

Rota Verde: um jogo educativo e potencialmente inclusivo para o ensino de Química Verde para surdos

**Maria Caroline S. Velozo, Júlia Maria S. Ferraz, José Lucas de C. Campos,
Carlos Alberto da Silva Júnior, Niely S. de Souza e Alessandra Marcone T. A. de Figueirêdo**

O Ensino de Química é, em grande medida, desconectado do cotidiano dos estudantes. Temas transversais como a Química Verde (QV) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são essenciais para a construção de uma sociedade mais consciente das questões socioambientais. Assim, é crucial adotar alternativas didáticas que ampliem a contextualização, e o uso de jogos emerge como uma estratégia viável. No entanto, vale destacar a necessidade de incorporar a inclusão educacional nesses instrumentos pedagógicos, especialmente para discentes surdos. Nesse contexto, este trabalho descreve a criação e aplicação do Jogo Rota Verde (JRV), um jogo sobre a QV e o ODS 12 - consumo e produção responsáveis, com tradução em Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). Os resultados demonstraram que o JRV é uma ferramenta valiosa para promover a inclusão no Ensino de Química e se sobressai, em comparação aos demais Jogos Educativos (JE) presentes na literatura, pela acessibilidade para alunos surdos.

► jogos, inclusão, química verde ◀

Recebido em 23/06/2024; aceito em 22/08/2024



Introdução

O Ensino de Química é frequentemente visto como tradicional e distante da realidade dos estudantes. Firme e Amaral (2011) argumentam que a educação deveria ajudar os discentes a conectar conceitos químicos com suas implicações socioambientais. Isso inclui a redução de subprodutos, o consumo responsável e a aplicação segura de substâncias químicas, uma vez que certos produtos podem apresentar riscos significativos para a saúde humana e para o meio ambiente. Portanto, é essencial que a utilização desses produtos seja realizada de maneira a minimizar os perigos associados, garantindo tanto a segurança das pessoas quanto a proteção ambiental.

As questões mencionadas estão intimamente ligadas, por exemplo, aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, que buscam promover um progresso sustentável e inclusivo (ONU, 2015). A sociedade enfrenta desafios como o consumo irresponsável, que aumenta a quantidade de resíduos sólidos, especialmente plásticos, agora presentes até em órgãos humanos (Azevedo e Herbst, 2022). Esse problema motivou a criação do ODS 12, que visa promover consumo e produção responsáveis.

Além disso, há também grande relação com a Química Verde (QV), surgida nos anos 1990, que, com base em 12 princípios, busca tornar os produtos e processos químicos menos nocivos, considerando aspectos técnicos, sociais e ambientais (Anastas e Warner, 2000). No entanto, sua incorporação sistemática na educação ainda é limitada (Vaz *et al.*, 2024). Assim, é crucial desenvolver propostas didáticas que ampliem o ensino da QV (Gaudêncio *et al.*, 2023; Cannon *et al.*, 2024; Velozo *et al.*, 2024).

Nesse sentido, o desenvolvimento de Jogos Educativos (JE) emerge como uma estratégia viável para tornar o ensino das referidas áreas mais atrativo para os estudantes (Leite, 2022; Soares, 2023). O interesse por JE no Ensino de Química está crescendo, como mostram as pesquisas recentes (Carvalho Lima e Messeder Neto, 2021; Pereira e Leite, 2023). No entanto, apesar do potencial pedagógico, a implementação desses jogos enfrenta obstáculos significativos (Rezende e Soares, 2022), com poucos trabalhos no ensino da QV (Martins e Da Silva Júnior, 2024).

Um problema é a falta de inclusão educacional e acessibilidade para estudantes surdos. Historicamente, a educação de surdos foi dominada por métodos oralistas e pela falta de professores proficientes na Língua de Sinais (LS) (Renders



e Oliveira, 2020), o que resultou em exclusão educacional, especialmente em áreas como a Química.

Essa discussão ressalta a importância de uma revisão crítica dos paradigmas educacionais vigentes, bem como o compromisso com a construção de ambientes escolares que valorizem e promovam a diversidade e a inclusão. O investimento em práticas pedagógicas inclusivas amplia o acesso ao conhecimento e enriquece o ensino como um todo, fomentando o desenvolvimento integral dos estudantes, independentemente de suas particularidades (Fernandes e Freitas, 2017).

Diante desse contexto, este trabalho descreve a criação e implementação do Jogo Educativo e Inclusivo “Rota Verde”, que visa engajar estudantes em discussões sobre questões socioambientais. O principal objetivo é promover a inclusão de discentes surdos no Ensino de Química e estimular a reflexão sobre desenvolvimento sustentável, utilizando os conceitos de Química Verde e o ODS 12 - consumo e produção responsáveis.

Ensino de Química e inclusão de surdos

Os indivíduos surdos são historicamente sub-representados nas Ciências Matemáticas e da Natureza, tanto na educação quanto no mercado de trabalho (Lynn *et al.*, 2020). Segundo Smith *et al.* (2016), essa exclusão é causada por barreiras como a escassez de recursos adaptados, comunicação ineficiente e pouca conscientização dos educadores. Esse problema, exacerbado pelo Congresso de Milão de 1880, que proibiu a LS nas escolas, resultou em uma segregação dos surdos e na sub-representação deles na comunidade científica (Strobel, 2009). Entretanto, no que se refere ao processo histórico dos modelos de representação do Ensino de Química, é perceptível uma evolução pedagógica nos últimos anos (Veloza *et al.*, 2022; 2023; Fernandes e Freitas, 2017; Ferraz *et al.*, 2023; Neto *et al.*, 2018).

Neste contexto, a Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT) – ilustrada na Figura 1 – representa uma evolução significativa. Nela, a inclusão é apontada como nível de representação na Educação Química, destacando a importância da acessibilidade no contexto escolar (Da Silva Júnior, 2023).

Dentro dessa perspectiva, a MBT oferece uma estrutura multinível para a compreensão do Ensino de Química. Isso

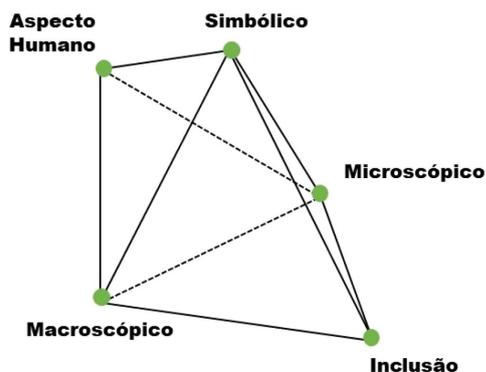


Figura 1: Modelo da Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT).

abre espaço para a criação de estratégias educacionais mais acessíveis, como o uso de JE inclusivos em sala de aula. Destaca-se, assim, a importância do desenvolvimento de jogos que considerem as necessidades e diversidade dos alunos, tornando o aprendizado mais equitativo e envolvente para todos os estudantes.

Os jogos educativos

O uso de Jogos Educativos (JE) em sala de aula é uma prática significativa há décadas, facilitando o processo de ensino e aprendizagem (Da Silva e Soares, 2022; Leite, 2022; Soares, 2023). Segundo Cunha (2012), os JE se popularizaram como recursos didáticos que estimulam o interesse dos alunos e auxiliam na construção cognitiva. Cunha (2012) advoga a utilização do jogo como recurso no Ensino de Química, uma vez que o elemento lúdico possui uma presença social e cultural antiga. Para a autora, no ambiente escolar, essa concepção necessita ser mais explorada por professores e pesquisadores do Ensino de Química. Deus e Soares (2020) destacam que os JE têm uma longa história na educação desde o século XVI, inicialmente usados para ensinar várias disciplinas de forma lúdica e mais envolvente.

Quanto ao Ensino de Química, conforme a pesquisa de Silva e Cavalcanti (2023), o artigo “Química: um Palpite Inteligente”, publicado em 1993, marcou o início das discussões sobre o uso de jogos nessa disciplina no Brasil. Nos anos seguintes, publicações como “Os Fullerenos e a sua Espantosa Geometria Molecular”, de Romeu Rocha Filho, em 1996, e “Ideias em Movimento”, de Nelson Orlando Beltran, em 1997, contribuíram para consolidar essa abordagem.

Além desses exemplos, existem também os Jogos Educativos Digitais (JED), que, embora pouco discutidos na literatura (Figueiredo e Souza, 2021), apresentam muitas vantagens pedagógicas. Os JED tornam as aulas mais dinâmicas e envolventes, minimizando as dificuldades no processo de ensino. Em consonância com Deus e Soares (2020), entende-se que os jogos devem promover liberdade, voluntariedade, autonomia, curiosidade e discussão entre alunos e professor. É essencial incluir também aspectos como diagnóstico, imersão do jogador e o jogo social, com regras explícitas e implícitas.

Apesar das discussões sobre a utilização de JE e suas categorias, há uma lacuna significativa na adaptação ou criação de jogos inclusivos, o que pode excluir e marginalizar alguns estudantes, privando-os de oportunidades educacionais equitativas (Souza *et al.*, 2022). De acordo com Veloza *et al.* (2022; 2023), o desenvolvimento de materiais adaptados em LIBRAS contribui significativamente para a valorização da acessibilidade linguística. Os autores explicam que os JE se caracterizam como uma poderosa ferramenta no processo de ensino e aprendizagem de estudantes surdos e ouvintes, tornando o Ensino da Química mais dinâmico e diversificado. É crucial analisar criticamente essa questão e buscar maneiras de tornar os JE acessíveis a todos, considerando a

diversidade dos alunos no sistema educacional brasileiro. A falta de inclusão pode perpetuar desigualdades e criar barreiras à participação plena de todos, contrariando o direito universal à educação.

Metodologia

Tipo de pesquisa e universo da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma metodologia qualitativa de natureza participante, ao considerar a existência de uma conexão indissociável entre a realidade objetiva e a experiência subjetiva de cada indivíduo, a qual não pode ser explicada por técnicas e métodos estatísticos (Moresi, 2003). Nesse contexto, a abordagem participante propõe uma interação colaborativa entre o observador e a situação observada (Zanella, 2011).

O estudo foi conduzido em uma turma inclusiva do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública da região Nordeste do Brasil, composta por 36 (trinta e seis) estudantes, sendo 33 (trinta e três) ouvintes e 3 (três) alunas surdas. Essa turma se destaca pelo foco na questão ambiental no processo de formação técnica dos discentes.

A equipe pesquisadora foi formada por 3 (três) professores de Química, sendo um deles, intérprete e especialista em Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), com bacharelado em Letras/LIBRAS. Além disso, o grupo contou com a participação de 2 (duas) licenciadas em Química e de 1 (um) instrutor surdo, que também é estudante do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal da Paraíba (IFPB), campus João Pessoa.

O presente trabalho é um recorte de um projeto mais abrangente sobre a Química Verde e o ODS 12 com ênfase na Educação Inclusiva para surdos, que foi estruturado em quatro partes: uma aula teórica de situação-problema, uma aula experimental, um jogo educativo e a produção de um vídeo educativo bilíngue. Neste recorte, será apresentada a construção e a execução do jogo educativo. O projeto foi submetido, apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), conforme regulamenta a Resolução nº

466 de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde - CNS (Brasil, 2012).

Sobre o Jogo Rota Verde (JRV)

O “Rota Verde” se caracteriza como um jogo de tabuleiro virtual sobre a QV e o ODS 12, com tradução em LIBRAS. A sua construção foi realizada por meio da utilização do PowerPoint, um software amplamente empregado para o desenvolvimento de ferramentas educativas (Veloza *et al.*, 2022; Ferraz *et al.*, 2023). Desse modo, as funções do programa foram adaptadas para funcionar como um instrumento lúdico.

Com o objetivo de tornar a experiência mais acessível para discentes surdos, o diferencial do JRV em relação aos jogos de tabuleiro impressos foi a possibilidade de inserção de tradução simultânea em LIBRAS. De acordo com Souza e Timóteo Júnior (2016), é um direito dos estudantes surdos que se comunicam por meio da Língua de Sinais, mesmo daqueles

que conhecem a Língua Portuguesa, o uso de materiais didáticos bilíngues.

Essa demanda está fundamentada em legislações importantes, como a Lei nº. 10.436 (Brasil, 2002), o Decreto nº 5.626 (Brasil, 2005) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação - LDB (Brasil, 1996). Assim, para atender a essa necessidade, optou-se por tornar o JRV virtual. Para isso, a plataforma PowerPoint foi escolhida devido às suas múltiplas funcionalidades, que, além de facilitar a construção do jogo, também permitiu a integração das referidas traduções.

Nesse contexto, foi desenvolvida a interface do tabuleiro virtual (Figura 2), assim como outros elementos para compor sua estrutura: a) percurso de casas numeradas de 1 a 34 e uma linha de chegada; b) cartas representativas contendo perguntas; c) estrelas simbolizando ações do jogo; d) dois pinos, um azul e outro verde; e) dois botões que representam os pinos, um de cor azul e outro de cor verde, conforme ilustrados na Figura 3.

Subsequentemente, foram desenvolvidas as perguntas e ações do jogo, que em seguida foram enviadas para o integrante surdo da equipe de pesquisa realizar a tradução em

O estudo foi conduzido em uma turma inclusiva do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública da região Nordeste do Brasil, composta por 36 (trinta e seis) estudantes, sendo 33 (trinta e três) ouvintes e 3 (três) alunas surdas. Essa turma se destaca pelo foco na questão ambiental no processo de formação técnica dos discentes.

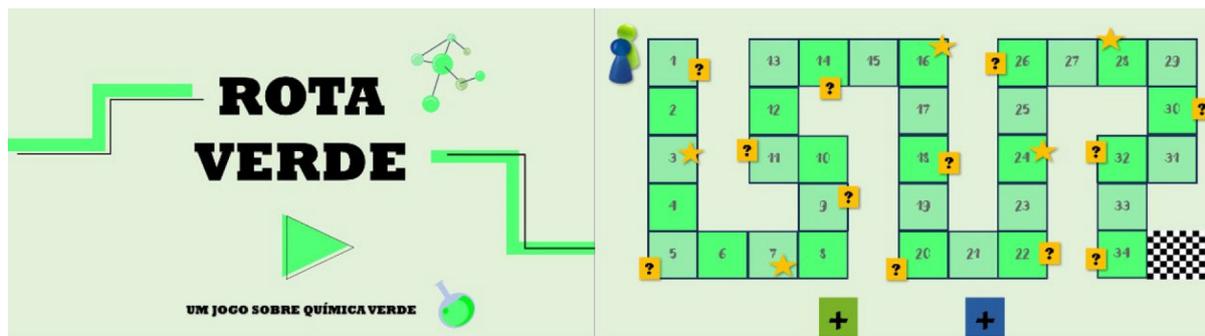


Figura 2: À esquerda, a primeira página do JRV, à direita, a segunda página. Fonte: autoria própria.

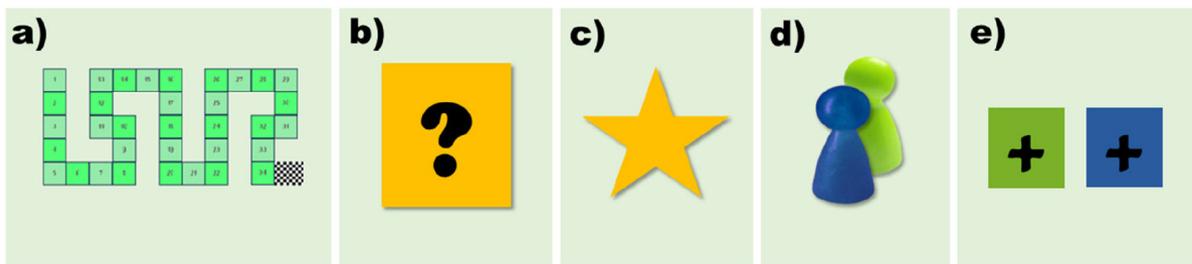


Figura 3: Elementos presentes no jogo. Fonte: autoria própria.

LIBRAS. Vale frisar que o docente da equipe de pesquisa com formação em Licenciatura em Química e que também é Tradutor Intérprete de Língua de Sinais (TILS) com bacharelado em Letras/LIBRAS agiu como um mediador cultural para a compreensão de alguns detalhes do texto base em português, além de ter colaborado na busca por termos químicos pré-publicados em LS (Pereira e Freitas-Reis, 2023). O instrutor surdo concluinte em Licenciatura em Química, por sua vez, propôs as escolhas fonológicas e morfológicas para o texto em LIBRAS no material didático bilíngue em desenvolvimento, bem como a técnica de adição de informação com associação de significados e correlação imagética (Albres, *et al.*, 2022) nos enunciados do jogo gravados em vídeo pelo mesmo instrutor nativo (Albres *et al.*, 2018) que, nesse caso, também atuou como coautor e tradutor do novo texto didático multimodal, seguindo preceitos dos Estudos Surdos.

Após esse processo, foram adicionados recursos do *PowerPoint* para garantir a interatividade e o uso de características próprias dos jogos de tabuleiro, como a adição de casas de obstáculos com perguntas e cartas de ação que continham reflexões sobre o tema de QV e consequências.

Junto a esses recursos, também foram incluídos os vídeos em LIBRAS (Figuras 4 e 5).

No que diz respeito à implementação do jogo, o objetivo principal do JRV é o de permitir que os jogadores avancem por um tabuleiro virtual até a linha de chegada, sendo considerado vencedor aquele que alcance a meta primeiro. A execução do jogo requer um computador e uma tela de projeção, como um projetor de *slides*. Durante a aplicação, é essencial que haja uma pessoa para controlar os movimentos dos pinos e acionar as cartas de perguntas e de ação.

Inicialmente, a turma deve ser dividida em dois grupos: um representado pelo pino azul e o outro pelo pino verde. Com o auxílio de um dado de seis lados, cada grupo, um por vez, arremessa o dado. O grupo que alcançar o maior número terá o direito de iniciar a partida. Vale salientar que a configuração das equipes pode ser ajustada de acordo com as preferências do criador do jogo, permitindo a adição de mais equipes por meio da inclusão de pinos e botões de movimento.

Além disso, conforme descrito anteriormente, o JRV incorpora obstáculos, perguntas abertas e cartas de ação. As perguntas, que exigem respostas detalhadas, são avaliadas

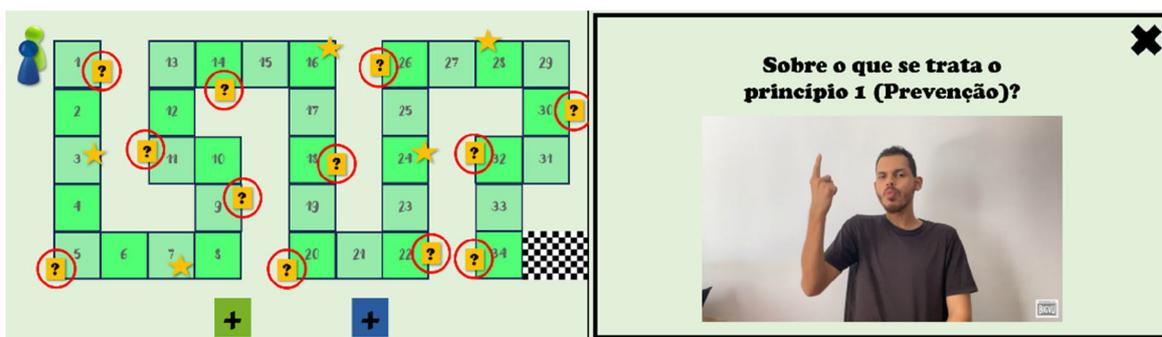


Figura 4: À esquerda, cartas (circuladas em vermelho); à direita, exemplo de pergunta. Fonte: autoria própria.

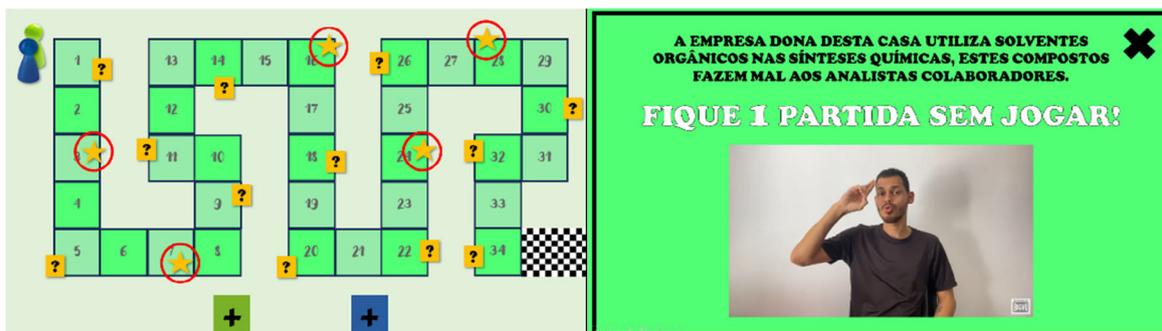


Figura 5: À esquerda, cartas de ação (circuladas em vermelho); à direita, exemplo da ação. Fonte: autoria própria.

pela equipe de pesquisa. Se um grupo errar a resposta, a outra equipe tem a oportunidade de tentar responder à questão. Caso obtenham a resposta correta, essa equipe ganha o direito de jogar novamente. Ademais, as cartas de ação, representadas por estrelas, podem resultar em consequências tanto positivas quanto negativas, como avançar uma casa ou perder uma rodada, dependendo da sorte dos jogadores.

Organização didática e instrumentos para levantamento de dados

O levantamento dos dados obtidos na pesquisa foi realizado em três etapas: (I) Aplicação do Instrumento de Sondagem Bilíngue (ISB); (II) Aplicação do Jogo Educativo e Inclusivo “Rota Verde”; (III) Aplicação do Instrumento Final Bilíngue (IFB).

Na primeira etapa foi feita a aplicação do ISB, uma ferramenta utilizada para sondar as percepções iniciais dos estudantes. O questionário foi desenvolvido por meio da plataforma *Google Forms* e foi projetado para atender às necessidades específicas da turma, uma vez que se trata de um instrumento bilíngue. A tradução para LIBRAS foi realizada por um instrutor surdo, com a mediação de um Tradutor e Intérprete de LIBRAS, bacharel em Letras-LIBRAS, conferindo validade ao ISB, uma vez que foi desenvolvido em conjunto com uma pessoa nativa na LS. O ISB foi constituído por 3 (três) perguntas: I. O que é inclusão para você?; II. Quais vivências em educação inclusiva você já teve?; III. Você já viu algum material didático da Química Verde e do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12, em LIBRAS? Se sim, exemplifique. O questionário recebeu o total de 25 (vinte e cinco) respostas.

Na segunda etapa da investigação, foi realizada a execução do JRV em sala de aula. Nessa fase, a avaliação ocorreu de maneira qualitativa, empregando a observação participante como método. Dessa forma, a aplicação do jogo foi conduzida por meio de um computador e um projetor de slides, visto que o JRV é uma ferramenta digital.

No último momento da ação, foi disponibilizado para a turma o IFB que, assim como o ISB, foi desenvolvido no formato bilíngue por intermédio da plataforma *Google Forms*. O diferencial dessa ferramenta é que ela foi concebida com o intuito de avaliar as percepções dos participantes após a aplicação do jogo. O questionário recebeu o total de 25 (vinte e cinco) respostas e era constituído por 3 (três) perguntas: I) Você gostaria que as aulas de Química tivessem esse tipo de metodologia? Por quê?; II) Em uma escala de satisfação, como você avalia o Jogo Educativo “Rota Verde” como uma metodologia para aplicação no ensino de Química?; III) O jogo “Rota Verde” aumentou sua compreensão do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 e da Química Verde? Justifique sua resposta.

Resultados e discussão

Etapa I: aplicação do Instrumento de Sondagem Bilíngue (ISB)

A primeira questão do ISB explorou as percepções dos participantes sobre a inclusão. As respostas indicaram que ela é vista como a garantia de acesso e oportunidades de aprendizagem para todos, necessitando adaptações nos processos pedagógicos para atender às necessidades individuais. Por exemplo, um discente afirmou: “*Inclusão é quando todos têm a mesma oportunidade de aprender e estão aprendendo juntos, incluindo os outros.*” Esse entendimento é apoiado

por Neto *et al.* (2018), que afirmam que a educação inclusiva implica mudanças nos valores da educação tradicional e a criação de novas políticas.

Posteriormente, quando questionados sobre as vivências em educação inclusiva que já haviam experimentado, a maioria dos estudantes relatou que essa experiência estava limitada às interações em sala de aula com suas colegas surdas. O relato de um estudante ilustra tal constatação: “*Somente na sala de aula, com os intérpretes,*

professores e as meninas surdas”.

A escola é um lugar de aprendizado. No entanto, a aprendizagem vai além da aquisição de conhecimentos científicos. O ambiente escolar é, sobretudo, um dos principais espaços de socialização. Tal afirmação é respaldada por Crema (2020), que defende a escola como espaço de humanização, suscetível à (re)construção do pensamento dos aprendizes rumo a uma sociedade mais inclusiva.

Nesse sentido, embora o contato dos estudantes com a inclusão esteja restrito às interações com colegas surdas, isso já representa uma valiosa oportunidade de se envolver com a Comunidade Surda (CS) e a LIBRAS. Um estudo conduzido por Müller e Kist (2020) evidenciou que práticas como essa possibilitam aos estudantes aprender a LS e conhecer indivíduos surdos, o que valoriza e fortalece a história e a cultura do povo surdo.

No último questionamento do ISB, foi identificado que, apesar de se tratar de uma turma inclusiva em formação técnica da área ambiental, todos os 25 (vinte e cinco) participantes da pesquisa afirmaram nunca ter tido acesso a materiais didáticos em LIBRAS relacionados à QV e o ODS 12. A QV e os ODS abordam aspectos ambientais urgentes que devem ser discutidos em sala de aula (Ventapane e Santos, 2021; Da Silva Júnior *et al.*, 2024). Nesse sentido, a ausência de contextualização entre os conceitos químicos e as questões socioambientais apresenta um desafio problemático no cenário educacional atual.

Etapa II: aplicação do jogo Rota Verde

Nessa etapa ocorreu a aplicação do jogo “Rota Verde”.

A tradução em LIBRAS das perguntas do jogo contribuiu efetivamente para a inclusão das estudantes surdas na atividade. Elas validaram o material em LS e sentiram-se representadas, uma vez que as traduções foram feitas por uma pessoa surda, garantindo uma tradução de qualidade. A inclusão incentiva a participação ativa de todos, promovendo representatividade e rompendo estereótipos ao promover uma cultura de diversidade e respeito (Campos *et al.*, 2023)

Assim, seguindo as regras previamente estabelecidas, e com o objetivo de criar um ambiente competitivo, saudável e dinâmico, a turma foi dividida em dois grupos, um representado pelo pino de cor verde e o outro pelo pino de cor azul. Segundo Hermanns e Keller (2022), a competição pode influenciar positivamente na aprendizagem e na participação dos discentes. Para controlar o andamento do jogo, foi utilizado um dado de seis lados, alternando entre os grupos.

Ao se depararem com a projeção do jogo, os discentes demonstraram grande animação com a jogabilidade e a interatividade do tabuleiro virtual. Essa empolgação provavelmente ocorreu pelo fato de que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) fazem parte da realidade discente (Leite, 2022). Conforme define a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é necessário implementar a cultura digital dentro da sala de aula, uma vez que seu potencial na promoção de atividades educativas é amplamente reconhecido (Brasil, 2019). Assim, a tecnologia possibilita o desenvolvimento de jogos digitais que permitem ao docente inovar em seu processo de ensino. Na Figura 6, observa-se os registros da ação.

Um dos aspectos positivos da atividade lúdica foi o constante interesse e curiosidade dos discentes. Atividades como essas podem fomentar a interação entre os alunos (Hobsteter *et al.*, 2022). Além disso, os discentes não encontraram dificuldades em seguir as regras estabelecidas inicialmente, o que confirma o pensamento de Benedetti Filho *et al.* (2020, p. 41) que explicam que “uma característica importante da atividade lúdica é a facilidade na explicação das regras e do andamento do jogo”.

Vale salientar que, por meio da mediação dos Tradutores Intérpretes da Língua de Sinais (TILS), as alunas surdas puderam contribuir junto aos colegas com seus conhecimentos e considerações. A LIBRAS, considerada um dos artefatos culturais da CS, é parte integrante e indissociável dessa comunidade (Veloza *et al.*, 2024). Assim, a presença dos TILS valoriza a experiência visual dos surdos.

A tradução em LIBRAS das perguntas do jogo contribuiu efetivamente para a inclusão das estudantes surdas na atividade. Elas validaram o material em LS e sentiram-se representadas, uma vez que as traduções foram feitas por uma pessoa surda, garantindo uma tradução de qualidade. A inclusão incentiva a participação ativa de todos, promovendo representatividade e rompendo estereótipos ao promover uma cultura de diversidade e respeito (Campos *et al.*, 2023). Nesse contexto, o JRV é uma ferramenta valiosa para promover a inclusão no Ensino de Química.

Etapa III: aplicação do Instrumento Final Bilíngue (IFB)

A primeira pergunta do IFB questionava se os estudantes tinham interesse em que as aulas de Química fossem conduzidas com a abordagem metodológica lúdica, além das razões que motivaram essa preferência. As respostas dos discentes demonstraram que a utilização de jogos é bem recebida e considerada eficaz no estudo da Química, principalmente como facilitadores do processo de aprendizagem, como ilustrou um discente “*Sim, pois a aula se torna mais dinâmica e conseqüentemente se torna mais fácil de aprender/entender o assunto*”. De maneira dinâmica e prazerosa, a ludicidade é capaz de restabelecer significado aos conceitos científicos estudados,

que muitas vezes se distanciam da realidade dos alunos devido a abordagens tradicionais de ensino (Gama e Alves, 2022).

Conforme destacado por Leite e Soares (2020), o Ensino de Química descontextualizado pode, em muitas ocasiões, limitar a capacidade crítica dos estudantes. Essa constatação se reflete na resposta de um dos estudantes “*Sim, uma metodologia assim seria valiosa, pois tornaria a química mais aplicável e relevante ao mundo real*”. O discente enfatizou a importância da discussão sobre sustentabilidade e problemáticas ambientais vigentes. Além disso, ao mencionar a expressão “mundo real”, o estudante sugere que o Ensino de Química tem sido ministrado de forma desconectada da experiência vivida pelos alunos.

Ao se depararem com a projeção do jogo, os discentes demonstraram grande animação com a jogabilidade e a interatividade do tabuleiro virtual. Essa empolgação provavelmente ocorreu pelo fato de que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) fazem parte da realidade discente (Leite, 2022).



Figura 6: Aplicação do jogo inclusivo Rota Verde. Fonte: autoria própria.

As estratégias educacionais alinhadas à QV e aos ODS possibilitam a compreensão das implicações das Ciências no contexto social e ambiental. Segundo Branco *et al.* (2018), a Educação Ambiental (EA) integra-se aos mais importantes documentos norteadores da Educação Básica. Portanto, é de extrema importância que a implementação desses temas transversais se concretize no Ensino de Ciências.

Quanto à segunda pergunta do IFB, observou-se que 96% dos discentes estavam satisfeitos, enquanto 4% relataram estar parcialmente satisfeitos com a aplicação do jogo. Nenhum discente afirmou estar insatisfeito. Diante dos dados obtidos, foi possível analisar que os discentes foram favoráveis à utilização do JRV como metodologia de aplicação no Ensino da Química.

Um estudo realizado por Martins e Cavalcanti (2023) apontou um crescimento significativo em pesquisas sobre o uso da ludicidade no Ensino da Química, evidenciando a eficácia comprovada da utilização de jogos e outras atividades lúdicas. Esse crescimento se justifica pela capacidade desses recursos de tornar o aprendizado mais engajador e eficaz. Além disso, é fundamental destacar que a aplicação de jogos também se estende à Educação Inclusiva. O JRV, por exemplo, é valorizado por sua acessibilidade para a CS, atendendo às necessidades específicas dos alunos.

Por fim, quanto à última pergunta do IFB, os resultados demonstram uma recepção positiva dos discentes, que informaram que o jogo facilitou a compreensão dos conteúdos trabalhados de uma forma dinâmica e descontraída. Por exemplo, um discente informou que “*Sim, pois foi uma maneira mais divertida de se aprender, explorando ambos os assuntos de uma forma descontraída e fácil*”.

Os conteúdos de QV e dos ODS são essenciais para a formação técnica dos alunos, especialmente para uma turma composta por discentes da área ambiental. Conforme afirmam Tavares *et al.* (2022), os ODS são princípios fundamentais para alcançar uma plenitude social. Da mesma forma, a QV é uma área multidisciplinar que busca a redução ou eliminação do uso e da geração de substâncias nocivas ao meio ambiente e à saúde humana (Da Silva Júnior *et al.*, 2022). Portanto, é crucial que esses temas sejam integrados ao currículo escolar, promovendo uma educação mais consciente e alinhada com as demandas atuais de sustentabilidade.

A partir da utilização do JRV, os estudantes tiveram acesso às temáticas da QV e do ODS 12, conseguindo obter uma compreensão conceitual de uma forma descontraída e envolvente. Atividades lúdicas têm o potencial de proporcionar prazer aos estudantes, ao mesmo tempo em que

promovem a compreensão de conceitos científicos (Gama e Alves, 2021), o que demonstra o equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa dos jogos. Nesse contexto, em comparação aos dados anteriores, nos quais os discentes informaram nunca terem visto materiais didáticos adaptados em LIBRAS com esses temas transversais, a utilização do jogo cumpriu o objetivo de trazer uma perspectiva inclusiva, lúdica e contextualizada para a sala de aula.

Conclusão

O jogo “Rota Verde” destaca-se, em comparação aos demais jogos educativos presentes na literatura, pelo diferencial relativo à acessibilidade de estudantes surdos. Este material pode ser considerado uma iniciativa inovadora para tornar o processo de Ensino de Química mais didático e, acima de tudo, inclusivo para os discentes. Os resultados deste estudo confirmam o impacto positivo de abordagens lúdicas no ensino inclusivo da Química Verde.

Portanto, este trabalho evidencia a necessidade de explorar mais profundamente temas como Química Verde e os ODS no contexto escolar, além de desenvolver jogos educativos potencialmente inclusivos, especialmente para surdos. Assim, espera-se que os resultados obtidos com a aplicação do jogo “Rota Verde” fundamentem novas pesquisas com objetivos semelhantes.

Maria Caroline S. Velozo (maria.velozo@academico.ifpb.edu.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus João Pessoa-PB. **Júlia Maria S. Ferraz** (julia.ferraz@academico.ifpb.edu.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus João Pessoa-PB. **José Lucas de C. Campos** (jose.campos@academico.ifpb.edu.br) é licenciando em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus João Pessoa-PB. **Carlos Alberto da Silva Júnior** (carlos.alberto@ifpb.edu.br) é licenciado em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus João Pessoa-PB. Possui mestrado em Química Analítica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e doutorado pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Sousa-PB. **Niely S. de Souza** (niely@ifpb.edu.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) e bacharel em Letras LIBRAS MEC/UFSC/IFRN. Possui especialização em LIBRAS e Educação. Atualmente é professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Cabedelo-PB. **Alessandra Marcione T. A. de Figueirêdo** (alessandratavaresfigueiredo@ifpb.edu.br) é licenciada em Química, bacharel em Química e em Química Industrial, mestrado e doutorado em Química pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Atualmente é professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus João Pessoa-PB.

Referências

ALBRES, N. A.; OLIVEIRA, M. S. e SOARES, D. R. Educação de surdos e a tradução de materiais pedagógicos: temas de formação para TILS. *Revista Forum*, v. 1, p. 139-157, 2018.

ALBRES, N. A.; TERRAZAS, C. M. L.; SILVA, E. A. O. e SANTIAGO, V. A. A. A tradução de termos técnico-científicos do campo dos estudos da tradução para a Libras em processo

de ensino-aprendizagem. *PERcursos Linguísticos*, v. 12, p. 104–126, 2022.

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

AZEVEDO, A. S. F. e HERBST, M. H. Está chovendo microplásticos! E agora? *Química Nova na Escola*, v. 44, p. 239-247, 2022.

BENEDETTI FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M.; BENEDETTI,

L. P. S. Um jogo didático para revisão de conceitos químicos e normas de segurança em laboratórios de Química. *Química Nova na Escola*, v. 42, p. 37-44, 2020.

BRANCO, E. P.; ROYER, M. R. e GODOI BRANCO, A. B. A abordagem da Educação Ambiental nos PCNs, nas DCNs e na BNCC. *Nuances: Estudos sobre Educação*, v. 29, p.185-203, 2018.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2019. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>, acesso em jun. 2024.

BRASIL. *Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005*. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 dez. 2005. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm, acesso em ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei nº 9.394/96. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm, acesso em ago. 2024.

BRASIL. *Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002*. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 abr. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110436.htm, acesso em ago. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. *Resolução n.º 466 de 12 de dezembro de 2012*. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/resolucoes/2012/resolucao-no-466.pdf/view>, acesso em jun. 2024.

CAMPOS, J. L. C.; SILVA JÚNIOR, C. A.; VELOZO, M. C. S.; FERRAZ, J. M. S.; AMARAL, F. R. D. C. A.; SOUZA, N. S. e DE FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. A identidade do surdo como pesquisador e a relação da Metáfora da Bipirâmide Triangular no Ensino da Química. In: Santos, R. e Oliveira, M. A. S. (Org.) *Ensino e aprendizagem na era digital: novas abordagens e desafios para a educação*. Fortaleza: Editora Integrar, 2023.

CANNON, A. S.; WARNER, J. C.; VIDAL, J. L.; O'NEIL, N. J.; NYANSA, M. M.; OBHI, N. K. e MOIR, J. W. A promise to a sustainable future: 10 years of the Green Chemistry Commitment at Beyond Benign. *Green Chemistry*, v. 26, p. 6983-6993, 2024.

CARVALHO LIMA, L. R. F. e MESSEDER NETO, H. S. M. O debate conceitual do jogo no ensino de química/ciências: nem todos os “is” têm pingo. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, v. 5, p.182-194, 2021.

CREMA, E. C. A escola como espaço de mediação do conhecimento e humanização. *Fronteiras: Revista de História*, v. 22, p. 67-85, 2020.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: contribuições teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, v. 34, p. 92-98, 2012.

DA SILVA, C. S. e SOARES, M. H. F. B. Jogos na Educação em Química: uma pesquisa bibliográfica em um periódico científico brasileiro entre 1995 e 2021. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 17, p. 1-14, 2022.

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, p. 10567-10578, 2023.

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; JESUS, D. P. e 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.

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; GIROTTO JÚNIOR, G.; MORAIS, C. e JESUS, D. P. D. Green chemistry for all: three principles of Inclusive Green and Sustainable Chemistry Education. *Pure and Applied Chemistry*, 2024. No prelo.

DEUS, T. C. e SOARES, M. H. F. B. As funções do Jogo Pedagógico no Ensino de Química. In: Anais da 43ª Reunião Anual virtual da SBQ, 2020, *Online*. Disponível em: <https://proceedings.science/rasbq-2020/trabalhos/as-funcoes-do-jogo-pedagogico-no-ensino-de-quimica?lang=pt-br>, acesso em jun. 2024.

FERNANDES, J. M. e FREITAS, I. R. Estratégia didática inclusiva a alunos surdos para o ensino dos conceitos de balanceamento de equações químicas e de estequiometria para o Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, v. 39, p. 186-194, 2017.

FERRAZ, J. M. S.; DE LIMA, L. K.; VELOZO, M. C. S.; MIRANDA, A. X. e DE FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. CinesQuím inclusivo: uma estratégia para um ensino de química acessível. *Revista INTER EDUCA*, v. 5, n. 2, p. 147-161, 2023.

FERRAZ, J. M. S.; VELOZO, M. C. S.; TAVARES, M. J. F.; DE SOUZA, N. S.; DA SILVA JÚNIOR, C. A. e DE FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. Sustainable experimentation in Chemistry Teaching: Batch Adsorption Technique with activated carbon from the endocarp of coconut in water treatment. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 17, p. e204111738786-e204111738786, 2022.

FIGUEIREDO, M. C. e SOUZA, A. R. Jogo Digital e o conceito de aleatoriedade: aplicação e potencialidades para o ensino e a aprendizagem. *Química Nova na Escola*, v. 43, p. 278-286, 2021.

FIRME, R. N. e AMARAL, E. M. R. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 17, p. 383-399, 2011.

GAMA, B. M. e ALVES, A. A. R. Reelaboração de um jogo: recurso didático como facilitador do processo de ensino e de aprendizagem no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 44, p. 17-25, 2022.

GAUDÊNCIO, J. S.; SILVEIRA, R. M.; PINHEIRO, N. A. e MIQUELIN, A. F. Teorias de aprendizagem no ensino de Química: uma revisão de literatura a partir de artigos da revista *Química Nova na Escola (QNEsc)*. *Química Nova na Escola*, v. 45, n. 2, p. 1-3, 2023.

HERMANN, J. e KELLER, D. The development, use, and evaluation of digital games and quizzes in an introductory course on Organic Chemistry for preservice Chemistry teachers. *Journal of Chemical Education*, v. 99, p. 1715-1724, 2022.

HOBSTETER, A. W.; STABILE, S.; MASCARO, E. e SILBESTRI, G. F. Activities carried out in the basic Organic Chemistry virtual course for first-year Agronomic Engineering students: quick question/answer games using available applications. *Journal of Chemical Education*, v. 100, n. 2, p. 969-973, 2022.

LEITE, B. S. *Tecnologias digitais na educação: da formação à aplicação*. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

LEITE, M. A. S. e SOARES, M. H. F. B. Jogo pedagógico para o ensino de Termoquímica em turmas de educação de jovens e adultos. *Química Nova na Escola*, v. 43, p. 227-236, 2020.

- LYNN, M. A.; TEMPLETON, D. C.; ROSS, A. D.; GEHRET, A. U.; BIDA, M.; SANGER, T. J. e PAGANO, T. Successes and challenges in teaching chemistry to deaf and hard-of-hearing students in the time of covid-19. *Journal of Chemical Education*, v. 97, n. 9, p. 3322-3326, 2020.
- MARTINS, M. S. P. e CAVALCANTI, H. L. B. Supernova: um jogo didático que aborda a tabela periódica e os elementos químicos utilizando a astronomia. *Química Nova na Escola*, v. 45, p. 187-194, 2023.
- MARTINS, J. M. e DA SILVA JÚNIOR, C. A. Gamification in Green and Sustainable Chemistry Education - a brief review. In: VI Congresso Online Nacional de Química, 2024. Anais eletrônicos [...]. Disponível em: <https://doi.org/10.54265/XEPG2810>, acesso em ago. 2024.
- MORESI, E. *Metodologia da pesquisa*. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003.
- MÜLLER, J. I. e KIST, K. Língua Brasileira de Sinais e cultura surda: práticas inclusivas em um Instituto Federal. *LínguaTec*, v. 5, p. 62-74, 2020.
- 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 jun. 2024.
- PEREIRA, J. A. e LEITE, B. S. Gamificação no ensino de Química: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia*, v. 14, p. 57-78, 2023.
- PEREIRA, K. L. e FREITAS-REIS, I. Discursos sobre o papel do tradutor-intérprete educacional de Libras/Português. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v. 29, p.439-456, 2023.
- RENDERS, E. C. C. e OLIVEIRA, A. C. Os desafios da abordagem bilíngue no espaço/tempo escolar: mediações signíficas acessíveis para surdos. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, v. 13, p. 6, 2020.
- REZENDE, F. A. M e SOARES, M. H. F. B. Análise de elementos corruptivos dos jogos educativos publicados na QNESC (2012-2021) na perspectiva de Caillois. *Química Nova na Escola*, v. 20, p. 439-451, 2022.
- SILVA, C. S. e CAVALCANTI, E. L. D. Autores clássicos e contemporâneos do lúdico: aspectos teóricos e epistemológicos e suas contribuições para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 46, n. 1, p. 41-59, 2024.
- SILVA NETO, A. O.; ÁVILA, É. G.; SALE, T. R. R.; AMORIM, S. S.; NUNES, A. K. e SANTOS, V. M. Educação inclusiva: uma escola para todos. *Revista Educação Especial*, v. 31, n. 60, p. 81-92, 2018.
- SMITH, S. B.; ROSS, A. D.; PAGANO, T. Chemical and biological research with deaf and hard-of-hearing students and professionals: ensuring a safe and successful laboratory environment. *Journal of Chemical Health and Safety*, v. 23, p. 24-31, 2016.
- SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química*. 2ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2023.
- SOUZA, A. L. S. e TIMÓTEO JÚNIOR, J. O uso de tecnologias (TIC) na produção de material didático bilíngue Libras/Português na Universidade Federal de Viçosa. In: *Revista Fórum*, p. 80-94, 2016.
- SOUZA, N. S.; DE FIGUEIRÊDO, A. M. T. A.; DA SILVA JÚNIOR, C. A.; FERRAZ, J. M. S. e TAVARES, M. J. F. Inclusive teaching in organic chemistry: a visual approach in the time of covid-19 for deaf students. *International Journal for Innovation Education and Research*, v. 10, p. 290-306, 2022.
- STROBEL, K. *História da educação de surdos*. Florianópolis: UFSC, 2009.
- TAVARES, M. J. F.; FERRAZ, J. M. S.; DA SILVA JÚNIOR, C. A.; DE SOUZA, N. S. e DE FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. A importância do Ano Internacional das Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável / The Importance of the International Year of Basic Sciences for Sustainable Development. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 2, p. 11243-11258, 2022.
- VAZ, C. R. S.; GIROTTO JÚNIOR, G. e PASTRE, J. C. A adoção da Química Verde no Ensino Superior brasileiro. *Química Nova*, v. 47, p. 1-10, 2024.
- VELOZO, M. C. S.; FERRAZ, J. M. S.; TAVARES, M. J. F.; DE SOUZA, N. S.; DE FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. e DA SILVA JÚNIOR, C. A. Ensino inclusivo de Química e Educação Ambiental: a utilização do lúdico para a inclusão de alunos surdos. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 17, p. e91111738626-e91111738626, 2022.
- VELOZO, M. C. S.; FERRAZ, J. M. S.; TAVARES, M. J. F.; DE SOUZA, N. S.; DA SILVA JÚNIOR, C. A. e DE FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. Ensino inclusivo de Química: uso da metodologia de ensino bilíngue na valorização dos artefatos culturais da comunidade surda. *Revista Inter Educa*, v. 5, n. 3, p. 187-201, 2023.
- VELOZO, M. C. S.; FERRAZ, J. M. S.; CAMPOS, J. L. C.; DE SOUZA, N. S.; DA SILVA JÚNIOR, C. A. e DE FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. 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, 2024.
- VENTAPANE, A. L. S. e 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 na Escola*, v. 43, p. 201-205, 2021.
- ZANELLA, L. C. H. *Metodologia da pesquisa*. Florianópolis: SEAD/UFSC, 2011.

Abstract: *Green Route: an educational and potentially inclusive game for teaching Green Chemistry to deaf students.* The teaching of Chemistry is largely disconnected from students' daily lives. Intersectional themes such as Green Chemistry (GC) and the Sustainable Development Goals (SDGs) are essential for building a society more aware of socio-environmental issues. Thus, it is crucial to adopt didactic alternatives to enhance contextualization, and the use of games emerges as a viable strategy. However, it is worth highlighting the need to incorporate educational inclusion in these pedagogical tools, especially for deaf students. In this context, this work aims to describe the process of creation and test of the Green Route Game (GRG), which is a digital game about GC and SDG #12 (responsible consumption and production), with translation into Brazilian Sign Language (BSL). The results demonstrated that the GRG is a valuable tool for promoting inclusion in Chemistry Education and stands out compared to other Educational Games (EG) in the literature for its accessibility to deaf students.

Keywords: games, inclusion, green chemistry