

CRIAÇÃO DE VÍDEOS DIDÁTICOS EM LIBRAS A PARTIR DA METÁFORA DA BIPIRÂMIDE TRIANGULAR (MBT) PARA O ENSINO DE QUÍMICA VERDE

CREACIÓN DE VIDEOS DIDÁCTICOS EN LIBRAS UTILIZANDO LA METÁFORA DE LA BIPIRÂMIDE TRIANGULAR (MBT) PARA LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA VERDE

CREATION OF TEACHING VIDEOS IN LIBRAS USING THE METAPHOR OF THE TRIANGULAR BIPYRAMID (MBT) FOR TEACHING GREEN CHEMISTRY

Apresentação: Comunicação Oral

Júlia Maria Soares Ferraz¹; Maria Caroline Santos Velozo²; José Lucas da Costa Campos³ Niely Silva de Souza⁴; Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.XICOINTERPDVL.0651>

RESUMO

A educação é um direito constitucional fundamental e deve ser amplamente acessível a todas as cidadãs e cidadãos do Brasil. No entanto, historicamente, alguns grupos sociais têm sido sistematicamente excluídos em diversos âmbitos, resultando na contínua reivindicação por seus direitos. Com o advento das leis de inclusão, pessoas com deficiência têm, cada vez mais, ingressado em todos os níveis da educação nacional. Nesse contexto, a Comunidade Surda (CS) busca o reconhecimento de suas demandas específicas, além de um atendimento humanizado e especializado. Assim, para garantir não apenas o acesso, mas também a permanência e o êxito das pessoas surdas em sala de aula, são necessárias adaptações didático-pedagógicas e recursos que assegurem acessibilidade linguística, especialmente em Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), em todas as áreas do conhecimento. Diante dessa demanda, este trabalho descreve, com base em uma pesquisa qualitativa de cunho participante, dividida em quatro etapas metodológicas (Aplicação de um Instrumento Virtual de Sondagem (IVS); Desenvolvimento de Vídeos Didáticos Bilíngues (VDBs) 1, 2 e 3; Exposição dos VDBs; Aplicação de um Instrumento Virtual Final (IVF)), o desenvolvimento e a produção de materiais audiovisuais bilíngues (português/LIBRAS) para o ensino de Química em uma turma inclusiva de Ensino Médio Técnico Integrado. Os conteúdos exploram temas socioambientais e políticos, como a Química Verde (QV) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). Os dados obtidos apontam que o uso de recursos didáticos adaptados, fundamentados na Metáfora da Bipiirâmide Triangular (MBT), promove um ensino inclusivo e significativo para todos os estudantes. Além disso, o ato de integrar QV e ODS a materiais bilíngues resulta em uma educação mais crítica, consciente e acessível, alinhada aos desafios contemporâneos.

Palavras-Chave: Química Verde, Material Audiovisual Bilíngue, Ensino de Química, Inclusão.

RESUMEN

La educación es un derecho constitucional fundamental y debe ser ampliamente accesible para todos los

¹ Graduada em Licenciatura em Química, IFPB – João Pessoa, julia.ferraz@academico.ifpb.edu.br

² Graduada em Licenciatura em Química, IFPB – João Pessoa, maria.velozo@academico.ifpb.edu.br

³ Graduando em Licenciatura em Química, IFPB – João Pessoa, jose.campos@academico.ifpb.edu.br

⁴ Especialista em LIBRAS, SOCIESC, Professora do IFPB – Cabedelo, niely@ifpb.edu.br

⁵ Doutora em Química - UFPB, Professora do IFPB – João Pessoa, alessandratavaresfigueiredo@ifpb.edu.br

ciudadanos de Brasil. Sin embargo, históricamente, algunos grupos sociales han sido sistemáticamente excluidos en diversos ámbitos, lo que ha resultado en la continua reivindicación de sus derechos. Con el advenimiento de las leyes de inclusión, las personas con discapacidad han ingresado cada vez más en todos los niveles de la educación nacional. En este contexto, la Comunidad Sorda (CS) busca el reconocimiento de sus demandas específicas, así como una atención humanizada y especializada. Por lo tanto, para garantizar no solo el acceso, sino también la permanencia y el éxito de las personas sordas en el aula, son necesarias adaptaciones didáctico-pedagógicas y recursos que aseguren la accesibilidad lingüística, especialmente en la Lengua de Señas Brasileña (LIBRAS), en todas las áreas del conocimiento. A la luz de esta demanda, este trabajo describe, basado en una investigación cualitativa de carácter participativo, dividida en cuatro etapas metodológicas (Aplicación de un Instrumento Virtual de Sondaje (IVS); Desarrollo de Videos Didácticos Bilingües (VDBs) 1, 2 y 3; Presentación de los VDBs; Aplicación de un Instrumento Virtual Final (IVF)), el desarrollo y la producción de materiales audiovisuales bilingües (portugués/LIBRAS) para la enseñanza de Química en una clase inclusiva de Enseñanza Media Técnica Integrada. Los contenidos exploran temas socioambientales y políticos, como la Química Verde (QV) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Los datos obtenidos indican que el uso de recursos didácticos adaptados, fundamentados en la Metáfora de la Bipirámide Triangular (MBT), promueve una enseñanza inclusiva y significativa para todos los estudiantes. Además, la integración de la QV y los ODS en materiales bilingües resulta en una educación más crítica, consciente y accesible, alineada con los desafíos contemporáneos.

Palabras Clave: Química Verde, Material Audiovisual Bilingüe, Enseñanza de Química, Inclusión.

ABSTRACT

Education is a fundamental constitutional right and must be widely accessible to all citizens of Brazil. However, historically, some social groups have been systematically excluded in various spheres, resulting in the ongoing demand for their rights. With the advent of inclusion laws, people with disabilities have increasingly entered all levels of national education. In this context, the Deaf Community (CS) seeks recognition of its specific demands, as well as humanized and specialized care. Therefore, to ensure not only access but also the retention and success of deaf individuals in the classroom, didactic-pedagogical adaptations and resources are needed to guarantee linguistic accessibility, especially in Brazilian Sign Language (LIBRAS), in all areas of knowledge. In light of this demand, this work describes, based on qualitative participatory research, divided into four methodological stages (Application of a Virtual Survey Instrument (IVS); Development of Bilingual Didactic Videos (VDBs) 1, 2, and 3; Presentation of the VDBs; Application of a Final Virtual Instrument (IVF)), the development and production of bilingual audiovisual materials (Portuguese/LIBRAS) for teaching Chemistry in an inclusive Integrated Technical High School class. The content explores socio-environmental and political themes, such as Green Chemistry (QV) and the Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations 2030 Agenda. The data obtained indicate that the use of adapted didactic resources, based on the Metaphor of the Triangular Bipyramid (MBT), promotes inclusive and meaningful teaching for all students. Furthermore, integrating QV and SDGs into bilingual materials results in a more critical, conscious, and accessible education aligned with contemporary challenges.

Keywords: Green Chemistry, Bilingual Audiovisual Material, Chemistry Teaching, Inclusion.

INTRODUÇÃO

Há mais de um século a comunidade surda no Brasil tem enfrentado processos de exclusão e reivindicado reconhecimento de sua identidade e de sua língua de sinais. Desde o período imperial, uma série de instituições e legislações específicas foram criadas para atender às demandas das pessoas com deficiência. Atualmente as políticas públicas se baseiam no

princípio da inclusão social em vários âmbitos do Estado nação (Brasil, 2015).

A educação enquanto um direito constitucional deveria ser acessível a todos (Brasil, 1988), logo se faz necessário ações de acessibilidade para grupos historicamente excluídos como as pessoas surdas. Neste sentido, sugerir/investigar sobre adaptação de recursos pedagógicos e metodologias didáticas que respeitem essa comunidade, envolvendo a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) em todas as áreas do conhecimento é fundamental para inclusão educacional efetiva e proativa dos discentes surdos.

Um ensino de Química inclusivo para tal grupo é uma demanda urgente e válida. Em contraponto às metodologias tradicionais docentes do tema supracitado, as vivências didáticas descritas neste estudo foram baseadas em temas transversais como a Química Verde (QV) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da agenda ONU 2030, utilizando o modelo didático recente chamado Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT) (Da Silva Júnior, 2023) e a produção/ adaptação de material audiovisual bilíngue (português/LIBRAS) em todas as fases da pesquisa (termos de participação, questionário de sondagem, conteúdos da aula e questionário final).

Para tanto, a equipe do presente projeto é composta não só de docentes em Química, mas também de uma professora com formação nesta área e também em LIBRAS e tradução conjuntamente com um discente surdo instrutor de língua de sinais e licenciando em Química. Dessa forma, o trabalho teve a finalidade de desenvolver e revisar os vídeos bilíngues a serem exibidos e trabalhados numa turma inclusiva com ouvintes e surdos do Ensino Médio Integrado ao Ensino Técnico.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Histórico da Comunidade Surda

A história da educação de surdos é marcada por eventos que refletem tanto avanços significativos quanto períodos de exclusão e retrocesso. Compreender essa trajetória histórica permite uma valorização mais profunda da cultura surda e amplia a conscientização sobre os desafios enfrentados por essa comunidade. Segundo Strobel (2009), a análise histórica dos surdos vai além da aquisição de informações, promovendo uma reflexão crítica sobre os eventos relacionados à educação de surdos ao longo do tempo.

Ao explorar o contexto histórico, é evidente que a educação de surdos foi, durante séculos, negligenciada e marcada por práticas excludentes. De acordo com Maia (2017), em tempos antigos, práticas desumanas eram frequentemente adotadas em relação aos surdos,

incluindo, em algumas sociedades, a negação do direito à vida. O autor ressalta que, tal como ocorria com outras formas de diversidade humana, os surdos eram privados de direitos fundamentais, enfrentando um tratamento desumanizador.

Além disso, mesmo nos períodos em que o direito à vida foi garantido, como na Idade Média, os surdos continuaram sendo excluídos socialmente, em virtude de uma comunicação distinta daquela praticada pelas pessoas ouvintes (Maia, 2017). A partir do século XVI, surgiram iniciativas pontuais que visavam à instrução de surdos, destacando-se o trabalho pioneiro do monge beneditino espanhol Pedro Ponce de Leon (1520-1584). Conforme Goldfeld (1997), Ponce de Leon foi responsável por educar jovens surdos, filhos de nobres, utilizando um método que incluía o alfabeto manual, a escrita e a oralização.

Sua atuação é reconhecida como um marco histórico, embora o acesso à educação tenha sido limitado à elite social (Goldfeld, 1997; Mori; Sander, 2015). No entanto, apesar dos avanços pontuais, o século XVIII foi caracterizado por um embate metodológico entre as abordagens de Charles Michel de L'Épée (1712-1789), na França, e Samuel Heinicke (1729-1790), na Alemanha. Enquanto L'Épée defendia o uso da língua de sinais, criando métodos conhecidos como "Sinais Metódicos", Heinicke priorizava a oralização, enfatizando o valor da fala (Strobel, 2009).

Esse conflito teve repercussões nas práticas educacionais, influenciando a educação de surdos em diferentes regiões e estabelecendo paradigmas divergentes, cuja influência se estendeu ao Brasil e a outras partes do mundo (Goldfeld, 1997). A influência europeia na educação de surdos se consolidou no Brasil a partir de 1857, com a fundação do "Imperial Instituto dos Surdos-Mudos" por Dom Pedro II, sob a orientação do professor francês Ernest Huet (Mori; Sander, 2015). Essa instituição foi fundamental para o desenvolvimento da educação de surdos no país, constituindo-se como um marco na história nacional e contribuindo para a origem da Língua Brasileira de Sinais.

Segundo Strobel (2009), a LIBRAS foi resultado da combinação da língua de sinais francesa com os sistemas de sinais já utilizados pelos surdos brasileiros, estabelecendo-se como um sistema linguístico próprio e independente. Entretanto, um dos episódios mais marcantes e prejudiciais na história da educação de surdos foi o Congresso de Milão, ocorrido em 1880. Nesse evento, decidiu-se, sem a participação de pessoas surdas, pela proibição do uso da língua de sinais nas escolas europeias, impondo-se o oralismo como método exclusivo.

De acordo com Souza (2018), essa decisão resultou em um atraso de cem anos nos estudos e no desenvolvimento das línguas de sinais, comprometendo a educação de surdos em diversos países. A reversão desse cenário começou a ocorrer na década de 1960, quando o

professor William Stokoe, da Universidade Gallaudet, nos Estados Unidos, reconheceu a Língua de Sinais Americana (ASL) como uma língua natural, completa e complexa. Essa descoberta foi fundamental para reverter o estigma e o preconceito associados à comunicação visual dos surdos (Mori; Sander, 2015).

No Brasil, a partir da criação do "Imperial Instituto dos Surdos-Mudos", a educação de surdos avançou, mas ainda enfrentou desafios relacionados à aceitação e ao reconhecimento da LIBRAS, que só foi oficialmente reconhecida como língua pela legislação brasileira em 2002 (Strobel, 2009). Nesse sentido, a Comunidade Surda (CS) enfrentou diversos desafios, mas também demonstrou resiliência e empenhou-se na luta por direitos, inclusão e reconhecimento.

Como afirmam Perlin e Strobel (2014), a história cultural dos surdos é uma narrativa de resistência contra a imposição de uma identidade alheia, permitindo a valorização da própria cultura, língua e comunidade. A compreensão dessa trajetória contribui para a construção de práticas educacionais mais inclusivas e respeitosas, que reconheçam a pessoa surda como parte integrante da diversidade humana.

Inclusão no Ensino de Química

A Química é uma ciência essencial para compreender diversos fenômenos do cotidiano, como mudanças climáticas, produção e preservação de alimentos, agricultura e saúde (Nogueira; Barroso; Sampaio, 2018). Contudo, o ensino dessa disciplina enfrenta limitações em termos de acessibilidade, especialmente para alunos surdos, devido à falta de preparação adequada dos professores. A predominância do uso de línguas orais na sala de aula contribui para barreiras de comunicação significativas (Guedes; Chacon, 2020), dificultando o processo de aprendizagem (Pereira; Benite; Benite, 2011; Benite *et al.*, 2008).

Nesse contexto, a inclusão no ensino de Química surge como uma demanda urgente para construir uma abordagem educacional mais crítica e equitativa (Da Silva Júnior, 2023). Modelos tradicionais, como o triângulo de Johnstone, estruturam-se em torno dos níveis macroscópico, microscópico e simbólico, porém não integram de maneira adequada aspectos sociais e humanos da Química (Johnstone, 1993).

Propostas mais recentes, como o modelo de Mahaffy (2006), ampliam a perspectiva de Johnstone ao incorporar uma dimensão social, representada por um tetraedro que inclui o ser humano e seus contextos. Essa abordagem busca conectar os conteúdos químicos com a realidade dos estudantes, promovendo uma relação mais significativa entre a ciência e o cotidiano. Dentro dessa perspectiva, a implementação da contextualização no ensino da

Química, especialmente com as vertentes sociocientíficas da referida disciplina, é de fundamental importância para o processo de aprendizagem (Lima; Oliveira; Queiroz, 2022).

Da Silva Júnior, Jesus e Giroto Júnior (2022) afirmam que é possível introduzir discussões socioambientais de maneira crítica e reflexiva nas aulas de Química. Eles destacam a integração de temáticas como os princípios da Química Verde. Sendo essa, uma área multidisciplinar que supera a Química Tradicional (QT), integrando uma perspectiva socioambiental (Anastas; Warner, 2000; Da Silva Júnior; Jesus; Giroto Júnior, 2022). Baseada em doze princípios fundamentais, essa abordagem visa reformular a prática Química, considerando seus impactos sociais e ambientais.

Atrelado a isso, destacam-se também os ODS, que são constituídos por 17 objetivos e 169 metas interligadas, que enfrentam os principais desafios do desenvolvimento. Esses objetivos visam erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, e garantir que todas as pessoas possam desfrutar de paz e prosperidade (Tavares *et al.*, 2022; Santos; Pontes, 2019).

Porém, apesar dos avanços na implementação de contextos humanos no ensino da Química, a carência de inclusão ainda persistia como uma barreira significativa. Diante disso, surge a MBT que propõe que a Química seja representada em cinco níveis: macroscópico (representação fenomenológica), simbólico (representação comunicativa), microscópico (representação teórica), elemento humano (representação do contexto humano) e inclusão (representação acessível/inclusiva). Esses níveis são considerados de forma conjunta como distintas representações químicas (Da Silva Júnior, 2023).

Na MBT, a criação de materiais adaptados e acessíveis é altamente valorizada, uma vez que contribui significativamente para a inclusão de todos os estudantes no processo de aprendizagem. Esses materiais facilitam a compreensão dos conceitos químicos, e também promovem a equidade, permitindo que alunos com diferentes necessidades e contextos sociais se engajem ativamente nas atividades educativas (Lima, 2024).

Ao integrar elementos visuais, sonoros e táteis, tais recursos favorecem a diversidade de métodos de aprendizagem, enriquecendo a experiência pedagógica e possibilitando uma interação mais efetiva com o conteúdo. Dessa forma, a MBT torna o ensino da Química mais completo, refletindo um compromisso com a formação de cidadãos críticos e conscientes.

METODOLOGIA

O presente trabalho descreve uma pesquisa de intervenção pedagógica realizada por meio de uma abordagem qualitativa de cunho participante. O método qualitativo considera a existência de uma relação dinâmica entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito, uma

vez que o pesquisador é o instrumento-chave da investigação e da interpretação dos resultados obtidos (Moresi, 2003). Nessa perspectiva, a metodologia de natureza participante, permite que o investigador não apenas examine passivamente o ambiente observado, mas também se torne parte do contexto estudado (Mónico *et al.*, 2017).

A pesquisa foi efetivada em uma turma inclusiva do 3º ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de Controle Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) *Campus* João Pessoa composta por 36 (trinta e seis) estudantes, sendo 33 (trinta e três) ouvintes e 3 (três) alunas surdas. O Quadro 1 ilustra o rito metodológico adotado na pesquisa.

Quadro 1 - Rito metodológico da pesquisa.

MOMENTOS	DESCRIÇÃO
Momento 1	Aplicação do Instrumento Virtual de Sondagem (IVS)
Momento 2	Desenvolvimento dos Vídeos Didáticos Bilíngues (VDBs) 1, 2 e 3
Momento 3	Exposição dos VDBs
Momento 4	Aplicação do Instrumento Virtual Final (IVF)

Fonte: Própria (2024).

Vale mencionar que o presente trabalho é um recorte de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e, devido ao envolvimento de pessoas, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFPB, que desempenha um papel fundamental em garantir que a pesquisa seja conduzida de maneira ética, protegendo os direitos e o bem-estar dos participantes, bem como garantindo a conformidade com as normas éticas e legais. A aprovação foi obtida sob o número do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE): 68244423.8.0000.5185, conforme regulamenta a Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde - CNS (Brasil, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Momento 1

No momento inicial, realizou-se o primeiro contato com a turma inclusiva com a aplicação do IVS, visando sondar o nível de conhecimento em relação aos conteúdos pertinentes à Química Verde, ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 e à Inclusão. O IVS continha 3 (três) questões e foi compartilhado com os discentes por meio de um *link* no grupo de

WhatsApp da turma.

Foram obtidas 25 (vinte e cinco) respostas dos discentes participantes. A primeira pergunta do questionário, "I. O que é inclusão para você?", explora a percepção dos estudantes sobre inclusão. Os resultados obtidos abordam considerações relevantes, como a ampliação do acesso de pessoas com deficiência aos espaços sociais e a garantia de uma educação adaptada, com ambientes que promovam acesso e dignidade para todos. Um dos estudantes exemplifica essa visão ao afirmar: "*Para mim, inclusão se resume na elaboração das atividades que sejam acessíveis a todos, a fim do conhecimento ser compartilhado de forma igualitária e justa*".

Esse entendimento converge com a visão de Freire (2008), que defende que a inclusão vai além de um movimento educacional, ela representa um movimento de natureza social e política. Para o autor, seu propósito fundamental é assegurar que todos os indivíduos tenham o direito de participar de maneira consciente e responsável na sociedade à qual pertencem, além de serem acolhidos e respeitados em suas particularidades.

Posteriormente, a segunda questão indagava: "II. Quais vivências em educação inclusiva você já teve?". A maioria dos discentes relatou que suas experiências com educação inclusiva envolveram o convívio com colegas surdos e com os Tradutores e Intérpretes de Língua de Sinais (TILS). Para Vivian e Leonel (2019), o contato com a cultura surda proporciona aos ouvintes uma percepção mais profunda sobre a maneira como os surdos compreendem e interagem com o mundo. Além disso, o relato dos discentes reforça a importância da presença dos TILS em sala de aula, uma vez que, segundo Valsechi e Martins Filho (2020), a ausência desses profissionais é um dos principais obstáculos à promoção de uma educação verdadeiramente inclusiva.

O último questionamento do IVS abordava: "III. Você já viu algum material didático da Química Verde e Sustentável e do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12, em LIBRAS? Se sim, exemplifique." Os dados obtidos nessa questão revelaram um resultado intrigante: apesar de se tratar de uma turma inclusiva do Curso Técnico em Controle Ambiental, todos os participantes da pesquisa afirmaram nunca ter visto nenhum material sobre Química Verde e os ODS traduzido em LIBRAS.

Dentro desse contexto, ao analisar os Níveis Elemento Humano e Inclusão da MBT, fica evidente que a contextualização com o cotidiano dos discentes proporciona um aprendizado mais significativo, promovendo uma consciência mais aprofundada sobre as dimensões sociocientíficas da Química, conforme aponta Velozo *et al.*, 2024 e Da Silva Júnior, 2023. Além disso, segundo os autores, os materiais didáticos utilizados em sala de aula devem levar em conta as particularidades de todos os alunos, para que sejam acessíveis e adaptados, alinhando-

se ao Nível Inclusão.

Momento 2

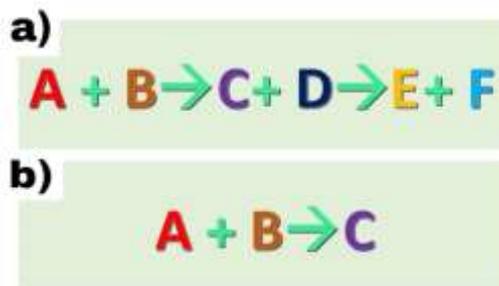
O segundo momento destaca a elaboração dos Vídeos Didáticos Bilíngues 1, 2 e 3. Esta sequência de vídeos aborda temas relacionados a três princípios da Química Verde: 1 (Prevenção), 3 (Síntese segura) e 5 (Solventes e auxiliares mais seguros), respectivamente. Cada vídeo da série relaciona esses princípios da QV com o ODS 12 (Consumo e produção responsáveis). Nesse sentido, os VDBs caracterizam-se como materiais didáticos audiovisuais adaptados. São vídeos produzidos com imagens, animações e efeitos visuais que ilustram, a partir da experiência visual, fenômenos químicos geralmente considerados complexos. Além disso, possuem áudio, tradução em LIBRAS e legendas, visando atender à heterogeneidade da turma.

O desenvolvimento dos VDBs segue uma estrutura de quatro fases desenvolvida por Velozo *et al.* (2023): i) captação dos conteúdos abordados no vídeo e elaboração do roteiro; ii) desenvolvimento do recurso visual, incorporando imagens, animações e efeitos visuais; iii) gravação do áudio; e iv) gravação da tradução para a Língua Brasileira de Sinais e a inserção da legenda em Português-Brasil.

A construção dessa sequência de vídeos apresenta três pontos significativos: primeiro, os vídeos detalham três princípios importantes da Química Verde (Prevenção, Síntese segura e Solventes e auxiliares mais seguros), além de enfatizar o ODS 12; segundo, há a validação de um aluno surdo no planejamento, construção e correção de possíveis aspectos relevantes da elaboração dos vídeos; terceiro, os vídeos foram constituídos seguindo a proposta da MBT, que destaca que a inclusão deve estar presente em todos os momentos da construção de práticas educativas em Química (Da Silva Júnior, 2023). Esses aprimoramentos combinados contribuem para a criação de materiais acessíveis, informativos e alinhados com os princípios da Educação Inclusiva e da Química Verde.

Por conseguinte, o VDB 1 aborda o Princípio 1 (Prevenção). Este princípio refere-se à ideia de que é mais eficaz prevenir a formação de resíduos do que tratá-los ou removê-los após sua formação (Ventapane; Santos, 2021). O vídeo demonstra que isso pode ser alcançado por meio de mudanças nos processos químicos, evitando a formação de resíduos tóxicos ou perigosos, além de incentivar a utilização de matérias-primas renováveis e a minimização do uso de substâncias perigosas ou tóxicas. A Figura 1 apresenta as representações visuais utilizadas no VDB 1.

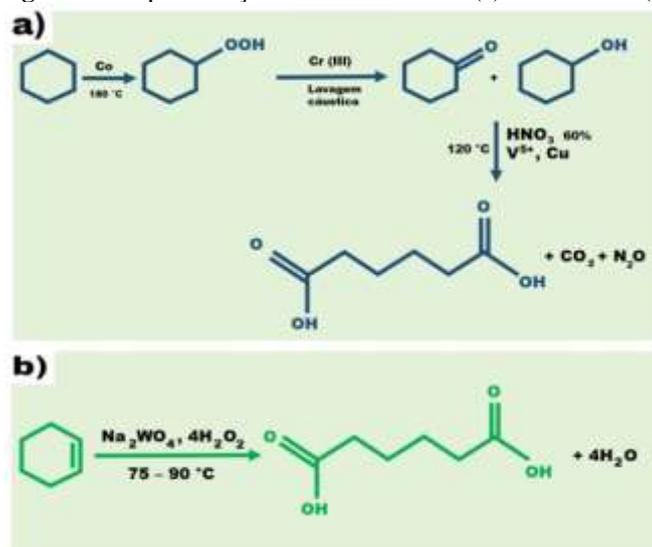
Figura 1 - Representação de equação química não verde (a) e equação química verde (b).



Fonte: Própria (2023).

O VDB 2 aborda o Princípio 3 da Química Verde (Síntese Segura), que se refere às sínteses que não formem subprodutos nocivos, garantindo que toda a condução seja segura (Machado, 2012). O vídeo reforça a importância de buscar rotas seguras para a produção de substâncias químicas, ou seja, aquelas que minimizam os riscos para a saúde humana e o meio ambiente. Ao destacar esse princípio, o VDB 2 visa sensibilizar os espectadores para a necessidade de práticas químicas mais seguras e sustentáveis, promovendo a conscientização sobre os impactos positivos de escolher métodos de síntese que reduzam a geração de subprodutos prejudiciais e protejam a segurança de todos os envolvidos. Um exemplo de rotas não verde e verde está apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Representação de rota não verde (a) e rota verde (b).

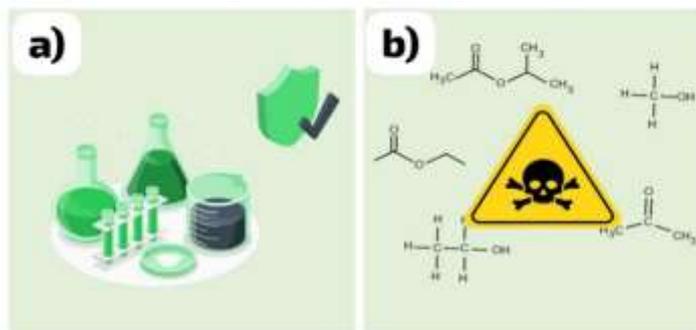


Fonte: Própria (2023).

Por fim, o VDB 3 aborda o Princípio 5 (Solventes e auxiliares mais seguros), focando na utilização de solventes e substâncias auxiliares mais seguras. A ideia central é evitar o uso de solventes e outros produtos químicos que possam ser tóxicos, inflamáveis, corrosivos ou apresentar outros riscos para a saúde humana e o meio ambiente (Lenardão *et al.* 2003). O vídeo estabelece uma relação com solventes orgânicos, como o etanol, metanol, acetato de etila, acetato de isopropila, acetona, entre outros, todos compostos por funções orgânicas estudadas

em aulas anteriores. Contudo, esses solventes são reconhecidos por sua alta toxicidade e, portanto, de acordo com os princípios da Química Verde, é imperativo evitá-los ou substituí-los por alternativas mais seguras. A Figura 3 ilustra alguns componentes presentes no VDB 3.

Figura 3 - Representação de Solventes seguros (a); Funções orgânicas relacionadas a solventes nocivos (b).

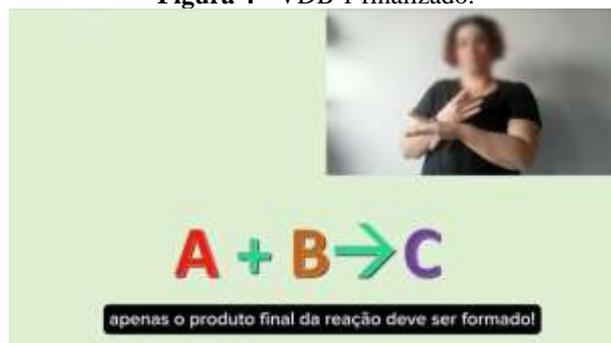


Fonte: Própria (2023).

Vale ressaltar que os três vídeos atribuíram ênfase ao ODS 12 com o propósito de estimular um consumo e uma produção responsáveis. Cardoso e Pederneiras (2023) afirmam que a implementação de práticas sustentáveis associadas ao ODS 12 está diretamente ligada a diversos benefícios para o meio ambiente, sociedade e economia. Esses benefícios incluem a redução de custos, a promoção da inovação, a melhoria da qualidade dos produtos e serviços, a preservação dos recursos naturais e a promoção do desenvolvimento sustentável.

Após a finalização, os VDBs passaram pela validação de um colaborador surdo, garantindo assim, recursos didáticos fidedignos. De acordo com Campello (2008), é crucial reconhecer as especificidades dos surdos e permitir um trabalho pedagógico diferenciado, baseado no bilinguismo e no uso de recursos visuais. Esse enfoque é de grande valia para o processo de aprendizagem desses alunos, proporcionando uma experiência educacional mais inclusiva e eficaz. Deste modo, a validação dos vídeos feita por um colaborador surdo reforça o compromisso com a acessibilidade e a qualidade dos materiais. A Figura 4 apresenta registros de um dos VDBs finalizados, para mostrar a estrutura final dos vídeos.

Figura 4 - VDB 1 finalizado.



Fonte: Própria (2023).

A abordagem pedagógica adotada, que enfatiza o bilinguismo e a integração de recursos visuais, alinha-se de maneira intrínseca à MBT. A metáfora em questão, ao destacar a importância de abordagens educacionais abrangentes e inclusivas, ressoa com a compreensão de que a aprendizagem efetiva não ocorre em um formato único (Da Silva Júnior, 2023). Assim, integrar o bilinguismo e a experiência visual fortalece a qualidade e a acessibilidade dos materiais educativos, contribuindo para um ambiente educacional mais inclusivo e enriquecedor.

Momento 3

No terceiro momento da aplicação, procedeu-se à exibição dos VDBs para a turma. Utilizando recursos tecnológicos como computador e projetor de *slides*, os vídeos foram apresentados para todos os discentes presentes na aula, conforme demonstrado na Figura 5, além de serem disponibilizados na plataforma virtual de aprendizagem da turma, *Google Classroom*. Durante essa fase, foram analisados dados qualitativos por meio da observação participante.

Figura 5 - Exibição dos VDBs para a turma.



Fonte: Própria (2023).

Neste momento, por meio de análise observacional, pôde-se constatar o interesse dos alunos durante a exibição dos vídeos. Segundo Leite (2019), a utilização de vídeos educativos não se limita ao uso de palavras, mas também incorpora imagens, muitas vezes mais atrativas e impactantes que uma aula expositiva tradicional. O autor salienta que essa abordagem, combinada à utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), deve ser explorada de várias formas, considerando que a tecnologia faz parte integrante da vida dos alunos.

O envolvimento demonstrado tanto pelos alunos surdos quanto pelos ouvintes, aliado

ao *feedback* positivo dos TILS sobre a eficácia dos materiais, ressalta a importância vital de estratégias bilíngues no processo educacional. É crucial compreender que a tecnologia desempenha um papel fundamental nesse contexto, e seu uso consciente e responsável é fundamental para promover a propostas mais inclusivas, evitando a reprodução de barreiras e exclusões.

Nesse contexto, a implementação de abordagens acessíveis em LIBRAS, como a produção de conteúdo em vídeo com legendas e intérpretes são medidas essenciais para assegurar a inclusão social das pessoas surdas (Tavares, 2021), inclusive no ensino de Química (Da Silva Júnior, 2023).

Consoante a isso, Silva, Zanatta e Royer (2022) ressaltam a importância de abordar os conteúdos escolares de maneira integrada, pois isso permite aos estudantes criar novos significados e valores relacionados às concepções sobre o ambiente e suas vivências. Com isso, ao contextualizar o ensino de Química, torna-se possível estabelecer conexões mais profundas entre os conceitos químicos e o mundo real dos alunos, facilitando a compreensão e, assim, incentivando uma aprendizagem significativa.

Momento 4

No último momento da ação, foi disponibilizado para a turma o Instrumento Virtual Final. O intuito foi avaliar a efetividade dos VDBs desenvolvidos e o nível de aprendizado dos alunos. O IVF foi compartilhado com a turma, por meio de um *link* no grupo de *WhatsApp*, após a exibição dos vídeos e era constituído por 3 (três) perguntas.

Os resultados obtidos na primeira pergunta, “Fale brevemente sobre os três princípios da Química Verde que estudamos” demonstraram um excelente entendimento dos discentes acerca dos 3 (três) princípios da QV abordados nos VDBs. Os alunos apresentaram discussões relevantes sobre a importância de evitar a formação de subprodutos, realizar sínteses mais seguras e utilizar solventes que não sejam prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente.

Para Silva Júnior, Jesus e Giroto Júnior (2022), discussões socioambientais podem ser introduzidas em sala de aula de forma crítica e reflexiva. Segundo os autores, diferentes temáticas na disciplina de Química, com foco na Educação Ambiental (EA), podem auxiliar nessa abordagem. A Química Verde cria, desenvolve e aplica produtos e processos químicos que visam à redução ou eliminação do uso e da geração de substâncias nocivas ao meio ambiente e à saúde humana (Anastas; Warner, 2000).

Nesse contexto, a segunda pergunta indagava: “Fale brevemente sobre o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12: Consumo e Produção Responsáveis”. Diante dos resultados

obtidos, ficou evidente que os estudantes demonstraram uma boa compreensão sobre o ODS 12, apresentando considerações relevantes sobre sustentabilidade.

Os ODS estão intrinsecamente ligados aos conceitos socioambientais e à abordagem interdisciplinar do ensino de Química. De acordo com Silva Júnior *et al.* (2022), a Química, como uma disciplina central, desempenha um papel fundamental no avanço da sustentabilidade, ao possibilitar o desenvolvimento, aplicação e manutenção de produtos e processos que se pautam pela sustentabilidade.

No que diz respeito aos VDBs produzidos nesta fase, a terceira questão apresentava o seguinte questionamento: “III. Houve algum aspecto técnico nos Vídeos Didáticos Bilíngues (iluminação, legendas, velocidade, diagramação, ilustrações, áudio) que você achou que poderia melhorar? Se sim, indique quais aspectos podem ser melhorados nos VDBs.

Unanimemente, os discentes informaram não ter identificado nenhum aspecto negativo nos VDBs. Esse resultado é fruto de um extenso trabalho de planejamento, construção e edição, todos realizados com a validação de um surdo e de um intérprete de LIBRAS. Isso destaca a concepção delineada por Rezende (2022), enfatizando que, para uma inclusão verdadeiramente efetiva, é fundamental uma atuação conjunta de todos os agentes envolvidos no ambiente escolar, incluindo professores, intérpretes e demais profissionais da área.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos na pesquisa, verificou-se a importância de implementar recursos didáticos adaptados para promover um ensino mais inclusivo, especialmente para a Comunidade Surda. Nesse contexto, a aplicação da Metáfora da Bipirâmide Triangular no presente trabalho destaca a efetividade da inclusão, evidenciando que os materiais devem abranger diferentes representações da Química, permitindo uma compreensão mais acessível e completa. Essa prática revela-se essencial para ampliar a inclusão de alunos surdos e ouvintes, promovendo um ambiente equitativo e respeitoso.

Ademais, a implementação de temáticas transversais, como a Química Verde e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, no currículo demonstra o potencial de formar cidadãos conscientes dos impactos ambientais e sociais de suas ações. Ao vincular a Química Verde e os ODS a materiais adaptados em LIBRAS, o projeto contribui para uma educação mais abrangente e crítica, alinhada aos desafios do século XXI.

Portanto, espera-se que a proposta apresentada sirva como base para pesquisas futuras, fomentando o desenvolvimento de práticas inclusivas e sustentáveis na educação química,

incentivando uma ciência acessível e relevante para todos os contextos sociais, independentemente das particularidades dos indivíduos.

REFERÊNCIAS

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C.; *Green Chemistry: Theory and Practice*, Oxford University Press: New York, 2000.

BENITE, A. M. C. *et al.* Parceria colaborativa na formação de professores de Ciências: a Educação Inclusiva em questão. In: GUIMARÃES, O. M. (Org.). **Conhecimento Químico: desafios e possibilidades na ação docente: Encontro Nacional de Ensino de Química**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, v. 1, p. 1-12, 2008.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**, Art. 205 - Art. 208. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/constituicao.pdf>. Acesso em: 19 out. 2023

BRASIL. **Resolução N° 466**, de 12 de dezembro de 2012. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 11 out. de 2024.

BRASIL, **Lei nº 13.146**, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 6 jul. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm. Acesso em: 19 out 2024.

CAMPELLO, A. R S. **Aspectos da visualidade na educação de surdos**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

CARDOSO, S. K. A. B.; PEDERNEIRAS, M. M. M. Consumo e produção responsáveis na agenda 2030 e o urgente compromisso em adequá-los às contratações públicas. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 4656–4668, 2023.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. Triangular bipyramid metaphor (TBM), an imagetive representation for the awareness of inclusion in chemical education (ICE). **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 3, p. 10567-10578, 2023. DOI: 10.34117/bjdv9n3-112. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/58057>. Acesso em: 25 out. 2024.

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; JESUS, D. P.; GIROTTO JÚNIOR, G. Química Verde e a Tabela Periódica de Anastas e Zimmerman: Tradução e Alinhamentos com o Desenvolvimento Sustentável. **Química Nova**, v. 45, pág. 1010-1019, 2022. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170893>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/zXwxfPr8Sz9jd3XmXTYTDCG/#>. Acesso em: 25 out. 2024.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al.* Sustainable Development and Institutionalization of Extension: Impacts of a Virtual Extension Project in Chemistry During COVID-19 . **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 7, p. e6811729616, 2022.

GOLDFELD, M. A Criança Surda: Linguagem e Cognição numa Perspectiva Socio-interativa.

São Paulo: **Plexus**, 1997.

GUEDES, C. T.; CHACON, E. P. Ensino de Química para surdos: uma revisão bibliográfica. **Ensino, saúde e ambiente**, v. 13, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.22409/resa2020.v13i1.a28414>. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/view/28414>. Acesso em: 25 out. 2024.

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

LEITE, B. S. Tecnologias no ensino de química: passado, presente e futuro. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, 2019.

LENARDÃO, E. J. *et al.* "Green chemistry": os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 26, p. 123-129, 2003.

LIMA, M. S.; OLIVEIRA, I. M.; QUEIROZ, S. L. Estudo de caso interrompido na promoção de conhecimento ambiental de graduandos em Química: Resíduos sólidos urbanos em foco. **Química Nova**, v. 44, n. 2, p. 149-159, 2022.

LIMA, P. D. C. *et al.* Libras Tech: Software educacional para o ensino gamificado da informática adaptado a libras. **Anais do Computer on the Beach**, v. 15, p. 051-056, 2024.
MACHADO, Adélio ASC. Dos primeiros aos segundos doze princípios da Química Verde. **Química Nova**, v. 35, p. 1250-1259, 2012.

MAHAFFY, P.. Moving chemistry education into 3D: A tetrahedral metaphor for understanding chemistry. Union Carbide Award for Chemical Education. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 1, p. 49, 2006. <https://doi.org/10.1021/ed083p49>. Disponível: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed083p49>. Acesso em: 25 out. 2024.

MAIA, M. I. S. A importância da história dos surdos para o avanço da educação. **Porto das Letras**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 101-111, 2017. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/portodasletras/article/view/4765>. Acesso em: 25 out. 2024.

MÓNICO, L. *et al.* A Observação Participante enquanto metodologia de investigação qualitativa. **CIAIQ 2017**, v. 3, 2017.

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

MORI, N. R.; SANDER, R. E. História da educação dos surdos no Brasil. **Seminário de Pesquisa do PPE**. Universidade Estadual de Maringá, v. 2, 2015.

NOGUEIRA, E. P.; BARROSO, M. C. S.; SAMPAIO, C. G. A importância da libras: um olhar sobre o ensino de química a surdos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, pág. 49-64, 2018.

ONU, AGENDA 2030. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, 2015. Disponível em: <https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo->

pt-br-2016.pdf, acesso em 19 out 2024

PEREIRA, L. L. S. ; BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C. Aula de química e surdez: sobre interações pedagógicas mediadas pela visão. 2011.

PERLIN, G.; STROBEL, K. História cultural dos surdos: desafio contemporâneo. **Educar em Revista**, p. 17-31, 2014. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.37011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/qR5cDC7tgf5SyMtrSGvSVFC/>. Acesso em: 25 out. 2024.

REZENDE, E. F. Olhares docentes: Um estudo sobre a inclusão das crianças com necessidades educacionais específicas no contexto escolar. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 162–196, 2022.

SANTOS, A. C. S.; PONTES, A. N. Avaliando o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, n. 2019-02, 2019.

SILVA, E. G.; ZANATTA, S. C.; ROYER, M. R. Educação Ambiental no Ensino de Química: Revisão de Práticas Didático-Pedagógicas sobre Pilhas e Baterias no Ensino Médio. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 8, n. 1, p. 56-71, 2022.

SOUZA, P. P. U. **Educação de Surdos no Brasil: uma narrativa histórica**. V CONEDU Congresso Nacional da Educação. Recife, 2018. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD1_S_A3_ID9436_09092018120254.pdf. Acesso em: 25 out. 2024.

STROBEL, K. História da educação de surdos. **Florianópolis: UFSC**, 2009.

TAVARES, M. J. F. **Estudo de Caso e Produção Audiovisual Inclusiva Relacionados aos Princípios da Química Verde**. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba, Paraíba, 2021.

TAVARES, M. J. F. *et al.* A Importância do Ano Internacional das Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável. . **Brazilian Journal of Development** , v. 8, n. 2, pág. 11243-11258, 2022.

VELOZO, M. C. S. *et al.* Creation and Validation of Bilingual Educational Videos about Environmental Education, Green Chemistry and Sustainable Development Goals for Deaf People in Brazil. **International Journal for Innovation Education and Research**, Dhaka, Bangladesh, v. 11, n. 1, p. 46–62, 2023.

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, 2024.

VENTAPANE, A. L S.; SANTOS, P. M. L. Aplicação de princípios de Química Verde em experimentos didáticos: um reagente de baixo custo e ambientalmente seguro para detecção de íons ferro em água. **Química Nova**, [S. l.], v. 43, n. 2, p. 201-205, 2021.

VIVIAN, E. C. P.; LEONEL, A. A. Cultura Surda e Astronomia: investigando as potencialidades dessa articulação para o Ensino de Física. **Revista contexto & educação**, v. 34, n. 107, p. 154-173, 2019.