ODS 12 E PEGADA ECOLÓGICA: PROMOVENDO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA

Pedro Henrique de Souza Semeão[1]
Viviane Gomes Pereira Ribeiro [2]

RESUMO

O ODS-12, integrante da Agenda 2030 da ONU para o desenvolvimento sustentável global, destaca a importância de avaliar a pegada ecológica como parâmetro do impacto humano no meio ambiente. Diante dos padrões de consumo da sociedade e da crise climática atual, torna-se urgente incentivar atitudes mais sustentáveis dentro da escola. Assim, o presente trabalho teve por objetivo promover a conscientização da pegada ecológica por meio de uma sequência didática (SD) direcionada às aulas de química no ensino médio. A metodologia da SD foi dividida em três etapas principais: (1) Aula expositiva; (2) Dinâmica do balão - *"descobrindo sua pegada no mundo"*; (3) Atividade com o triângulo de Johnstone. A aplicação desta proposta foi realizada em uma turma de 3° ano do ensino médio de uma escola pública localizada em Redenção-CE, contendo 27 alunos. Os resultados demonstraram que o estilo de vida dos estudantes, em sua maioria, está dentro de um padrão ambientalmente incorreto e insustentável para o planeta. Além disso, os resultados da SD mostraram uma mudança positiva na percepção dos alunos sobre suas responsabilidades ambientais. Assim, pode-se dizer que a atividade despertou o interesse dos discentes em aprender mais sobre sustentabilidade e conduziu a uma maior conscientização ambiental.

Palavras-chave: Ensino de Química. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Pegada Ecológica. Educação ambiental.

1 INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo enfrenta transformações aceleradas, marcadas por desafios ambientais significativos, como desmatamento, poluição e mudanças climáticas. Esses problemas acarretam impactos profundos no meio ambiente e na qualidade de vida das populações, o que ressalta a urgência de adotar medidas efetivas de proteção ambiental. Visando atender a essas necessidades, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou, em

[1] Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB; Graduando do curso de Licenciatura em Química; Instituto de Ciências exatas e da Natureza - ICEN ; e-mail: pedrohenrique450p@gmail.com;

[2] Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB; Docente do curso de Licenciatura em Química; Instituto de Ciências exatas e da Natureza - ICEN; e-mail: vivianegpribeiro@unilab.edu.br

2015, a Agenda 2030, que consiste em:

> [...] um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade. Também busca fortalecer a paz universal com mais liberdade. Reconhecemos que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2015, p. 1).

Dentro da Agenda 2030, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 12, destaca a importância do consumo e da produção responsável, sendo estes passos cruciais em direção a um futuro mais sustentável. Entretanto, no Brasil, os avanços têm sido limitados, o que reflete em práticas insustentáveis. Mesmo que iniciativas como o Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentável (PPCS) iniciado em 2011, a falta de continuidade nas políticas dificultou o progresso. Dessa forma, a pegada material do país segue elevada, e a taxa de reciclagem permaneceu baixa, em torno de 2% entre 2016 e 2021, demonstrando a necessidade de medidas mais efetivas para atingir as metas até 2030 (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2024).

O conceito de Pegada Ecológica foi criado por Mathis Wackernagel e William Rees nos anos 1990 e define-se como uma ferramenta indispensável para avaliar o impacto da ação humana no planeta. Essa métrica calcula a demanda da humanidade por recursos naturais em comparação à capacidade da Terra de regenerá-los, considerando parâmetros como o consumo de alimentos, energia, fibras e madeira, além da ocupação de terras para infraestrutura e a emissão de gases de efeito estufa. Essa análise permite identificar o grau de pressão exercido sobre os ecossistemas, tornando-se crucial para compreender os limites planetários e promover práticas mais sustentáveis.

Neste contexto, Souza e Pellegrine (2023) ressaltam exemplos de políticas públicas em diferentes partes do mundo que visam promover a sustentabilidade por meio da aquisição de bens e serviços mais sustentáveis, assim como os desafios de equilibrar a sustentabilidade com os interesses econômicos. Assim, a adoção de práticas sustentáveis na produção é essencial para minimizar os impactos ambientais e promover a eficiência econômica. Além disso, é fundamental que o Estado, como consumidor, adote práticas que impulsionam a inovação e o crescimento econômico sustentável.

Em conjunto com as políticas públicas, a Educação Ambiental surge como um recurso estratégico para instigar a consciência ecológica na população. Nesse contexto, a Lei nº 9.795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), estabelece que a Educação Ambiental deve ser um componente essencial e permanente da educação

nacional, em todos os níveis e modalidades de ensino. Essa lei incentiva a criação de valores e atitudes que protejam o meio ambiente, promovendo práticas sustentáveis no cotidiano da população.

Segundo Silva, Royer e Zanatta (2022), é preciso desenvolver atividades que integrem a escola e a comunidade, as quais sejam capazes de instigar a reflexão a partir do conhecimento científico e a mudança de hábitos para preservação ambiental. Assim, essas ações não apenas educam, mas também despertam um senso de responsabilidade coletiva, incentivando práticas cotidianas mais conscientes e alinhadas com a sustentabilidade.

Atualmente, a área educacional discute e busca estratégias para promover um ensino mais significativo para os estudantes, visando a formação crítica e consciente para resolver problemas do cotidiano. Segundo Fernandes e Locatelli (2020) a educação não pode basear-se apenas em conteúdos abstratos e meramente repetitivos que fogem totalmente da realidade e interesse dos alunos, destacando que na disciplina de química o estudante precisa desenvolver competências que o permita ser um cidadão crítico e pensante. Nessa direção, o Documento Curricular Referencial do Ceará (DCRC), tanto nas edições de 2018 quanto na de 2021, aborda temas relacionados ao desenvolvimento sustentável, de acordo com o que é definido nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Dessa maneira, existem diversas habilidades que estão direcionadas a disciplina de química, como por exemplo: “Avaliar o impacto de substâncias químicas no meio ambiente e na saúde humana” e “Compreender o ciclo de vida de produtos químicos e seu impacto no meio ambiente”. Por meio da aplicação dessas habilidades, que o seguinte trabalho busca promover ações sobre a importância da educação ambiental.

Somada a essas habilidades, o ensino de Química deve abranger os três níveis representacionais, cuja compreensão é essencial para um melhor entendimento dos fenômenos e transformações químicas de modo que o aluno desenvolva noções claras sobre esses níveis para uma visão mais ampla e integrada da disciplina (Fernandes e Locatelli 2020). Segundo Johnstone (1993), o conhecimento químico pode ser organizado em três níveis distintos: Macroscópico, Submicroscópico e Simbólico. O nível macroscópico refere-se a tudo que seja visível a olho nu. Já o nível submicroscópico, remete a representação de elementos e modelos teóricos invisíveis a olho nu, como átomos e moléculas. Por fim, o nível simbólico envolve os símbolos e equações que são usados para representar e interpretar os fenômenos observados.

O Triângulo de Johnstone, desenvolvido para ajudar a entender os diferentes níveis de representação do conhecimento químico, continua a ser um ponto importante no ensino de

Química. Pesquisas recentes no Brasil reforçam a importância de trabalhar com os três níveis de representação: macroscópico, submicroscópico e simbólico, a fim de facilitar o processo de aprendizado dos estudantes (Fernandes e Locatelli, 2020)

Assim, o presente trabalho se depara com a seguinte questão: De que maneira o ensino de química pode contribuir para a conscientização da pegada ecológica entre os alunos do ensino médio? Para responder a essa indagação, temos como objetivo geral elaborar uma sequência didática que envolva o ODS-12, o conceito de pegada ecológica e os 3 níveis do conhecimento químico do triângulo de Johnstone, para aplicar nas aulas de química do ensino médio.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa adota uma abordagem quali-quantitativa, estruturada como estudo de caso, com o objetivo de analisar a relação entre educação ambiental e ensino de química por meio de uma sequência didática que promova o consumo responsável e a conscientização sobre a pegada ecológica no ensino médio. Enquanto o caráter qualitativo permite compreender a percepção dos alunos sobre os temas abordados, a dimensão quantitativa traz dados numéricos, como porcentagens de respostas e níveis de compreensão, enriquecendo a análise. De acordo com Gil (2010), o estudo de caso é especialmente relevante em investigações educacionais complexas, pois considera o contexto real, e Triviños (1987) destaca que a combinação de técnicas quali-quanti amplia a profundidade e a robustez das conclusões.

Segundo Pereira e Pires (2012), uma sequência didática consiste em atividades planejadas de forma sequencial para contribuir na aprendizagem do aluno, em que é possível intercalar diversas estratégias e recursos didáticos, tais como aula expositiva, experimentos, dinâmicas, textos, debates, dentre outros.

A aplicação da sequência didática desenvolvida neste trabalho ocorreu em uma turma de 3º ano do ensino médio, composta por 27 alunos, em uma disciplina eletiva de Ciências da natureza voltada para o Enem, de uma escola pública localizada em Redenção-CE. A sequência didática foi dividida em três etapas principais: (1) Aula expositiva; (2) Dinâmica do balão - *"descobrindo sua pegada no mundo"*; (3) Atividade com o triângulo de Johnstone.

Inicialmente, foi realizada uma aula expositiva de 50 min (Figura 1) destacando temas como: Agenda 2030 e emergência climática, Recursos naturais, Pegada ecológica, Resíduos

tóxicos e Desenvolvimento sustentável. Também foram incluídas nesta aula notícias atuais sobre as emergências climáticas, com o objetivo de estimular uma reflexão crítica sobre a relevância dessas questões no contexto atual.

Figura 1 – Exemplo do slide utilizado na apresentação do conceito de Pegada ecológica.

Fonte: O autor (2024).

No segundo momento foi realizada uma atividade interativa, ou seja, uma dinâmica para auxiliar os alunos a compreenderem melhor sua contribuição pessoal para as questões ambientais. Nesta dinâmica intitulada: *"descobrindo sua pegada no mundo"*, cada aluno recebeu um balão representando o planeta Terra, e foi solicitado que respondessem 12 perguntas baseadas no site *Footprint Calculator* (Global Footprint Network, 2024) (Apêndice 1), que aborda a pegada ecológica e o impacto ambiental relacionadas às suas ações do cotidiano. O objetivo desta dinâmica era que cada aluno descobrisse como está a sua própria pegada ecológica no mundo. A quantidade de sopros no balão variava conforme as respostas, e o tamanho final do balão indicaria o impacto ecológico de cada indivíduo. Assim, um balão pequeno representava uma pegada boa, um balão grande representava uma pegada intermediária e um balão estourado representava uma pegada ruim para o planeta Terra.

Na última parte da sequência didática, os alunos participaram de uma atividade com o triângulo de Johnstone (Apêndice 2), onde puderam associar os conceitos discutidos a cada nível do conhecimento químico, para o domínio Macroscópico (O que podemos ver), Submicroscópico (O que não podemos ver) e Simbólico (O que usamos para representar o que vimos). Para tanto, foi oferecido um exemplo prático utilizando o conceito de reciclagem, em que cada vértice do triângulo trazia uma figura demonstrativa dos domínios Macro,

Submicro e Simbólico da reciclagem do papel. Em seguida, os alunos preencheram dois triângulos, um sobre Resíduos tóxicos e outro sobre Recursos naturais, estabelecendo conexões entre os diferentes níveis de representação química. Ao final da sequência, foi aplicado um questionário (Apêndice 3) para avaliar a compreensão dos alunos sobre os conteúdos trabalhados e para verificar a eficácia da metodologia aplicada na promoção da reflexão crítica sobre a preservação do meio ambiente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

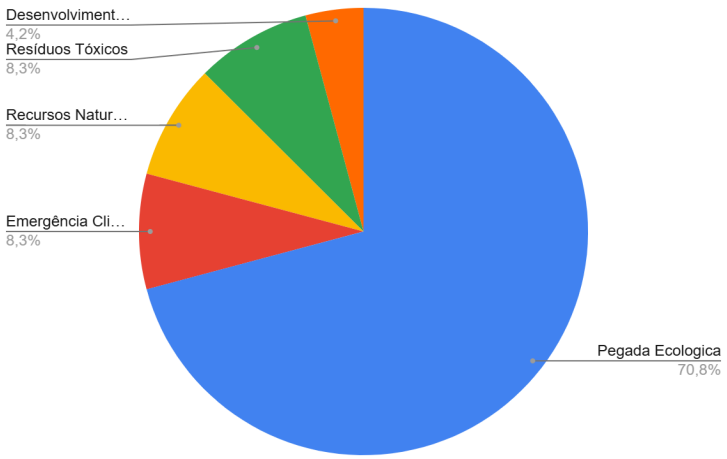
Frente aos padrões de consumo da sociedade atual e a crise climática emergente, buscou-se conhecer neste trabalho como o ensino de química pode contribuir para a conscientização da pegada ecológica entre os alunos do ensino médio. Nesse sentido, o intuito era de abordar o conhecimento químico de forma contextualizada ao ODS-12 e trazer reflexões aos jovens sobre suas ações cotidianas, para que fosse possível favorecer o entendimento da importância do desenvolvimento sustentável para as futuras gerações.

Deste modo, iniciamos a análise dos resultados da sequência didática aplicada a partir das respostas dos estudantes durante a Dinâmica do balão - *“descobrindo sua pegada no mundo”*, a qual teve por objetivo avaliar a pegada ecológica dos alunos da turma. Assim, os resultados revelaram que, ao final da atividade 82% dos participantes apresentaram balões em nível intermediário, 3% da turma apresentou um nível bom de pegada ecológica e 15% tiveram seus balões estourados, ou seja, uma pegada ecológica ruim para o planeta. Esses dados indicam que a maioria dos estudantes ainda adota um estilo de vida ambientalmente insustentável, refletindo o atual padrão de consumo da sociedade, que considera o uso de recursos naturais sem priorizar a sustentabilidade. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), a promoção de um consumo sustentável exige uma mudança no estilo de vida, que incorpore práticas mais responsáveis e que respeitem os limites do meio ambiente e dos recursos naturais disponíveis (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2024). Diante disso, é extremamente necessário abordar temáticas ambientais na escola com vistas a incentivar nos adolescentes práticas diárias mais sustentáveis e atitudes mais responsáveis com o meio ambiente.

Na análise do questionário aplicado (apêndice 2) após a sequência didática, foi possível identificar inicialmente que o conceito que mais despertou o interesse dos alunos durante a aula foi o da Pegada ecológica (70,8%), conforme demonstrado na figura 2. Isso pode estar relacionado a eficácia da dinâmica *"Descobrindo sua pegada no mundo"*, que

proporcionou aos alunos uma experiência prática e interativa. Além disso, essa dinâmica ajudou a turma a entender seu próprio impacto no meio ambiente, tornando assim, um processo de aprendizado mais dinâmico e eficaz. Segundo Freire (1996), práticas educativas que promovem a participação ativa e reflexiva dos alunos contribuem para um aprendizado mais significativo, pois vinculam o conhecimento à vivência pessoal.

Figura 2- Conceito mais interessante da aula na visão dos alunos.



Fonte: O autor (2024).

Em relação a motivação dos estudantes para adotar práticas mais sustentáveis após a aula, foi possível verificar que através do questionário: 70% da turma afirma que sim, 30% disseram que em partes, e nenhum respondeu que não. Portanto, esse resultado ressalta a importância de realizar atividades educativas que promovam a reflexão crítica sobre as práticas de consumo, contribuindo para a formação de cidadãos mais responsáveis em relação ao meio ambiente. Tal como ressaltam Silva, Royer e Zanatta (2022), quando os conteúdos escolares são estudados a partir de atividades relacionadas à vivência dos alunos é possível desenvolver uma aula com maior participação e envolvimento, favorecendo a construção de um pensamento consciente nos estudantes.

Em seguida, foi questionado se eles conseguiram aprender os conceitos apresentados sobre a Agenda 2030 e o ODS 12. Nessa questão verificou-se que a maioria da turma (63%) respondeu ter compreendido completamente, enquanto 37% relataram que entenderam em partes, com algumas dúvidas. Dessa maneira, este resultado é consistente com a pesquisa de Ribeiro et al. (2022), que aponta que 82,2% dos entrevistados em âmbito nacional afirmam compreender os ODS, refletindo um aumento na conscientização da população sobre esses

objetivos e a importância do consumo e produção sustentáveis.

Considerando a compreensão dos alunos com relação aos três níveis do conhecimento químico, foi possível verificar que uma significativa maioria da turma (70%) afirmou ter compreendido completamente, enquanto 30% dos alunos marcaram "*em partes, com algumas dúvidas*". Esses resultados refletem a importância da articulação entre o macroscópico, submicroscópico e simbólico, como enfatizado por Antunes-Souza e Aleme (2023), ao destacarem que o uso da linguagem química e representações apropriadas facilita a conexão entre os níveis teórico e prático, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos químicos entre os alunos.

Além disso, quando questionados sobre a parte mais desafiadora do triângulo, 52% dos alunos consideraram o nível simbólico o mais complexo, seguido de 44% no nível microscópico e 4% consideraram o nível macroscópico. Esses dados confirmam as observações de Johnstone (1997), que aponta o nível simbólico como um dos mais desafiadores de entender, devido à dificuldade presente na tradução de fórmulas e símbolos químicos em vez de significados visíveis a olho nu.

Adicionalmente, foi questionado aos alunos se o uso do Triângulo de Johnstone contribuiu para uma melhor compreensão dos temas abordados. Como resultado, verificou-se que 63% da turma respondeu que sim, 29,6% afirmou que ajudou um pouco, e 7,4% indicou que não houve melhora. Esse resultado reforça a importância de metodologias que tragam mais elementos visuais no ensino de química. Como enfatiza Vigotski, o uso de representações visuais é essencial para estimular o desenvolvimento do pensamento abstrato, promovendo assim uma aprendizagem significativa (Vigotski, 1934/2014, p. 289).

No tocante a avaliação da aula, observou-se que 88,8% dos alunos atribuíram nota 5 e 11,2% atribuiu nota 4. Dessa forma, é possível inferir que houve uma alta satisfação com o conteúdo e os métodos de ensino empregados, além de sugerirem que a aula foi envolvente para a maioria dos alunos. Além disso, esses resultados reforçam a importância de metodologias variadas no ensino de Química, como apontado por Schnetzler e Antunes-Souza (2019), que destacam a eficácia do triplete químico (relacionado aos 3 níveis representacionais da Química) e da experimentação investigativa em promover um ambiente de aprendizado dinâmico e envolvente.

Por último, foram analisadas e discutidas as respostas dos alunos em relação às questões abertas do questionário. A primeira questão aberta perguntava quais ações que os alunos consideram tomar para reduzir sua pegada ecológica. Por conseguinte, a maioria das respostas manteve um padrão bem parecido, com ações que foram discutidas durante as aulas

e com perguntas feitas durante a dinâmica relacionada ao tema, como mostra no quadro 1. Nota-se que as respostas dadas refletem uma conscientização inicial dos alunos, que reconhecem a importância de reduzir o desperdício e apoiar iniciativas ambientais, ainda que não tenham hábitos sustentáveis consolidados. Logo, podemos concluir que essa atividade voltada para a sustentabilidade refere-se a uma prática pedagógica que permite aos sujeitos uma compreensão crítica da dimensão ética e política das questões socioambientais, situadas tanto na esfera individual, como na esfera pública (Brasil, 2012a, p.06).

Quadro 1 – Ações que os alunos consideram tomar para reduzir sua pegada ecológica.

PARTICIPANTES	RESPOSTAS
X	"Reciclagem, participar de campanhas, economizar água. Já que não costumo fazer isso"
Y	"Separar os lixos e descartar de maneira correta"
Z	"Reciclar, não desperdiçar água, cuidar das plantas e participar de campanhas para incentivar a sociedade"

Fonte: O autor (2024).

Na questão seguinte, foram analisadas e discutidas as respostas dos alunos à pergunta que solicitava comentários adicionais sobre toda a aula. A questão era opcional e as respostas revelaram percepções positivas dos alunos em relação ao conteúdo e a metodologia adotada. A seguir, no quadro 2, estão destacados alguns comentários dos estudantes.

Quadro 2 - Comentários adicionais sobre toda a aula.

PARTICIPANTES	RESPOSTAS
X	"Muito legal, bastante interessante e dinâmica."
Y	"Achei a aula super legal, principalmente na parte dos balões"
Z	"Gostei, pois gosto bastante de aulas práticas e dinâmicas."

Fonte: O autor (2024).

Esse resultado demonstra uma apreciação pelo caráter dinâmico da aula, mostrando

que atividades interativas contribuem significativamente para o engajamento dos alunos. Conforme enfatizam Smolka (2010) e Vigotski (1934/2014), o ensino se fortalece quando as interações promovem a significação dos conceitos, sendo que a linguagem e a interação entre professor e alunos são fundamentais para a construção de conhecimento e engajamento em sala de aula.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente educacional desempenha um papel essencial na formação do futuro da sociedade, preparando os alunos para se tornarem cidadãos que promovam o bem-estar social e contribuam para o desenvolvimento sustentável. Com isso, a realização deste trabalho demonstrou que a aplicação de uma SD focada na pegada ecológica e no ODS-12 pode sim promover a conscientização ambiental e engajar os estudantes de maneira eficaz. Atividades práticas, como a dinâmica *"Descobrindo sua pegada no mundo"*, mostraram-se essenciais para conectar teoria e prática, facilitando a compreensão de conceitos complexos de forma mais acessível e atrativa. Assim, fica evidente a importância de integrar temas relevantes e atividades interativas no ensino de Química. Essas abordagens não apenas tornam as aulas mais dinâmicas, mas também favorecem discussões sobre questões sociais e ambientais.

REFERÊNCIAS

ANTUNES-SOUZA, T.; ALEME, H. G. **Reinterpretando o triângulo de Johnstone:** o papel constitutivo da linguagem e suas contribuições para a experimentação no ensino de Química. Revista Cocar, Belém, v. 19, n. 37, p. 1-20, 2023. Disponível em: https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar. Acesso em: 10 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental.** Brasília: MEC, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/educacao-ambiental/diretrizes-curriculares-nacionais. Acesso em: 18 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução n. 2, de 15 de junho de 2012. **Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br. Acesso em: 07 out. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentável (PPCS**). Brasília: MMA, 2011. Disponível em: https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/123456789/1018/2/ppcs_volumei_234.pdf . Acesso em: 10 nov. 2024.

CEARÁ. Secretaria da Educação. **Documento Curricular Referencial do Ceará: Área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias**. Fortaleza: SEDUC, 2018. Disponível em: https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/35/2018/12/DCRC-Ciencias-Natureza.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025..

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. Disponível em: https://doi.org/10.34117/bjdv9n3-112. Acesso em: 6 jun. 2025.

FERNANDES, Bruno Gumieri; LOCATELLI, Solange Wagner. **O conhecimento dos níveis representacionais na química pelo levantamento de concepções de estudantes universitários**. Latin American Journal of Science Education, v. 7, p. 22018, 2020. Disponível em: www.lajse.org. Acesso em: 20 nov. 2024.

GIL, Antonio Carlos. ***Método e técnica de pesquisa social.*** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010. Disponível em: https://ayanrafael.com/wp-content/uploads/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. **Footprint Calculator.** 2024. Disponível em: https://www.footprintcalculator.org/sponsor/wb/wb_pt. Acesso em: 12 dez. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Agenda 2030:** objetivos de desenvolvimento sustentável: avaliação do progresso das principais metas globais para o Brasil: ODS 12. Brasília: IPEA, 2024. DOI: http://dx.doi.org/10.38116/ri2024ODS12. Acesso em: 21 nov. 2024.

JOHNSTONE, A. H. **The development of chemistry teaching:** a changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 9, p. 701–707, 1993. Disponível em: https://doi.org/10.1021/ed070p701. Acesso em: 6 jun. 2025.

MARQUES, Welington R. A.; RIOS, Diego L.; ALVES, Kerley dos S. **A percepção ambiental na aplicação da educação ambiental em escolas.** *Revbea*, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 527–545, 2022. Disponível em: https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11612. Acesso em: 6 jun. 2025.

MARTINS, Betânia de O.; BEATRIZ, Maria. **A educação ambiental e suas contribuições para um planeta mais sustentável.** Revista Verde, v. 1, n. 5, p. 137-148, 2024. Disponível em: https://revistaverde.escolaverde.org. Acesso em: 05 nov. 2024.

NEVES, Marcelo. **Metodologias, técnicas e estratégias de pesquisa.** Campinas: UNICAMP, 2020. Disponível em: https://www.unifucamp.edu.br. Acesso em: 01 de nov. 2024.

ONU. **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: out. 2024.

PACHECO, José. ***A Escola da Ponte:*** uma experiência de educação lúdica. 2. ed. Porto: Edições Afrontamento, 2012. Disponível em: https://pt.slideshare.net/slideshow/escola-da-ponte-106594600/106594600. Acesso em: 6 jun. 2025.

PEREIRA, Ademir de S.; PIRES, Dario X. **Uma proposta teórico-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de Química.** *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 385–413, ago. 2012. Disponível em: https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/799. Acesso em: 6 jun. 2025.

PROCESSOS e metodologias no ensino de ciências. Brasília: CAPES, 2019. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br. Acesso em: 29 out. 2024.

RIBEIRO, R. P.; ESPUNY, A. L. G.; ANDRIOLLI, E. M.; MORAIS, A. B. **A percepção dos brasileiros sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).** Revista de Desenvolvimento Sustentável, v. 9, n. 3, p. 1–30, 2022. Disponível em: https://engemausp.submissao.com.br/24/anais/download.php?cod_trabalho=281. Acesso em: 6 jun. 2025.

SCHNETZLER, R.; ANTUNES-SOUZA, T. **Proposições didáticas para o formador químico. Química Nova,** v. 42, n. 8, p. 947-954, 2019. DOI: https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170401. Acesso em: 12 out. 2024.

SILVA, Eliane G.; ROYER, Marcia R.; ZANATTA, Shalimar C. **Educação ambiental no ensino de química.** Revista Debates em Ensino de Química, v. 8, n. 1, p. 56-71, 2023. DOI: 10.53003/redequim.v8i1.4615. Acesso em: 23 nov. 2024.

SILVA, João. **Educação ambiental e sustentabilidade: a importância da conscientização ecológica.** São Paulo: Editora Educação, 2020. DOI: https://doi.org/10.48209/978-65-5417-131-1.

SOUZA, I. P. d.; PELLEGRINI, P. R. **Estado consumidor e os desafios da implementação de práticas sustentáveis.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, 2023. DOI: https://doi.org/10.51891/rease.v9i6.10366

TRIVIÑOS, Anísio Teixeira. **Pesquisa qualitativa:** teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/123456/mod_resource/content/1/trivinos_pesquisa_qualitativa.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.

VIGOTSKI, L. S. **Obras escogidas II:** pensamiento y lenguaje. São Paulo: Machado Grupo de Distribuição, 2014. (Obra original de 1934). Disponível em: https://www.unifal-mg.edu.br/humanizacao/wp-content/uploads/sites/14/2017/04/Vygotsky_Obras_escogidas_TOMO_2.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.

WARTHA, Edson J.; BEJARANO, Nelson R. R. **Cotidiano e contextualização no ensino de química.** Química Nova na Escola, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013. DOI: 10.13140/RG.2.1.3627.0243

WACKERNAGEL, Mathis; BEYERS, Bert. ***Ecological Footprint: Managing Our Biocapacity Budget.*** [S.l.]: New Society Publishers, 2019. Disponível em: https://www.footprintnetwork.org/2025/01/31/ecological-footprint-book-2/. Acesso em: 6 jun. 2025.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - PERGUNTAS DA DINÂMICA *"DESCOBRINDO SUA PEGADA NO MUNDO"*

Questionário - Pegada Ecológica

1. Com que frequência você utiliza carro em vez de transporte público ou bicicleta?

( ) Sempre ( ) Às vezes ( ) Nunca

assopra 2vs assopra 1vs não assopra

2. Com que frequência você utiliza materiais de plástico descartável (como sacolas, canudos, etc.)?

( ) Sempre ( ) Às vezes ( ) Nunca

assopra 2vs assopra 1vs não assopra

3. Com que frequência você consome alimentos de origem animal?

( ) Sempre ( ) Às vezes ( ) Nunca

assopra 2vs assopra 1vs não assopra

4. Com que frequência você consome alimentos ultraprocessados?

( ) Sempre ( ) Às vezes ( ) Nunca

assopra 2vs assopra 1vs não assopra

5. Com que frequência você separa o lixo reciclável do lixo comum?

( ) Sempre ( ) Às vezes ( ) Nunca

não assopra assopra 1vs asspra 2vs

6. Com que frequência você participa de atividades relacionadas à preservação ambiental (como mutirões de limpeza, plantio de árvores, etc.)?

( ) Sempre ( ) Às vezes ( ) Nunca

não assopra assopra 1vs asspra 2vs

7. Com que frequência você tem o hábito de economizar água (como fechar a torneira enquanto escova os dentes)?

( ) Sempre ( ) Às vezes ( ) Nunca

não assopra assopra 1vs asspra 2vs

8. Com que frequência você se informa sobre questões ambientais e mudanças climáticas?

( ) Sempre ( ) Às vezes ( ) Nunca

não assopra assopra 1vs asspra 2vs

9. Você já participou de campanhas de conscientização sobre o meio ambiente?

( ) Sim ( ) Não

não assopra assopra 2vs

10. Você costuma plantar árvores ou cultivar um jardim?

( ) Sempre ( ) Às vezes ( ) Nunca

não assopra assopra 1vs asspra 2vs

11. Você faz uso de energia renovável em sua casa (como painéis solares)?

( ) Sim ( ) Não

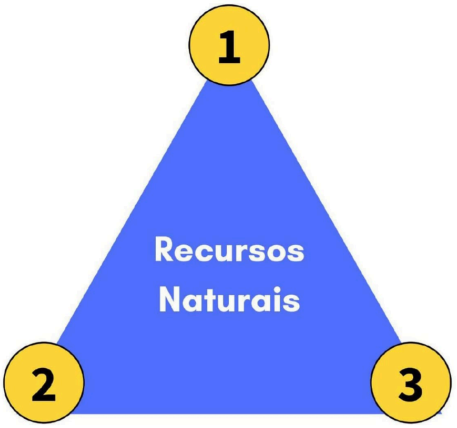
não assopra assopra 2vs

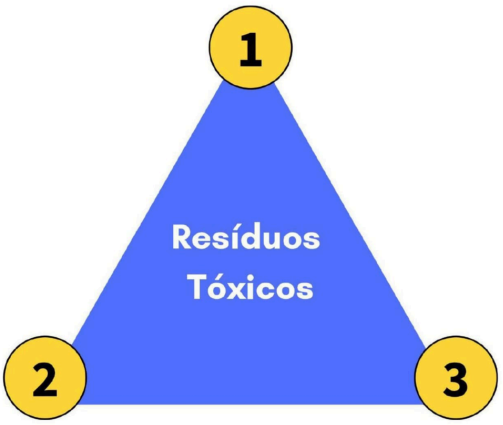
12. Você tenta adotar práticas para reduzir a quantidade de lixo que produz diariamente, como reciclar ou compostar?

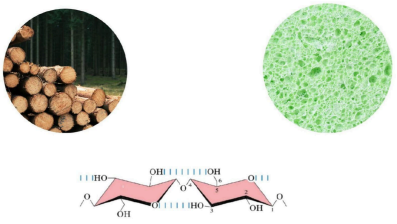
( ) Sempre ( ) Às vezes ( ) Nunca

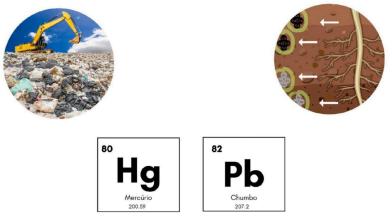
não assopra assopra 1vs asspra 2vs

APÊNDICE 2 - ATIVIDADE COM O TRIÂNGULO DE JOHNSTONE









APÊNDICE 3- QUESTIONÁRIO APLICADO AO FINAL DA AULA

Questionário da Aula

Nome (opcional): _____

1. **Qual parte da aula você achou mais interessante?**
   ( ) Emergência Climática ( ) Recursos Naturais ( ) Pegada Ecológica
   ( ) Resíduos Tóxicos ( ) Desenvolvimento Sustentável
2. **Você conseguiu entender os conceitos apresentados sobre a Agenda 2030 e o ODS 12?**
   ( ) Sim, completamente ( ) Em partes, tenho algumas dúvidas ( ) Não, tive dificuldades
3. **Você se sente motivado a adotar práticas mais sustentáveis após a aula?**
   ( ) Sim ( ) Em partes ( ) Não
4. **Quais ações você considera que pode tomar para reduzir sua pegada ecológica?**
   _____
   _____
   _____
5. **Você compreendeu a relação entre os diferentes níveis do triângulo de Johnstone (macroscópico, microscópico e simbólico)?**
   ( ) Sim, completamente ( ) Em partes, tenho algumas dúvidas ( ) Não compreendi
6. **Qual nível do triângulo você achou mais desafiador?**
   ( ) Macroscópico ( ) Microscópico ( ) Simbólico
7. **Você se sentiu mais confiante em aplicar os conceitos discutidos após a atividade?**
   ( ) Muito confiante ( ) Moderadamente confiante ( ) Pouco confiante ( ) Nada confiante
8. **Você acha que o uso do triângulo de Johnstone ajudou a melhorar sua compreensão sobre o tema?**
   ( ) Sim ( ) Um pouco ( ) Não
9. **Avalie a aula de 1 a 5 (1 sendo péssima e 5 sendo excelente):**
   ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5
10. **Comentários adicionais (opcional):**