

QUÍMICA, RESÍDUOS E IMPACTOS: INVESTIGANDO O DESCARTE DE METAIS, PILHAS E ELETRÔNICOS

Solange Maurina Camatti¹, Ismael Laurindo Costa Junior², Juliane Maria Bergamin Bocardi³

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Medianeira-PR, solangemaurinacamatti@gmail.com

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Medianeira-PR, ismael@utfpr.edu.br

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Medianeira-PR, juliane@utfpr.edu.br

APRESENTAÇÃO

Integrar uma formação socioambiental aos conhecimentos químicos é essencial para a compreensão dos impactos ambientais e dos riscos à saúde decorrentes das atividades humanas. Nesse sentido, incorporar a educação ambiental ao currículo de Química do Ensino Médio torna-se fundamental para a formação cidadã, pois oferece aos estudantes subsídios para construir conhecimentos científicos contextualizados e desenvolver uma postura crítica diante dos desafios ambientais, tecnológicos e químicos da atualidade (Silva *et al.*, 2022).

Com base nessa perspectiva formativa, este produto educacional adota a abordagem investigativa, a qual se distingue das práticas tradicionais de ensino por promover a consolidação de conhecimentos químicos a partir da análise de problemas ambientais reais, aproximando os conteúdos escolares do cotidiano dos estudantes (Ribeiro *et al.*, 2022). Assim, mobilizamos conceitos relacionados a elementos químicos, Tabela Periódica, metais tóxicos e densidade de metais, de modo a apoiar a construção de explicações fundamentadas e a articulação desses saberes com questões socioambientais.

A proposta aqui apresentada materializa-se na forma de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) centrada no tema Resíduos de metais e Impactos. Essa estrutura permite articular problematização, pesquisa, experimentação e discussão de práticas sustentáveis, promovendo um percurso didático coerente com a alfabetização científica e o protagonismo estudantil. Conforme aponta Carvalho (2013), uma SEI consiste em um conjunto de atividades planejadas de forma intencional, envolvendo materiais, interações didáticas e ações investigativas que possibilitam ao estudante desempenhar um papel ativo na construção do conhecimento.

DETALHAMENTO DO PERCURSO EDUCACIONAL

A estrutura da SEI compreendeu: (i) a formulação do problema como ponto de partida para a construção do conhecimento; (ii) a resolução do problema, que evolui da ação manipulativa para a ação intelectual; (iii) a tomada de consciência dos conceitos mobilizados; e (iv) a elaboração de explicações fundamentadas. A Figura 1 ilustra a capa do material elaborado.

Figura1. Capa da SEI

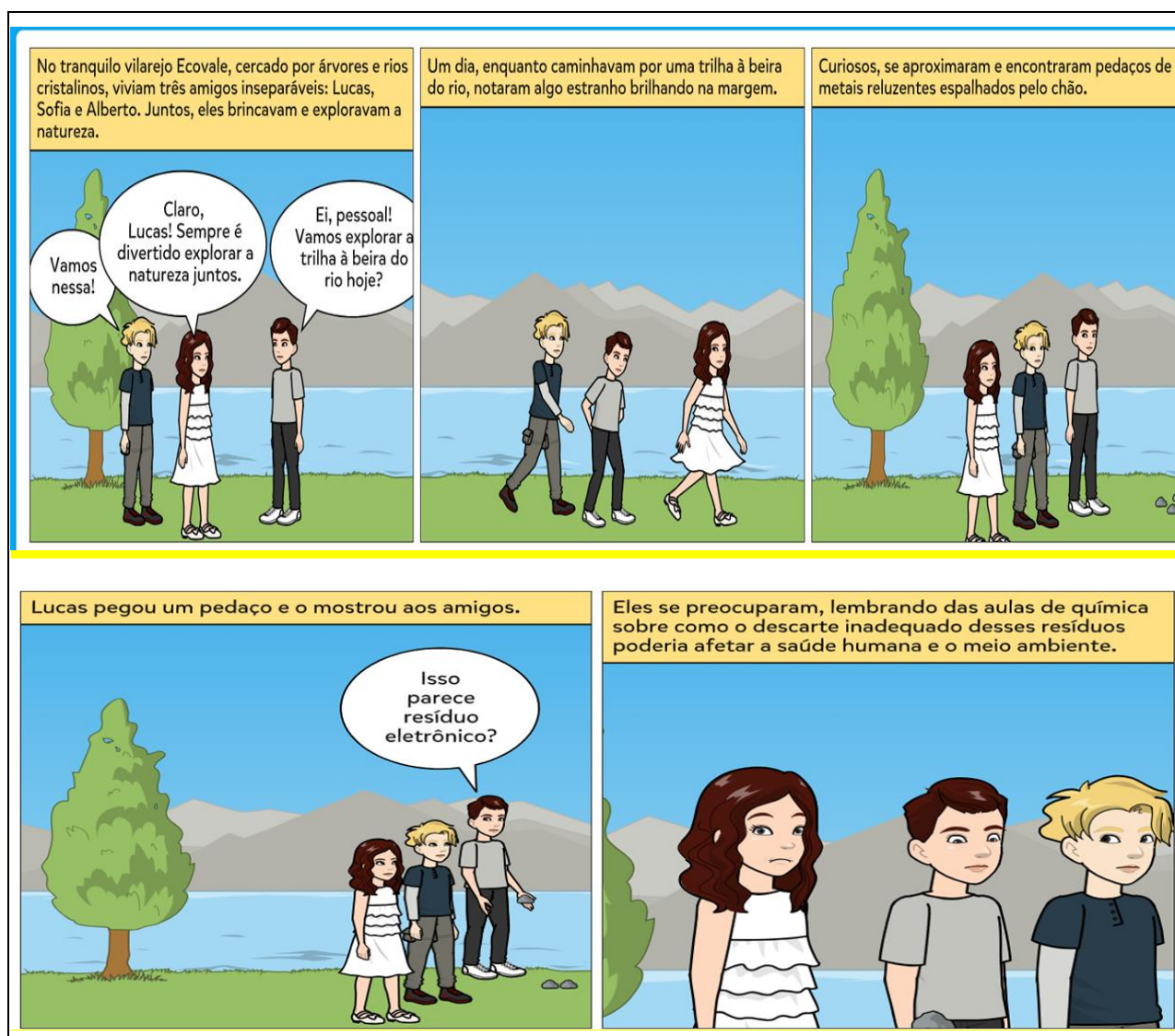


Fonte: Autoria própria (2025)

A SEI integra recursos didáticos diversificados — como histórias em quadrinhos, charges, vídeo, atividade experimental, mesa-redonda e árvore de problemas —, ampliando as possibilidades de engajamento e permitindo que diferentes formas de expressão, análise e participação sejam contempladas ao longo do processo investigativo.

Problematização: Para introduzir a situação-problema de forma contextualizada, utilizamos uma História em Quadrinhos elaborada por meio da plataforma *Pixton* (Figura 2). Além disso, selecionamos uma charge com a mesma temática, com a finalidade de mobilizar a discussão inicial (Figura 3).

Figura 2. História em quadrinhos



Fonte: Autoria própria (2025)

Os materiais visuais e narrativos (Figuras 2 e 3) cumprem o papel de apoiar a problematização inicial. Segundo Carvalho (2013), um problema — experimental ou teórico — quando contextualizado, introduz os estudantes no tópico desejado e oferece condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. Dessa forma, tais materiais permitem instigar os alunos a identificar questões associadas ao tema e levantar hipóteses sobre possíveis soluções.

Para orientar essa etapa, propusemos as seguintes questões norteadoras:

- Quais mensagens educativas a história em quadrinhos e a charge apresentam?
- Qual seria a maneira correta de descartar os resíduos eletrônicos, considerando a sustentabilidade e a proteção ao meio ambiente?
- Quais metais podem estar presentes nos resíduos eletrônicos?

d) Que tipos de problemas ambientais e riscos à saúde podem surgir do descarte inadequado desses materiais?

e) O que cada um de vocês poderia fazer para minimizar esses problemas?

Figura 3. Charge Mafalda



Fonte: <https://camaramairinque.sp.gov.br/Arquivos/Album/image/NOT%C3%8DCIAS%202014/Mar%C3%A7o/29-03-2014/mama.jpg>

Após um período destinado à pesquisa orientada, a atividade deve ser conduzida para uma discussão coletiva mediada pelo professor, na qual os estudantes compartilham suas reflexões e analisam possíveis encaminhamentos para a situação-problema.

Resolução do Problema: Na etapa seguinte buscamos aprofundar a compreensão teórica necessária para a resolução da situação-problema. Para isso, os estudantes, em grupos são incentivados a assistir o vídeo “Reciclagem de Eletroeletrônicos - E-Lixo” e realizar uma mesa-redonda conduzida pelo professor, em que utilizam post-its para registrar ideias e compartilhar suas interpretações. Em seguida, por meio de uma aula expositiva dialogada sobre a classificação dos elementos químicos na Tabela Periódica, é possível destacar a organização dos metais, ametais, gases nobres e hidrogênio. Essa intervenção teórica visa fornecer o suporte conceitual para que os estudantes possam relacionar os metais da Tabela Periódica com os metais tóxicos presentes nos resíduos eletrônicos e nas pilhas, compreendendo suas propriedades e sua classificação.

Ainda nessa etapa, é pertinente retomar conceitos de densidade dos metais e discutir as diferentes definições e problemáticas associadas ao termo “metais pesados”, contextualizando o uso do termo na literatura científica e sua relação com impacto ambiental. Para ampliar essa discussão e oferecer aos estudantes um recurso complementar que instigue a reflexão crítica, apresentamos o quadro “Você sabia?” (Quadro 1), que sintetiza debates científicos sobre a definição de metais pesados associados às suas respectivas densidades e evidencia a falta de consenso quanto ao termo.

É importante ressaltar, que embora a densidade dos metais não determine diretamente a toxicidade, alguns metais tradicionalmente incluídos no grupo dos chamados “metais pesados” — como chumbo, mercúrio e cádmio — são preocupantes por seu comportamento químico,

persistência no ambiente e capacidade de bioacumulação, apresentando toxicidade mesmo em pequenas quantidades.

Quadro 1. O que realmente são os “metais pesados”?

Você sabia?

Muitos autores utilizam o termo “Metais Pesados” para um grupo de elementos químicos que têm densidades superiores a $5,0 \text{ g cm}^{-3}$, podendo representar metais e metaloides associados a ambientes naturais ou antropogênicos (Ashrafzadeh *et al.*, 2018).

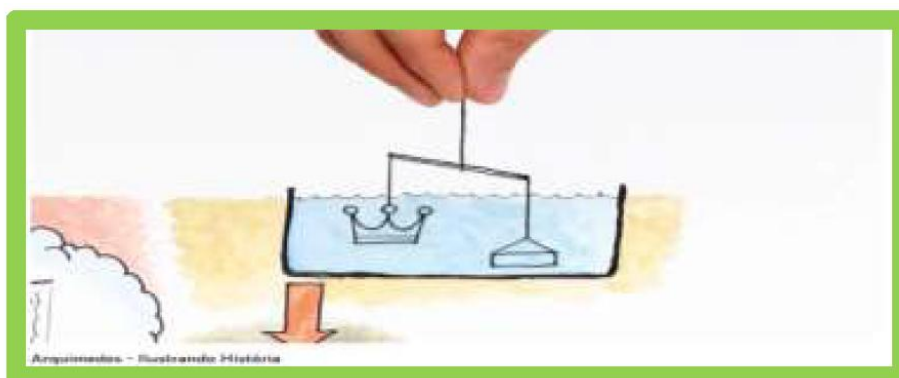
Entretanto, a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) não reconhece a definição desse termo, que na realidade é utilizado para identificar elementos com risco potencial de contaminação e toxicidade para o ambiente e para os seres humanos (Duffus, 2002).

Fonte: Autoria própria (2025)

Sistematização do Conhecimento: Após o embasamento teórico, os estudantes são convidados a realizar uma pesquisa para identificar quais são os principais metais presentes em resíduos eletrônicos e pilhas que possuem densidade superior a $5,0 \text{ g cm}^{-3}$ e, dentre eles, quais são classificados como tóxicos. Para essa investigação, os alunos devem utilizar o Tablet da escola e a Tabela Periódica para consultar símbolos, densidades e outras propriedades relevantes.

Por meio de uma aula experimental aprofundamos a sistematização do conhecimento, iniciando-se com a exibição de um vídeo sobre o experimento de Arquimedes (Figura 4). Com base no vídeo, incentiva-se os alunos a buscar estratégias para determinar a densidade de sólidos irregulares, preparando-os para o experimento prático. O professor deve propor questões orientadoras que favorecem a reflexão sobre volume, deslocamento de água e cálculo de densidade.

Figura 4. Arquimedes - Ilustrando História no estudo da densidade dos metais



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=nrjafzwzwlq>

Na sequência, os estudantes realizam a prática experimental utilizando provetas, água, balança e amostras de metais como alumínio, cobre e chumbo. Durante a prática, registram a massa, o volume inicial e o volume final da água na proveta, calculam o volume do sólido por deslocamento e determinam a densidade de cada amostra. Durante o experimento, incentiva-se os estudantes a observar possíveis fontes de erro e relacionar os resultados de densidade à classificação dos metais tóxicos, especialmente considerando a discussão sobre “metais pesados” apresentada anteriormente.

Construção de Explicações: A etapa final da sequência consiste na construção de explicações mais elaboradas, a partir das aprendizagens desenvolvidas. Para isso, utilizamos a metodologia da “árvore de problemas”, na qual os estudantes em grupos retomam a situação inicial (problema de descarte inadequado) e organizam coletivamente as causas, consequências e possíveis estratégias para enfrentar o problema do descarte de resíduos eletrônicos e pilhas. O tronco da árvore representa o problema central; os galhos e folhas correspondem aos efeitos ou consequências dele decorrentes (como contaminação do solo, danos à saúde e poluição hídrica); e as raízes simbolizam as causas (como falta de conscientização, ausência de logística adequada e desconhecimento sobre metais tóxicos). Essa organização visual permite que os estudantes articulem conhecimentos científicos, ambientais e sociais, favorecendo a construção de explicações mais completas e fundamentadas.

Por fim, com intuito de dar um fechamento coletivo, os grupos apresentam suas árvores e discutem relações entre os problemas identificados e os conceitos químicos estudados. Essa socialização busca fortalecer os processos argumentativos e ampliar a compreensão da complexidade do tema, alinhando-se às expectativas formativas do ensino investigativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do produto educacional apresentado, evidenciou o potencial do Ensino de Química por Investigação para promover aprendizagens socialmente relevantes no Ensino Médio. A elaboração da SEI, centrada no tema dos resíduos metálicos e de seu descarte inadequado, possibilitou integrar conteúdos e conhecimentos da Química como elementos químicos, Tabela Periódica, propriedades dos metais e densidade a problemáticas ambientais contemporâneas, incentivando os estudantes a estabelecer relações entre conceitos científicos e situações reais.

As etapas investigativas propostas, fundamentadas em Carvalho (2013), demonstram que a problematização inicial, a pesquisa orientada, a experimentação e a construção de explicações constituem um caminho estruturado para o desenvolvimento cognitivo, argumentativo e investigativo. Ao articular diferentes recursos didáticos — história em quadrinho, charge, vídeo,

mesa-redonda, experimentação e árvore de problemas — a SEI pode favorecer múltiplas abordagens de aprendizagem, ampliando o engajamento e a autonomia dos estudantes.

O processo de elaboração apontou, ainda, para a importância de criar materiais que convidem o estudante a investigar, formular hipóteses, testar ideias e justificar suas conclusões, elementos essenciais para a consolidação de práticas científicas escolares. Em diálogo com a literatura, destaca-se que a investigação não apenas promove a compreensão de conceitos científicos, mas também contribui para o desenvolvimento de competências críticas relacionadas à tomada de decisões em questões sociocientíficas.

Consideramos que o produto educacional tipo SEI contribui tanto para a formação de professores ao oferecer uma proposta estruturada, contextualizada e alinhada às demandas contemporâneas do Ensino de Química. Recomenda-se sua implementação e avaliação em sala de aula, visando ajustes futuros e o aprofundamento de práticas que potencializem o papel da investigação na formação científica e cidadã dos estudantes.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, Medianeira/PR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAFZADEH, S.; LEHTO, N. J.; ODDY, G.; McLAREN, R. G.; KANG, L.; DICKINSON, N. M.; WELSCH, J.; ROBINSON, B. H. Heavy metals in suburban gardens and the implications of land-use change following a major earthquake. **Applied Geochemistry**, v. 88, p. 10–16, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2017.04.009>

CÂMARA MUNICIPAL DE MAIRINQUE. **Charge Mafalda sobre descarte de contaminantes**. Disponível em: <http://camaramairinque.sp.gov.br/noticias/450/impedir-que-materias-contaminantes-sejam-jogadas-em-qualquer-lugar-e-tambem-proteger-as-aguas>. Acesso em: 2025.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1–20.

DUFFUS, J. H. “Heavy metals” — a meaningless term? **Pure and Applied Chemistry**, v. 74, n. 5, p. 793–807, 2002. DOI: 10.1351/pac200274050793.

ILUSTRANDO HISTÓRIA. **Arquimedes**. Vídeo. YouTube, 5 jul. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NRjafzwzwlq>. Acesso em: 10 maio 2025.

RECICLA SAMPA. **Reciclagem de Eletroeletrônicos – E-Lixo**. Vídeo. YouTube, 20 dez. 2019. Disponível em: https://youtu.be/42rzbf_Txuq. Acesso em: 02 nov. 2025.

RIBEIRO, D. C. A. *et al.* Sustentabilidade e Educação Ambiental no Ensino de Química: contribuições para a tomada de consciência sobre agricultura sustentável. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 2, 2022.

SILVA, L. C. P *et al.* A Temática dos Agrotóxicos para o Ensino de Química Orgânica: Uma Experiência com o Método do Estudo de Caso no Ensino Médio Regular. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 2, 2022.