprometidos com práticas sustentáveis. Dados de pesquisa realizada por Vaz, Girotto Júnior e Pastre (2024, p. 3) indicam que a QV é abordada diretamente em maior proporção na região Sudeste (48,2%), seguida do Centro-Oeste (18,5%), Sul (14,8%), Nordeste (11,05%) e Norte (7,45%). Quando inserida de forma integrada a outros conteúdos, a distribuição ocorre no Sul (30,4%), Sudeste (30,4%), Nordeste (16,5%) e, por fim, no Centro-Oeste e Norte (11,35%).

Esses resultados evidenciam que, embora reconhecida como indispensável, a QV ainda ocupa espaço restrito em cursos de Licenciatura, o que compromete a preparação de futuros docentes. Nesse sentido, Andrade e Zuin (2023, p. 11) ressaltam que sua incorporação em aulas teóricas e práticas é fundamental para "[...] promover o desenvolvimento de habilidades críticas e de tomada de decisões", formando estudantes mais conscientes e participativos.

Com o intuito de potencializar a inserção da QV no ensino, Sandri e Santin Filho

(2019) propuseram três modelos pedagógicos. O primeiro, denominado técnico-instrumental, consiste na aplicação dos princípios da QV em atividades experimentais, em que o professor pouco envolve os alunos em discussões, restringindo-se a estimular a aplicação de conceitos. As intervenções ocorrem principalmente por meio de palestras, vídeos e minicursos, com o objetivo de divulgar e disseminar informações sobre a QV.

O segundo modelo, chamado interface, caracteriza-se por abordagens esporádicas que não se vinculam diretamente aos conteúdos curriculares, mas que buscam promover a contextualização crítica, permitindo aos estudantes relacionar a Química a problemáticas socioambientais. Nesse caso, as intervenções se dão por meio de atividades teóricas e experimentais, favorecendo a inserção da QV no ensino e melhorando sua percepção social.

Já o terceiro modelo propõe uma abordagem transversal, em que os princípios da QV são integrados de forma contínua aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. O professor, nesse cenário, deve adotar um pensamento sistêmico, promovendo reflexões sobre questões socioambientais e fortalecendo a perspectiva crítica associada ao movimento CTSA.

A experimentação, nesse contexto, ocupa papel central na EQV, pois permite que os alunos vivenciem concretamente os princípios da sustentabilidade. Como defendem Sandri e Santin Filho (2017, p. 100), a inserção da QV deve ocorrer "[...] entre professores e alunos, de maneira sistematizada e colaborativa, para que juntos possam discutir se o grau do experimento ou processo atende ao princípio".

Assim, a EQV vai além da lógica tradicional de ensino, assumindo caráter multidisciplinar e configurando-se como ferramenta essencial para a formação de sujeitos engajados com a busca de soluções sustentáveis para os desafios da sociedade. A realização de experimentos fundamentados na QV favorece não apenas a compreensão prática dos conteúdos, mas também incentiva a adoção de métodos mais responsáveis, caracterizados por menor tempo de reação, redução do consumo energético e diminuição dos impactos ambientais.

METODOLOGIA

A educação, enquanto área de pesquisa, deve gerar resultados que contribuam efetivamente para a melhoria dos processos educacionais (Mattar; Ramos, 2021). Assim, a escolha da metodologia é fundamental para o andamento da investigação. Nesse contexto, a presente pesquisa foi conduzida por meio de uma abordagem qualitativa, de caráter participante (Moresi, 2003).

Segundo Cusati, Santos e Campos Cusati (2021), a abordagem qualitativa é

comumente utilizada em pesquisas na área da educação quando o objetivo é compreender os motivos por trás de determinados acontecimentos, fatos, fenômenos, comportamentos ou tendências e interpretá-los a partir de uma perspectiva subjetiva. Atrelado a isso, na observação participante, o pesquisador não é apenas um espectador, mas se insere no contexto analisado, experienciando diretamente as dinâmicas sociais, culturais e educativas em estudo, o que enriquece a compreensão do fenômeno investigado (Campos; Silva; Albuquerque, 2021).

O presente trabalho constitui um recorte de uma pesquisa desenvolvida nos anos de 2023, 2024 e 2025, respectivamente, em turmas inclusivas do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Controle Ambiental (CTIEMCA) e do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Informática (CTIEMI), ambos do Instituto Federal da Paraíba (IFPB), *Campus* João Pessoa. O primeiro momento ocorreu em uma turma do 3º ano do CTIEMCA; o segundo, em uma turma do 4º ano também do CTIEMCA; e o último momento, em uma turma do 2º ano do CTIEMI. Todas as turmas eram compostas por estudantes surdos e ouvintes.

A equipe de pesquisa, por sua vez, foi formada por dois professores de Química do IFPB, dos *Campi* João Pessoa e Sousa, uma docente de Libras do *Campus* Cabedelo, especialista e intérprete de Libras, duas graduadas em Química pelo *Campus* João Pessoa e dois estudantes de Licenciatura em Química dos *Campi* supracitados, incluindo um estudante surdo que também é instrutor de Libras. O percurso metodológico adotado está descrito no Quadro 1.

Quadro 1: Percurso metodológico da pesquisa.

MOMENTOS	DESCRIÇÃO
Momento 1	Reações Químicas com Materiais Sustentáveis: “Em Busca da Vitamina C”
Momento 2	Catálise em Processos Químicos: “Reações Químicas Catalisadas”
Momento 3	Extração de Pigmentos com Materiais Biodegradáveis: Tintas Sustentáveis

Fonte: Autoria própria (2025).

No momento 1, referente à investigação da vitamina C, realizou-se um experimento bastante conhecido, conforme indicam Silva, Ferreira e Silva (1995). Para isso, utilizou-se um comprimido efervescente de vitamina C, solução de iodo, amostras de suco de laranja e limão velhos e novos, salsa crua e salsa cozida, oito copos de vidro numerados de 1 a 8, uma colher de chá de amido de milho, um *Becker* de 1000mL, 200mL de água destilada e um recipiente de 1L contendo 500mL de água.

Nos experimentos sobre catálise, foram utilizados materiais e reagentes de fácil acesso, de modo a viabilizar a realização das práticas em ambiente escolar, conforme apontam Souza *et al.* (2018). No primeiro procedimento, conhecido como "Pasta de Elefante", empregou-se permanganato de potássio ($KMnO_4$) como catalisador e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) como reagente principal, com o objetivo de demonstrar sua decomposição. No segundo procedimento, buscou-se explorar a catálise enzimática a partir de um recurso natural: a batata triturada, da qual foi extraída a enzima catalase, posteriormente adicionada ao peróxido de hidrogênio (H_2O_2).

Os materiais e reagentes utilizados no experimento sobre extração de pigmentos, atividade já descrita por Gomes e Costa (2020), foram: 1 folha de saião, 1 colher de café em pó, 1 colher de açafrão, 1 pedaço de beterraba ralada, 4 copos plásticos transparentes, 100mL de álcool 70%, 4 colheres descartáveis, 4 pincéis e 1 cartolina branca.

Vale ressaltar que o presente artigo, constitui parte de um projeto mais amplo, que tem como foco promover a EQV em contexto inclusivo, por meio do desenvolvimento e aplicação de práticas pedagógicas acessíveis. Assim, este trabalho expõe as etapas experimentais realizadas com turmas inclusivas, com a finalidade de analisar os impactos dessa abordagem no processo de ensino e aprendizagem. A discussão dos resultados baseia-se nos princípios da EQV, articulados à implementação de práticas inclusivas e formativas.

Devido à participação de pessoas neste estudo, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFPB e obteve aprovação sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) 78438724.4.0000.5185, em conformidade com as diretrizes estabelecidas na Resolução n° 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2012). Assim, é importante destacar que houve aplicação dos Termos de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para os participantes menores de 18 anos e dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os participantes maiores de 18 anos e para os responsáveis pelos estudantes menores de idade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

MOMENTO 1 - REAÇÕES QUÍMICAS COM MATERIAIS SUSTENTÁVEIS: "EM BUSCA DA VITAMINA C"

O primeiro experimento inclusivo foi conduzido com o apoio fundamental dos Tradutores Intérpretes de Libras de Sinais (TILS). A presença dos TILS foi indispensável para assegurar que os estudantes surdos acompanhassem todas as etapas da atividade, desde a exposição teórica até a execução experimental, garantindo a plena acessibilidade e

fortalecendo o caráter inclusivo da proposta.

A escolha do experimento "Em busca da Vitamina C" ocorreu de forma intencional, pois além de se relacionar diretamente ao estudo das Funções Orgânicas Oxigenadas, trata-se de uma prática essencialmente visual. As transformações de cor observadas ao longo do processo permitiram que os estudantes, em especial os surdos, pudessem construir o entendimento químico a partir da observação direta dos fenômenos, como ilustrado na Figura 2. Essa característica visual reforçou a aprendizagem inclusiva e possibilitou maior autonomia aos discentes na interpretação dos resultados.

Figura 2: Aula experimental com a turma.

Fonte: Autoria própria (2025).

Durante a prática, buscou-se analisar comparativamente a presença de vitamina C em diferentes amostras naturais, como suco de laranja e limão velhos e novos, salsa crua e salsa cozida, além do uso de um comprimido efervescente de vitamina C como referência. O procedimento foi baseado na reação entre iodo e amido, na qual ocorre a formação de uma coloração azul característica (Martins *et al*., 2015). O ácido ascórbico, por sua vez, atua como agente redutor, revertendo o iodo em iodeto e tornando a solução incolor (Borges, 2013). Dessa forma, quanto maior a quantidade de vitamina C presente no alimento, maior o número de gotas de iodo necessárias para que a cor azulada permanecesse estável.

Na execução da experimentação, os alunos observaram atentamente as mudanças de coloração, relacionando-as ao papel antioxidante da vitamina C e aos grupos funcionais presentes em sua estrutura molecular, como álcoois, éteres e enóis. Essa abordagem favoreceu a compreensão do conteúdo de forma concreta, aproximando os conceitos teóricos da vivência prática. Para os estudantes surdos, a clareza visual da reação e a mediação contínua dos TILS foram elementos decisivos para garantir uma experiência de aprendizado efetiva e equitativa.

Outro aspecto central foi a sustentabilidade da atividade experimental. A seleção de

reagentes simples, de baixo custo e de fácil descarte, como alimentos naturais, soluções aquosas e amido de milho, evidenciou a aplicação direta dos princípios da QV. O experimento não produziu resíduos perigosos e mostrou-se seguro tanto para os alunos quanto para o ambiente escolar. Assim, a prática serviu como exemplo de que é possível ensinar Química por meio de experiências significativas, acessíveis e ambientalmente responsáveis.

Ao final da atividade, promoveu-se uma discussão coletiva sobre a relação entre o experimento e os princípios da QV. Os estudantes destacaram a utilização de reagentes não tóxicos, o baixo impacto ambiental do procedimento e a relevância da acessibilidade no processo de ensino-aprendizagem. Ficou evidente que a proposta alcançou não apenas os objetivos conceituais relacionados às funções orgânicas oxigenadas, mas também os objetivos formativos, ao despertar a consciência socioambiental e valorizar a inclusão.

Dessa forma, tal prática consolidou-se como um espaço de integração entre teoria e prática, ciência e cidadania, acessibilidade e sustentabilidade. A experiência reforçou a importância de práticas pedagógicas que unam o EQ à promoção de valores inclusivos e ao respeito ao meio ambiente, preparando os alunos para atuarem como sujeitos críticos e responsáveis na sociedade.

MOMENTO 2 - CATÁLISE EM PROCESSOS QUÍMICOS: "REAÇÕES QUÍMICAS CATALISADAS"

O segundo momento iniciou-se como etapa fundamental para articular teoria e prática no ensino de Química. Ambas as atividades desenvolvidas foram planejadas a partir do nono princípio da QV, que valoriza a utilização de catalisadores para acelerar reações químicas de forma mais sustentável, evitando condições extremas e a produção excessiva de resíduos (Anastas; Warner, 2000; Rossi, *s.d.*).

A primeira prática consistiu na conhecida prática da "Pasta de Elefante" (Rodrigues; Torres; Sondermann, 2018)**,** que empregou o permanganato de potássio ($KMnO_4$) como catalisador para a decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2). A escolha desse reagente se deu por sua facilidade de acesso, baixo custo e baixa toxicidade. A reação resultou em uma liberação expressiva de oxigênio (O_2), formando uma espuma volumosa devido à presença de detergente na mistura. Essa experiência, já descrita na literatura como eficaz e atrativa para o ensino de Ciências (Rodrigues; Torres; Sondermann, 2018), mostrou-se adequada para o contexto inclusivo, visto que os efeitos visuais e a formação da espuma tornam o fenômeno perceptível de forma clara e envolvente.

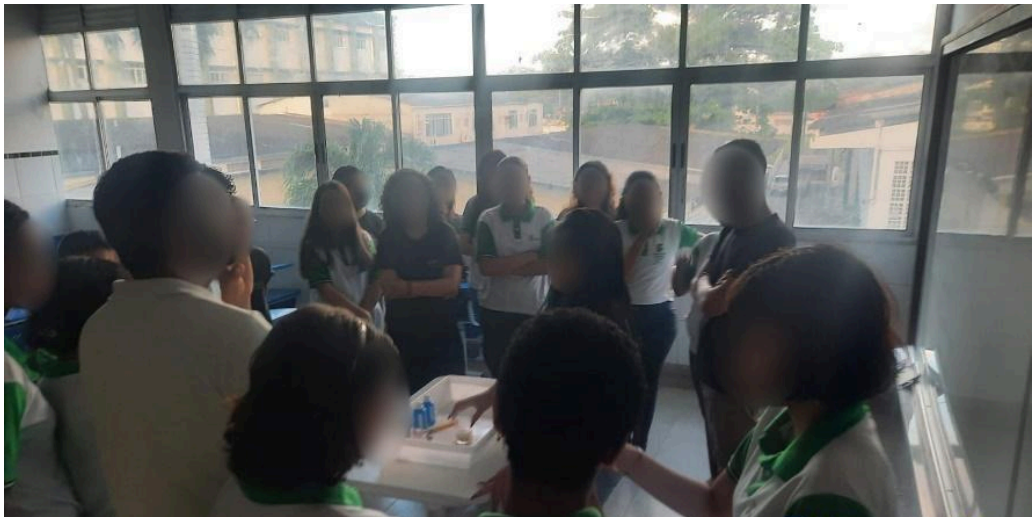
A segunda prática utilizou a catalase**,** enzima natural extraída da batata, como

catalisador alternativo para a mesma reação. A atividade teve como objetivo apresentar uma solução sustentável, uma vez que a enzima, ao acelerar a decomposição do H_2O_2 em água e oxigênio, não é consumida no processo (Rocha *et al*., 2024). A trituração da batata permitiu a liberação da catalase, e a reação evidenciou-se pela formação de bolhas, reforçando a eficácia dos biocatalisadores.

A utilização de uma concentração reduzida de H_2O_2 (3%, equivalente a 10 volumes da água oxigenada comercial) garantiu segurança e acessibilidade, tornando a prática viável em ambiente escolar. Ressalta-se que a literatura ainda não apresenta registros do uso da catalase vegetal como recurso experimental em turmas inclusivas, o que confere originalidade à proposta.

Em ambas as atividades, os princípios da QV estiveram presentes: além da catálise, destacou-se o uso de reagentes acessíveis e menos agressivos ao meio ambiente, bem como a adoção de alternativas naturais (Santos; Lima; Vieira, 2024). Dessa forma, os estudantes puderam perceber que a Química pode contribuir para soluções ecológicas e sustentáveis, favorecendo um aprendizado conectado a desafios contemporâneos (Figura 3).

Figura 3: Participação dos estudantes durante a prática.



Fonte: Autoria própria (2025).

A execução das atividades experimentais foi organizada com foco na acessibilidade, contando com o apoio dos tradutores e intérpretes de Libras, o que assegurou a comunicação em formato bilíngue. A escolha de práticas essencialmente visuais mostrou-se adequada para favorecer a aprendizagem dos estudantes surdos, aspecto já discutido por Skliar e Quadros (2000) e por Pereira, Benite e Benite (2011) como fundamental na escolarização desses sujeitos.

Esse encaminhamento pedagógico dialoga diretamente com os princípios da MBT, na

qual a inclusão é considerada um dos eixos centrais para o EQ (Da Silva Júnior, 2023). O envolvimento da turma durante os experimentos foi expressivo, com ampla participação nas discussões e interpretações dos resultados. Esse engajamento contribuiu para a compreensão conceitual e reforça a ideia de que a articulação entre observação prática e explicação teórica constitui um elemento decisivo para a aprendizagem no nível macroscópico da MBT, como apontam Maggioni e Nóbile (2022).

Outro ponto relevante foi a possibilidade de relacionar os fenômenos observados a situações do cotidiano, o que ampliou o processo de aprendizado. A contextualização dos conteúdos, mediada pelas explicações, aproximou a Química da realidade social e favoreceu a construção de vínculos entre ciência e experiência vivida pelos estudantes, conforme discute Souza (2019).

Assim, os resultados indicam que a associação entre práticas experimentais inclusivas, recursos visuais e mediação bilíngue amplia as oportunidades de aprendizagem. Além disso, a integração da perspectiva da QV demonstra que é viável alinhar sustentabilidade e EQ, fortalecendo propostas pedagógicas que se caracterizem ao mesmo tempo como inclusivas, contextualizadas e ambientalmente responsáveis. Velozo *et al.* (2024) destacam que essa articulação é fundamental para um ensino que atenda às demandas atuais da sociedade.

MOMENTO 3 - EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS COM MATERIAIS BIODEGRADÁVEIS: TINTAS SUSTENTÁVEIS

A realização do Experimento 3 permitiu a visualização clara da extração de corantes naturais a partir de diferentes matrizes vegetais. Após a adição do álcool 70% aos alimentos previamente separados, observou-se a migração dos pigmentos para o solvente, evidenciada pela alteração da coloração da solução em cada copo. No caso do saião, a solução adquiriu tonalidade esverdeada. O café, por sua vez, forneceu uma coloração marrom. O açafrão (cúrcuma) liberou um pigmento amarelo intenso, enquanto a beterraba originou uma solução vermelho-rosada.

A aplicação prática, com o uso de pincéis para a confecção de um painel coletivo, proporcionou aos estudantes uma experiência lúdica e visual, aproximando os conteúdos de Química do cotidiano (Figura 4).

Figura 4: Painel confeccionado pelos alunos com as tintas sustentáveis.

Fonte: Autoria própria (2025).

Um aspecto central deste experimento foi sua condução em um contexto inclusivo, com a participação ativa de estudantes surdos acompanhados por TILS. O caráter visual da atividade mostrou-se especialmente relevante, pois a extração e o uso das cores favorecem a compreensão sem necessidade de longas explicações verbais (Skliar; Quadros, 2000; Pereira; Benite; Benite, 2011). Dessa forma, o experimento reforça a importância da adoção de práticas pedagógicas acessíveis, que valorizem a diversidade e garantam a equidade no ensino de ciências (Figura 5).

Figura 5: Participação dos estudantes na extração dos pigmentos.

Fonte: Autoria própria (2025).

Do ponto de vista da QV, o experimento contemplou princípios importantes. O princípio 5, que trata da utilização de solventes mais seguros, foi abordado pela escolha do

álcool 70% como solvente de extração. O etanol apresenta baixa toxicidade em comparação a outros solventes orgânicos, tornando-se uma alternativa ambientalmente e pedagogicamente adequada (Pereira; Andrade, 1998). O princípio 6, relativo à integração de energia, também foi atendido, já que a extração ocorreu à temperatura ambiente, sem necessidade de aquecimento ou consumo energético adicional. Por fim, o princípio 7 foi contemplado pelo uso de matérias-primas renováveis, como folhas, raízes e sementes, todas provenientes de fontes vegetais de fácil acesso e baixo impacto ambiental (Anastas; Warner, 2000).

Assim, o experimento demonstrou a eficácia da extração de pigmentos naturais, bem como o potencial de atividades práticas simples para promover a educação científica inclusiva e sustentável. A junção entre ciência, sustentabilidade e inclusão reforça o papel social da Química no contexto escolar e evidencia que é possível aliar aprendizado, engajamento e responsabilidade socioambiental.

CONCLUSÕES

Este estudo apresentou três propostas de atividades experimentais sob a perspectiva da QV, planejadas para estudantes surdos e fundamentadas na MBT. Os resultados mostraram que práticas sustentáveis, visuais e acessíveis favorecem a compreensão de conceitos químicos, ampliam a participação e aproximam a ciência do cotidiano. A presença dos TILS foi importante para garantir a inclusão e a equidade no processo educativo.

A articulação entre sustentabilidade e acessibilidade atendeu aos objetivos do trabalho, como também trouxe contribuições significativas para o EQ. Ao unir aulas práticas, materiais de baixo impacto ambiental e recursos bilíngues, comprovou-se ser possível promover uma aprendizagem inclusiva, crítica e cidadã, reafirmando a necessidade de uma educação científica mais justa e transformadora.

Sendo assim, este trabalho tem a intenção de servir como base para futuras pesquisas que também visem contribuir com um EQ mais inclusivo e sustentável, especialmente através da QV, utilizando-a como ferramenta para uma educação de qualidade.

REFERÊNCIAS

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green chemistry: theory and practice**. New York: Oxford University Press, 2000.

ANDRADE, J. W. S.; COSTA, E. S.; SILVA, E. L. Sinais-termo de Química Orgânica em Língua Brasileira de Sinais: intervenção na produção de sinais de funções oxigenadas. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 202-219, 2021.

ANDRADE, R. S.; ZUIN, V. G. Alfabetização científica em Química Verde e sustentável. **Educación Química en Punto de Vista**, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2023.

BEZERRA, V. M. S. *et al*. Uso de jogos como recurso didático para o ensino de Química no nível médio. **Revista Ilustração**, v. 5, n. 5, p. 53-60, 2024.

BORGES, S. A. **Por que a Vitamina C é tão importante para o nosso corpo.** 2013. Disponível em: https://youtu.be/CmKq78drbTg?si=Eqxp8zXapYMp2p4Q. Acesso em: 05 nov. de 2023.

BRASIL. **Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002.** Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm. Acesso em: 14 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015.** Iinstitui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jul. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 14 ago. 2025.

BRASIL. **Resolução Nº 466,** de 12 de dezembro de 2012. Disponível em: https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf. Acesso em: 05 ago. de 2025.

CAMPOS, J. L.; SILVA, T. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Observação participante e diário de campo: quando utilizar e como analisar. *In*: **MÉTODOS DE PESQUISA QUALITATIVA PARA ETNOBIOLOGIA**. Recife: Nupeea, 2021. p. 95-112.

CUSATI, I. C.; SANTOS, N. E. P.; CAMPOS CUSATI, R. Metodologia qualitativa nas pesquisas em Educação: ensaio a partir dos estudos sobre formação e desenvolvimento profissional docente. **Conjecturas**, v. 21, n. 7, p. 335-351, 2021.

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

GOMES, F; COSTA, K. M. C. A interdisciplinaridade entre a química e a arte por meio dos corantes naturais. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 72162-72173, 2020.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701, 1993.

LEITE, É. R. O. R.; LEITE, B. S. O ensino de Química para estudantes surdos: a formação

dos sinais. *In*: **Encontro Nacional de Ensino de Química - ENEQ; Encontro de Educação Química da Bahia – EDUQUI**, 16., 2012, Salvador. Anais... Salvador: [s.n.], 2012.

MAGGIONI, M. C. C.; NÓBILE, M. F. A INFLUÊNCIA DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA NA CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS. **Revista Ciências & Ideias**, v. 13, n. 1, p. 51-61, 2022.

MAHAFFY, P. Moving chemistry education into 3D: a tetrahedral metaphor for understanding chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 1, p. 49, 2006.

MARTINS, J. G. *et al.* Vitamina C: uma proposta para Abordagem de Funções Orgânicas no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 208-218, 2015.

MATTAR, J.; RAMOS, D. K. **Metodologia da pesquisa em educação: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas.** São Paulo: Almedina Brasil, 2021.

MOREIRA, M. A. A relevância do conhecimento científico para a cidadania e a incoerência da educação em ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2021.

MORESI, E. *et al.* Metodologia da pesquisa. Brasília: Universidade Católica de Brasília, v. 108, n. 24, p. 5, 2003.

OLIVEIRA, R. E. G. *et al.* Jogos didáticos no ensino de Química: desenvolvimento e aplicação em turmas da 1ª série do ensino médio em Cocal, Piauí. **Revista Ciências & Ideias**, p. 79-90, 2021. ISSN 2176-1477.

PAIXÃO, G. C.; GUEDES, M. G. Ensino de Química e o surdo: o que diz a produção acadêmica e os professores? **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 7, n. 1, p. 91–104, 2021.

PEREIRA, L. L. S.; BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C. Aula de química e surdez: sobre interações pedagógicas mediadas pela visão. **Química nova na escola**, v. 33, n. 1, p. 47-56, 2011.

PEREIRA, P. A. P.; ANDRADE, J. B. Fontes, reatividade e quantificação de metanol e etanol na atmosfera. **Química Nova**, v. 21, n. 6, p. 744-754, 1998.

ROCHA, J. A. *et al*. Catalisadores em ação: a decomposição do peróxido de hidrogênio. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 22, n. 2, p. 108-118, 2024.

RODRIGUES, C. F.; TORRES, R. S.; SONDERMANN, D. V. C. (2018). "Reações Curiosas": Produção e aplicação de kit didático para o Ensino de Ciências. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v.04, n. 08, p. 655-665, 2018.

ROSSI, L. M. (s.d.). Catálise para uma Química Verde. *QFL1606 – Química Ambiental III*. Departamento de Química Fundamental, Instituto de Química da Universidade de São Paulo. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7890344/mod_resource/content/1/Modulo%204%20-%20Catalise%20-%20QFL%201606%20.pdf. Acesso em: 17 ago. 2024.

SANDRI, M. C. M.; SANTIN FILHO, O. Análise da verdura química de experimentos propostos para o ensino médio. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 2, 2017.

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. 34-46, 2019.

SANTOS, L. C. S.; LIMA, M. L. S. O.; VIEIRA, R. B. Uma abordagem experimental da Química Verde para o ensino médio a partir da biodegradação de corantes. **Revista Semiárido De Visu**, v. 12, n. 1., p. 462-481, 2024.

SANTOS, L. R.; MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

SILVA, S. L. A; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R. À procura da vitamina C. **Química Nova na Escola**. n. 2, p. 31-32, 1995.

SKLIAR, C.; QUADROS, R. Invertendo epistemologicamente o problema da inclusão: os ouvintes no mundo dos surdos. **Estilos da clínica**, v. 5, n. 9, p. 32-51, 2000.

SOARES, C. R. G.; SILVA, M. S.; NUNES, L. A. G**.** Um olhar sobre o ensino de Química para os alunos surdos do ensino médio. **Devir Educação**, v. 7, n. 1, e-654, 2023.

SOUZA, G. R. *et al*. Pasta de dente de elefante com materiais alternativos, , baixo custo e fácil aquisição. **Ciclo Revista: Vivências em Ensino e Formação**, v. 3, n. 1, 2018.

SOUZA, J. N. A. *Laboratório de ciências: Diferentes perspectivas metodológicas de ensino*. São Paulo: Centro Paula Souza, 2019.

SOUZA, N. S. *et al.* Inclusive teaching in organic chemistry: a visual approach in the time of covid-19 for deaf students. **International Journal of Innovative Education Research**, v. 10, p. 290-306, 2022.

TAVARES, A. *et al.* A química verde nos artigos publicados na *Química Nova na Escola*: 2011–2021. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, 2022.

TEIXEIRA, F. C.; ALVIM, T. R.; LIMA, V. L. S. Os glossários terminológicos em Química: a tecnologia assistiva que garante acesso e permanência do estudante surdo na escola. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 10, n. 2, p. 46–62, 2024.

VAZ, C. R.; GIROTTO JÚNIOR, 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. *et al.* Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT): uma sequência didática desenvolvida a partir dos cinco níveis de representações da Química. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 1, p. 1340-1363, 2023b.

VELOZO, M. C. S. *et al.* Proposta de material didático bilíngue com criação de sinais em Libras sobre Química: acessibilidade para pessoas surdas com expansão vocabular liderada

por instrutor surdo. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 1, p. 1318-1339, 2023a.

VELOZO, M. C. S. *et al.* Rota Verde: um jogo educativo e potencialmente inclusivo para o ensino de Química Verde para surdos. **Química Nova Escola**, v. 46, n. 4, p. 491-499, 2024.

YUNES, S. F.; MARQUES, C. A. **A métrica holística estrela verde: análise de atividades experimentais no ensino de Química.** Paraná: Atena Editora, 2023.

Submetido em: 19/11/2025
Aceito em: 21/11/2025
Publicado em: 30/04/2026
Avaliado pelo sistema *double blind review*