

MANUAL DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE PARA O ENSINO DE QUÍMICA



Solange Maurina Camatti
Ismael Laurindo Costa Junior (Coorientador)
Juliane Maria Bergamin Bocardi (Orientadora)

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI

MANUAL DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE PARA O ENSINO DE QUÍMICA

**MANUAL OF INVESTIGATIVE
ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY IN CHEMISTRY TEACHING**

Tipo de produto: Manual de Atividades Investigativas

**Autores: Solange Maurina Camatti (Orientado), Ismael Laurindo
Costa Junior (Coorientador), Juliane Maria Bergamin Bocardi
(Orientadora)**

Banca Examinadora: (Seguindo a seguinte ordem presidente e membros)

*PRODUTO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO NA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA
FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS MEDIANEIRA*

(defendida em 06/06/2025)

MEDIANEIRA – PR

2025



[4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho licenciado para fins não comerciais, com crédito atribuído ao autor. Os usuários não têm que licenciar os trabalhos derivados sob os mesmos termos estabelecidos pelo autor do trabalho original. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	2
O ENSINO DE QUÍMICA POR INVESTIGAÇÃO	3
ATIVIDADE INVESTIGATIVA 1	5
TABELA PERIÓDICA E OS METAIS TÓXICOS	5
ATIVIDADE INVESTIGATIVA 2	16
PREPARO, DILUIÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES E OS METAIS TÓXICOS	16
ATIVIDADE INVESTIGATIVA 3	29
EXPLORANDO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL, SUSTENTABILIDADE E FUNÇÕES ORGÂNICAS POR MEIO DO TEMA PESTICIDA.....	29

APRESENTAÇÃO

Esse manual de atividades investigativas é um produto educacional desenvolvido no Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Medianeira-PR. Seu propósito é explorar o tema Sustentabilidade e Meio Ambiente e assim, auxiliar os professores de Química na implementação de abordagens investigativas para os conteúdos relacionados à Tabela Periódica, Soluções, Concentração e Funções Orgânicas.

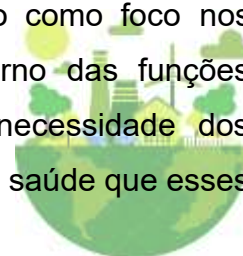
Os encaminhamentos metodológicos propostos neste manual foram organizados seguindo as etapas delineadas por Carvalho (2011) no contexto do ensino por investigação: o problema para a construção do conhecimento, a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual na resolução do problema, a tomada de consciência, e a construção de explicações.

Este manual é organizado em três atividades de ensino:

Atividade 1 – Tabela Periódica e os metais tóxicos (8 aulas): Essa atividade tem como propósito utilizar abordagens investigativas para explorar conceitos químicos de Tabela Periódica, numa perspectiva ambiental e sustentável a partir da problematização.

Atividade 2 – Preparo, diluição e concentração de soluções e os metais tóxicos (8 aulas): Para esta atividade são desenvolvidos os conceitos de soluções, diluições e concentrações para explorar os desafios decorrentes do inadequado gerenciamento de resíduos enfrentados pela humanidade.

Atividade 3 – Explorando a Educação Ambiental, Sustentabilidade e funções orgânicas por meio do tema pesticidas (8 aulas): Essa atividade traz como proposta a conceituação dos temas relacionados a Educação Ambiental e Sustentabilidade e a exploração das Funções Orgânicas tendo como foco nos pesticidas. O propósito desenvolver os conhecimentos em torno das funções orgânica e promover um reflexão sobre a relevância e a necessidade dos agrotóxicos, além de discutir os possíveis impactos ambientais e à saúde que esses produtos podem ocasionar.



O ENSINO DE QUÍMICA POR INVESTIGAÇÃO

A abordagem de ensino por investigação tem como princípio fundamental a transformação do aluno de um agente passivo para agente principal do processo de ensino e aprendizagem, na qual busca promover o desenvolvimento das habilidades cognitivas dos alunos, bem como a capacidade de argumentação, comunicação e elaboração de estratégias para solucionar problemas (Carvalho, 2011).

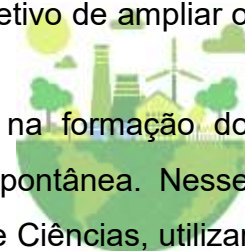
Por meio da abordagem investigativa planejada é possível estimular as concepções prévias dos alunos, incorporando conhecimentos científicos do campo da Ciência. Isso permite o exercício das deduções, o estabelecimento de relações e interpretações sobre os fenômenos e situações estudadas. O gerenciamento da sala de aula e o planejamento das interações são essenciais para o sucesso da abordagem, promovendo habilidades investigativas e introduzindo aos alunos a enculturação científica (Carvalho e Sasseron, 2016).

Segundo Carvalho (2011), quatro principais etapas fundamentam a apresentação de propostas investigativas: O problema para a construção do conhecimento; a resolução do problema (da ação manipulativa para a ação intelectual), a tomada de consciência e a construção de explicações.

Ao iniciar o Ensino por Investigação com uma situação-problema, o aluno é introduzido ao tema em questão, dessa forma proporciona condições para que ele reflita e trabalhe com as variáveis relevantes do conceito central do conteúdo proposto; incentivando a surgirem novas questões e apresentando estratégias para respondê-las (Capecchi, 2013).

Na etapa de resolução de problemas, é importante realizar atividades que estruturam o conhecimento para que possam retomar as discussões e comparar suas soluções com a apresentada no texto (Carvalho, 2013; Azevedo, 2004). Essa etapa permite a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento, envolvendo os aspectos cognitivos, afetivos e práticos. Na terceira etapa, busca-se promover a sistematização do conhecimento por meio da internalização do mesmo, podendo também ser utilizada para aprofundar o tema, com o objetivo de ampliar o conhecimento dos alunos (Carvalho, 2013).

A tomada de consciência é um elemento fundamental na formação do conhecimento científico, mas nem sempre ocorre de forma espontânea. Nesse contexto, cabe ao professor, em uma sala de aula na disciplina de Ciências, utilizar



questões para auxiliar os alunos a refletirem sobre suas ações e compreenderem o processo adotado para solucionar o problema proposto (Carvalho, 2011).

Na quarta etapa, tem-se a construção de explicações na qual o professor conduz as reflexões, discussões e atividades que fazem os alunos elucidarem o fenômeno em estudo. O professor desempenha um papel ativo na orientação e apoio aos alunos durante essa jornada de aprendizagem, enriquecendo o ensino de Ciências (Carvalho, 2011).



ATIVIDADE INVESTIGATIVA 1

TABELA PERIÓDICA E OS METAIS TÓXICOS

A atividade investigativa 1 apresenta como assunto: Tabela Periódica e estabelece como problematização os metais tóxicos. Os conceitos Químicos, sociais e ambientais serão destacados por meio do ensino por investigação. A proposta tem como foco os estudantes da 1ª série do Ensino Médio conforme organização do Referencial Curricular do Paranaense para o Ensino Médio.

a) Tempo: 8 aulas

b) Objetivos

- Problematizar o tema Tabela Periódica a partir narrativas visuais sobre metais tóxicos como forma de despertar o interesse e engajar os alunos na análise e resolução de problemas.
- Utilizar abordagens investigativas para sistematizar o conhecimento sobre a classificação dos elementos químicos na tabela periódica, identificando padrões e tendências.
- Investigar a densidade dos metais, sistematizar o conteúdo explorado e interpretar os resultados obtidos por meio da experimentação
- Discutir e formular hipóteses sobre os efeitos do descarte inadequado de resíduos metálicos.
- Propor soluções e estratégias por meio de investigações para promover o descarte adequado de resíduos metálicos, considerando aspectos ambientais, sociais e sustentáveis.

c) Recursos didáticos e estratégias

História em quadrinhos e charge; vídeo; pesquisa, slides; mesa-redonda, Tabela Periódica; aula experimental, *post its*, árvore de problemas.

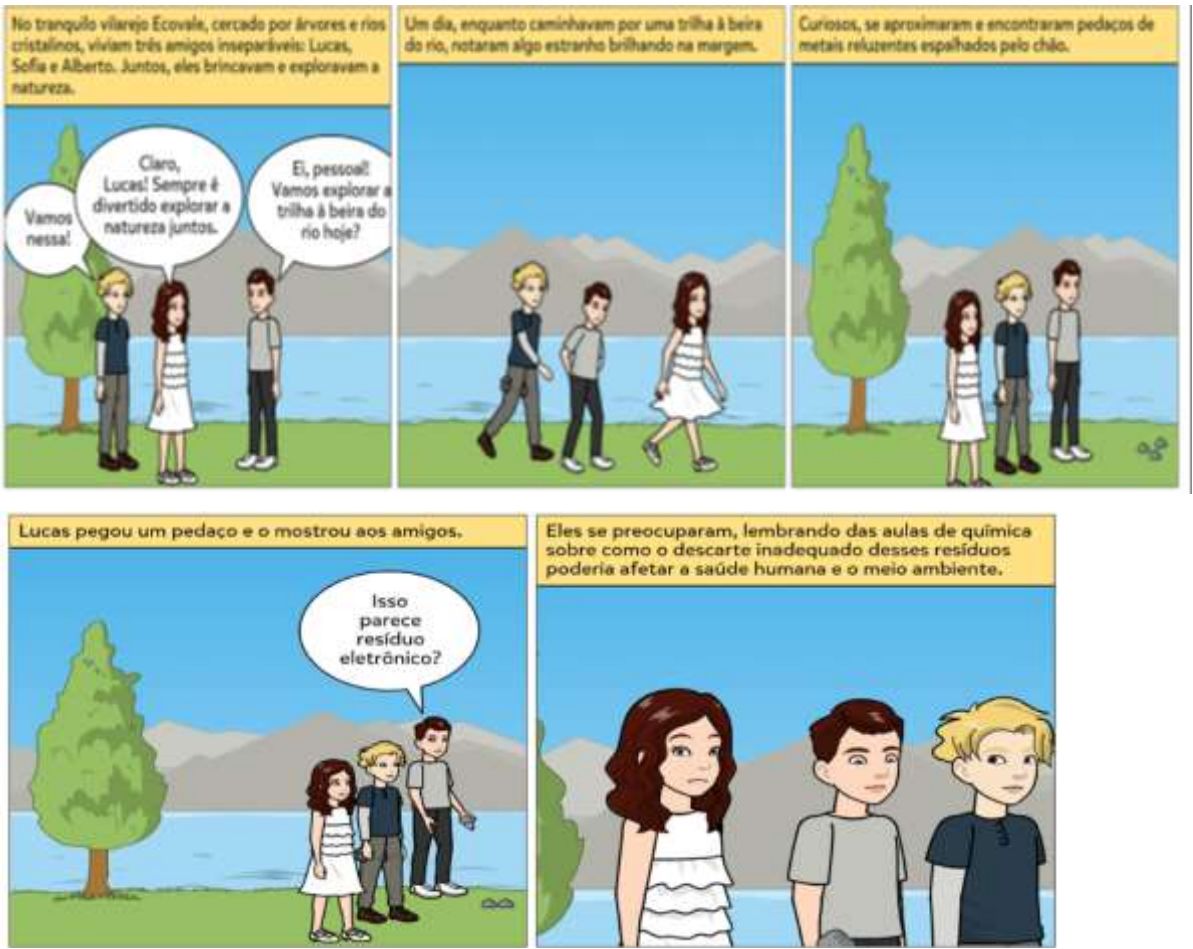
d) Encaminhamentos metodológicos

Os encaminhamentos metodológicos deste manual formam elaborados seguindo 4 etapas no contexto do ensino por investigação.

I) FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

1.Situação-problema: Os alunos receberão a História em quadrinhos da Figura 1 e a charge da Figura 2.

Figura 1- História em quadrinhos



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 2 Charge Mafalda



Fonte: <http://camaramairinque.sp.gov.br/noticias/450/impedir-que-materias-contaminantes-sejam-jogadas-em-qualquer-lugar-e-tambem-protoger-as-aguas>

2. Combinar um tempo para que os estudantes explorem as imagens e façam a leitura.

3. Formulação de Hipóteses: Os alunos serão instigados a resolver o problema contido na história em quadrinhos e na charge. Inicialmente serão organizados grupos para discutir possíveis maneiras de lidar com o descarte inadequado de resíduos metálicos, considerando os impactos ambientais e a sustentabilidade.

4. Durante as atividades sequenciais, os alunos serão orientados a utilizar seus próprios celulares para realizar pesquisas sobre métodos de reciclagem de metais, formas adequadas de descarte de lixo eletrônico e pilhas, e os impactos ambientais e para a saúde humana decorrentes do descarte inadequado desses materiais. Eles serão guiados por meio de perguntas direcionadas, incentivando-os a explorar diversas fontes de informação e a refletir sobre as consequências de suas descobertas para o meio ambiente e para a saúde humana.

5. Após as atividades de pesquisa e leitura sugere-se a discussão coletiva por meio das questões:

a) Quais as mensagens educativas que a história em quadrinhos e a charge nos trazem?

b) Vocês sabem qual seria a maneira correta de descartar o lixo eletrônico considerando a sustentabilidade e a proteção ao meio ambiente?

c) Quais metais podem estar presentes no lixo eletrônico?

d) Que tipo de problema ambiental e à saúde esse descarte incorreto pode ocasionar?

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

II) RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

1. Vídeo, pesquisa e mesa-redonda: Para solucionar os desafios propostos, é recomendado que os alunos formem grupos e busquem uma base teórica, a qual será disponibilizada por meio do Vídeo 1 (Figura 3). Além disso, eles devem realizar pesquisas em conjunto utilizando a Internet.

Figura 3 – Vídeo sobre Lixo eletrônico



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=42rzbf_Txug&t=29s

2. Após assistir o vídeo e fazer a pesquisa os alunos receberão *post-its* para que participem e deem suas respostas por escrito. O professor deverá conduzir a mesa-redonda enquanto faz a leitura das respostas buscando interação e discussão.

3. Aula dialogada expositiva: Essa aula contribui para a resolução do problema gerado ao fornecer uma compreensão mais profunda sobre a natureza e as propriedades dos elementos químicos, especialmente os metais e suas implicações no meio ambiente. Nessa aula será explorado a classificação dos elementos na Tabela Periódica por meio de cinco grupos: metais, semimetais, ametais, gases nobres e hidrogênio, usando os slides e projetor (Figura 4).



Figura 4 – Conteúdo Expositivo sobre Tabela Periódica

The figure displays 30 slides from a presentation titled 'TABELA PERIÓDICA'. The slides are organized into a 5x6 grid. The content includes:

- Slide 1:** Title slide 'TABELA PERIÓDICA' with a flask icon.
- Slide 2:** 'TABELA PERIÓDICA' showing a standard periodic table.
- Slide 3:** 'OBJETIVOS' (Objectives) listing the goals of the presentation.
- Slide 4:** 'Questionamento' (Questions) listing key questions to be addressed.
- Slide 5:** 'Qual a diferença entre Classificação Periódica dos Elementos Químicos e Tabela Periódica?' (Difference between Periodic Classification of Chemical Elements and Periodic Table?).
- Slide 6:** 'A Tabela Periódica (TP) é um arranjo sistemático dos elementos químicos em linhas (períodos) e colunas (famílias ou grupos) em ordem crescente de número atômico (Z), sendo que as propriedades dos elementos químicos são repetidas periodicamente.' (The Periodic Table (TP) is a systematic arrangement of chemical elements in rows (periods) and columns (families or groups) in order of increasing atomic number (Z), where the properties of chemical elements are repeated periodically).
- Slide 7:** 'Histórico da Tabela Periódica – Linha do Tempo' (History of the Periodic Table – Timeline) showing the development from 1869 to 1929.
- Slide 8:** 'Como a Tabela Periódica está organizada?' (How is the Periodic Table organized?).
- Slide 9:** 'Tabela Periódica Atual' (Current Periodic Table) showing the modern version.
- Slide 10:** 'Os elementos químicos são representados por letras (símbolos) ou uma letra inicial da sigla de uma palavra (abreviação). Os símbolos são de origem latina.' (Chemical elements are represented by letters (symbols) or the first letter of a word's abbreviation (abbreviation). Symbols are of Latin origin).
- Slide 11:** 'PERÍODOS' (Periods) explaining the horizontal arrangement.
- Slide 12:** 'FAMÍLIA, GRUPO OU COLUNA' (Family, Group or Column) explaining the vertical arrangement.
- Slide 13:** 'A tabela em família é denominada' (The table in family is called).
- Slide 14:** 'A tabela em família é denominada' (The table in family is called).
- Slide 15:** 'A tabela em família é denominada' (The table in family is called).
- Slide 16:** 'A tabela em família é denominada' (The table in family is called).
- Slide 17:** 'Famílias ou grupos' (Families or groups) showing the groups.
- Slide 18:** 'Famílias ou grupos' (Families or groups) showing the groups.
- Slide 19:** 'Famílias ou grupos' (Families or groups) showing the groups.
- Slide 20:** 'Famílias ou grupos' (Families or groups) showing the groups.
- Slide 21:** 'A nova Tabela Periódica não inclui os Sintetizados' (The new Periodic Table does not include the Synthesized).
- Slide 22:** 'Propriedades Periódicas' (Periodic Properties) showing trends.
- Slide 23:** 'Como definimos Tabela Atômica?' (How do we define Atomic Table?).
- Slide 24:** 'Como definimos Tabela Atômica?' (How do we define Atomic Table?).
- Slide 25:** 'A Energia Iônica (EI) ou Potencial de Ionização' (Ionization Energy or Ionization Potential).
- Slide 26:** 'SIMILITUDE' (SIMILITUDE) explaining the concept.
- Slide 27:** 'O valor de Semirradiação, como exemplo' (The value of Semiradiation, as an example).
- Slide 28:** 'Semirradiação' (Semiradiation) explaining the concept.
- Slide 29:** 'DENSIDADE' (DENSITY) explaining the concept.
- Slide 30:** 'Referências Bibliográficas' (Bibliographic References).

Disponível para download:

https://docs.google.com/presentation/d/1NMY_pYfrMQagGwy4eGjoBGtdxdAq6xZ/edit#slide=id.p1

4. Após a aula expositiva, fazer a leitura do quadro “Você sabia?” e retomar conceitos de densidade.

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).

O que é densidade?

$$d = \frac{m}{V}$$

d = densidade (g/cm^3 , g/mL)

m = massa (g)

V = volume (cm^3 ou mL)

III) SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

1. Atividade de pesquisa e investigação: Após a explicação teórica, os alunos serão divididos em duplas e encarregados de pesquisar na Internet e anotar em seus cadernos, quais são os metais da tabela periódica frequentemente encontrados em lixo eletrônico e pilhas. Eles devem usar a tabela periódica para identificar os símbolos desses elementos e suas respectivas densidades.

2. Depois de realizarem a pesquisa, os alunos serão questionados com as seguintes perguntas:

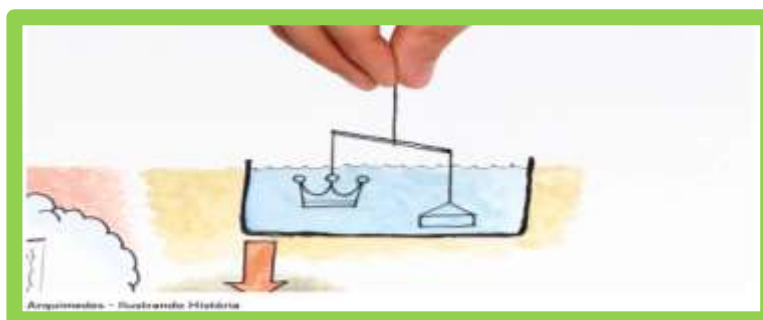
a) Com base na classificação apresentada no quadro “Você sabia?”, quais metais são considerados pesados ou potencialmente tóxicos?

b) Como podemos calcular a densidade dos metais?

3. Experimentação: A aula experimental se inicia com a exibição do vídeo sobre a “Descoberta de Arquimedes”. Após assistir o vídeo (Figura 5), os alunos serão convidados a refletir sobre as possibilidades e abordagens que poderiam ser utilizadas para realizar um experimento semelhante ao conduzido por Arquimedes, com o intuito de determinar a densidade de metais irregulares. O professor guiará a discussão com as seguintes questões norteadoras:

- a) Como podemos determinar o volume de um sólido baseando-nos no experimento de Arquimedes?
- b) Será possível determinar a densidade de metais irregulares utilizando o Experimento de Arquimedes?

Figura 5 – Vídeo experimento



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

Essa aula experimental tem como principais objetivos sistematizar o conteúdo explorado; observar e interpretar os resultados obtidos no experimento e registrar os resultados por meio da escrita.

Materiais necessários:

- Proveta, amostras de alguns metais (Alumínio, Cobre e Chumbo), balança, água, pinça.

Procedimento:

- a) Colocar cerca de 8 mL de água em uma proveta de 10 mL corretamente.
- b) Colocar com ajuda da pinça e cuidado, a amostra de sólido na proveta de modo que o mesmo fique imerso na água.
- c) Observar a variação do volume da água e anotar no quadro abaixo.
- d) Repetir com as demais amostras os procedimentos.



Tabela 1 – Determinação da densidade dos metais

Amostra	Massa do sólido(g)	Volume de água (mL)	Volume de água + sólido (mL)	Volume do sólido (mL)	Densidade obtida
1) Alumínio (Al)					
2) Cobre (Cu)					
3) Chumbo (Pb)					

Fonte: Autoria própria (2025).

Os alunos deverão receber a tabela 1 para que no decorrer da aula experimental possam preencher com os próprios resultados obtidos. No final do experimento será realizado os seguintes questionamentos:

- 1) Explique como foi possível determinar experimentalmente a densidade dos metais.
- 2) Compare as densidades encontradas experimentalmente de cada metal com a densidade tabelada.
- 3) Qual foi o papel da água e da proveta no experimento?
- 4) Quais foram as principais fontes de erro que identificaram durante o experimento e como poderiam ser minimizadas?
- 5) Como esse experimento se relaciona com os conceitos de densidade e metais potencialmente tóxicos discutidos em aula?
- 6) Apesar da IUPAC não reconhecer a definição do termo, “metais pesados”, alguns metais fazem parte de um grupo de elementos químicos com relativa alta densidade e tóxicos em baixas doses. De acordo com essa definição, quais desses metais são considerados tóxicos aos seres humanos?
- 7) Os elementos químicos absorvidos pelas plantas podem ser classificados em: Essenciais, Úteis ou benéficos e Tóxicos. Pesquise e defina essa classificação.
- 8) Fechamento: Após realização da aula experimental e dos questionamentos propostos, essa atividade deverá ser entregue ao professor.

VI) CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES (AVALIAÇÃO)

1.Árvore de problemas

Esta atividade pode ser indicada para os educandos fazerem em grupo em forma de trabalho:

- a) As equipes devem ser formadas com no mínimo três e no máximo cinco alunos.

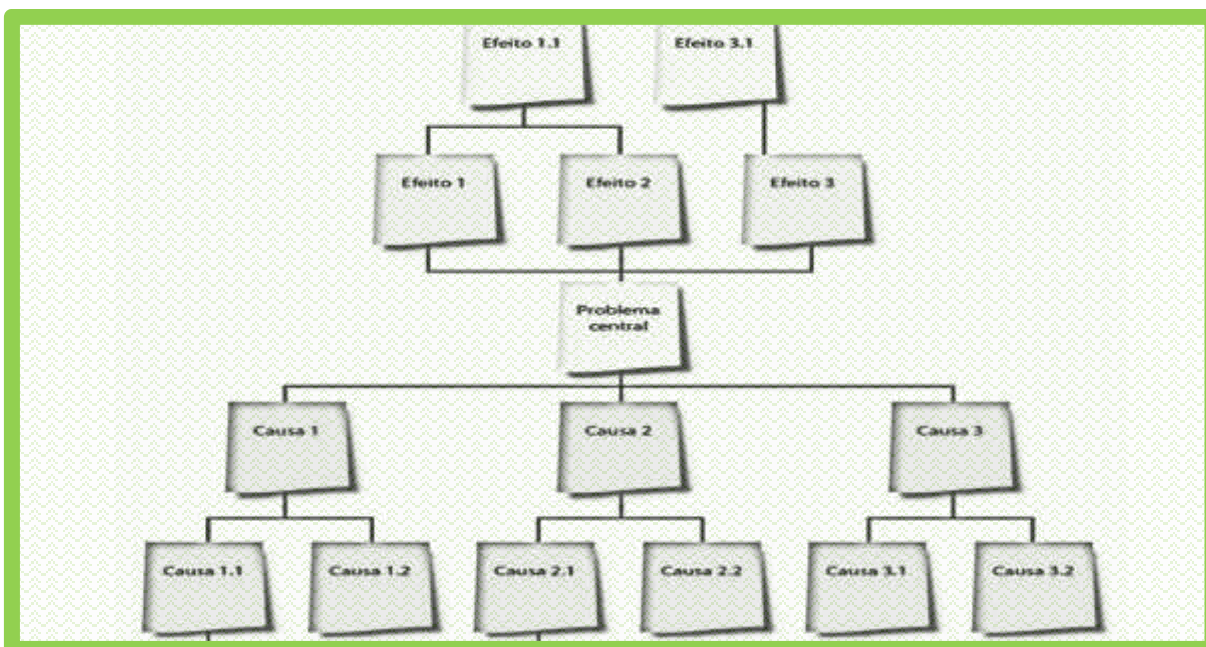
- b) O problema central é lembrado para que os grupos o analisem utilizando a abordagem da árvore de problemas.
- c) Situação problema: Com base na história em quadrinhos e na charge fornecidas no início da Unidade, como podemos conscientizar e educar os moradores sobre o descarte apropriado de lixo eletrônico, levando em consideração a variedade de metais presentes nesses dispositivos? Quais estratégias sustentáveis podem ser implementadas para reduzir os impactos ambientais e de saúde causados pelo descarte inadequado dos metais contidos no lixo eletrônico?
- d)) O problema central deve ser colocado no centro do papel (tronco da árvore).
- e) Acima do problema, devem ser colocados os efeitos ou consequências derivadas do problema (galhos e folhas – copa da árvore).
- f) Abaixo do problema central, deverão ser colocadas as causas que levaram àquele problema (raízes da árvore).
- g) Após a construção da árvore de problemas, o professor deve promover uma discussão ou debate em sala de aula. Pode, por exemplo, verificar se os alunos diagnosticaram outros problemas e se, ainda, consideram aquele primeiro problema como o problema central. A Figura 6 apresenta um exemplo da construção de uma árvore de problemas com *post-its*.

2. Rubrica avaliação

Após o desenvolvimento dessa primeira Unidade, espera-se com a atividade avaliativa que o aluno seja capaz de identificar os principais problemas relacionados à situação inicial de descarte inadequado de lixo, demonstrando compreensão da complexidade do problema. Que estabeleça conexões entre os problemas identificados e os conceitos estudados durante a aula sobre metais e densidade, demonstrando entendimento das relações entre teoria e prática.



Figura 6 – Árvore de problema com *post-its*.



Fonte: Camargo e Daros (2018).

3. Fechamento da Unidade

Em grupo, os alunos devem compartilhar as árvores de problemas construídas. Cada grupo apresenta suas principais descobertas e *insights*, destacando os problemas identificados e as possíveis inter-relações entre eles.



REFERÊNCIAS

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>

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, P. M. A. (org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**, São Paulo: Pioneira Thomson Learning. 2004.

CAPECCHI, M. C. C. M. Problematização no ensino de Ciências. In: Carvalho, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning. 2013.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, M. D. (Org.). **O uno e o Diverso na Educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011. Cap. 18. P. 253-266.

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

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino de Física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino sobre calor e temperatura. **Ensino em Re-Vista**, v. 22, n. 2, p. 249–256, 2016.
<https://doi.org/10.14393/ER-v22n2a2015-1>

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

ATIVIDADE INVESTIGATIVA 2

PREPARO, DILUIÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES E OS METAIS TÓXICOS

Na Atividade 2 são propostas atividades investigativas que enfatizam definições e conceitos de concentração, toxicidade, gerenciamento de metais tóxicos e as possíveis consequências decorrentes ao meio ambiente pela contaminação dos mesmos. Diante disso, são abordados os conteúdos químicos de Soluções, Concentrações e Diluições. A proposta tem como foco os estudantes da 1ª série do Ensino Médio conforme organização do Referencial Curricular do Paranaense para o Ensino Médio.

a) Tempo: 8 aulas

b) Objetivos

- Utilizar narrativas visuais como meio de apresentar desafios, despertar o interesse e incentivar os alunos a analisarem e resolver os problemas propostos.
- Empregar a abordagem investigativa para mobilizar o conhecimento sobre soluções, diluições, concentrações e unidades de medida.
- Realizar experimentação como recurso de investigação da influência da contaminação da água por um metal tóxico por meio do teste ecotoxicológico com *Allium cepa* (cebola) e interpretar os resultados obtidos.
- Discutir soluções e estratégias para o gerenciamento de resíduos levando em conta os impactos ambientais, sociais e a sustentabilidade.

- Propor soluções e estratégias por meio de investigações para promover o descarte adequado de resíduos tóxicos, considerando aspectos ambientais, sociais e sustentáveis.

c) Recursos didáticos

Texto problema, charge, vídeos, pesquisa, slides, aula experimental.

d) Encaminhamentos metodológicos

Os encaminhamentos metodológicos deste manual foram elaborados seguindo 4 etapas no contexto do ensino por investigação.

I) FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

1. Situação-problema: Disponibilizar o texto para leitura “A Crise do Cádmio na Água Potável”. Para promover uma maior capacidade de análise crítica nos alunos, sugere-se mostrar a charge (Figura 1), na qual eles serão desafiados a interpretar e refletir sobre uma mensagem subjacente.

A Crise do Cádmio na Água Potável

Nos últimos anos, a população de uma pequena cidade costeira começou a relatar casos de problemas de saúde, como náuseas, vômitos, dores de cabeça e fadiga inexplicável. O que mais preocupava os moradores é que muitos desses casos estavam sendo associados ao consumo de água potável da cidade. Após uma investigação minuciosa, os cientistas descobriram que a água que abastece a cidade está com uma concentração de 0,0006 % m/v do metal cádmio.

O cádmio é um metal tóxico que pode causar uma série de problemas de saúde, incluindo danos aos rins, fígado e pulmões, além de estar associado ao desenvolvimento de câncer. Sua presença na água potável é um problema grave de saúde pública que precisa ser resolvido com urgência.

Os moradores desta cidade se questionam se a concentração de 0,0006 % m/v de Cd na água seria verdadeiramente danosa à saúde e ao meio ambiente.

Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 1- Charge peixes



Fonte: <http://educorumbatai.blogspot.com/2010/09/charge-produzida-por-maira-gonzales.html>

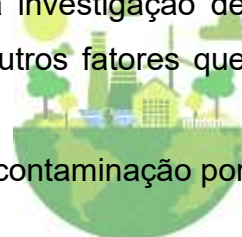
2. Combinar um tempo para que os alunos possam fazer a leitura e análise da charge.

3. Formulação de Hipóteses: Os estudantes são incentivados a enfrentar o desafio apresentado na narrativa a partir da hipótese que a concentração de cádmio presente na água potável da pequena cidade costeira está associada aos problemas de saúde relatados pela população local. Eles precisam descobrir se a concentração de Cádmio reportada na água realmente representa um risco para a saúde e ao meio ambiente.

4. Pesquisa: recomenda-se que os alunos realizem pesquisas colaborativas utilizando a Internet. É importante instigar para que os alunos pesquisem quais instituições são encarregadas de garantir a qualidade da água potável e quais os potenciais meios de contaminação por cádmio no rio que fornece água para a cidade.

Sugere-se as seguintes questões para nortear a investigação:

- a) Qual órgão ambiental é o responsável para fornecer os padrões de qualidade da água?
- b) De acordo com a *Resolução CONAMA N° 357/2005* (Brasil, 2005), qual a concentração de cádmio permitida para a água potável?
- c) Qual a mensagem que a charge transmite?
- d) Qual seria as fontes de contaminação, isso pode envolver a investigação de fábricas locais, descarte inadequado de produtos químicos ou outros fatores que contribuam para a presença de cádmio na água?
- e) Quais seriam os impactos na saúde da população afetada pela contaminação por cádmio?



f) Quais estratégias sustentáveis devem ser desenvolvidas para diminuir os riscos à saúde da população afetada e ao meio ambiente?

II) RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

1. Leitura e debate: Para resolver os desafios apresentados, sugere-se que os alunos se organizem em grupos e busquem embasamento teórico, o qual será fornecido por meio do Texto 1.

2. Discussão coletiva após as pesquisas e a leitura do texto 1, os alunos em grupo deverão expor suas respostas em uma roda de conversa. Organize as carteiras ou cadeiras em um círculo, de modo que todos os alunos possam se ver e se ouvir facilmente. Isso ajuda a promover um ambiente de igualdade e colaboração. Retome as questões e incentive os alunos a compartilharem suas opiniões, experiências e ideias sobre o assunto, e a contribuírem com as respostas dos colegas.

Texto 1 – Contaminação da água por metais

Desvendando o Oceano: Contaminação do oceano por metais pesados

“Diferentes atividades humanas podem aumentar as quantidades desses contaminantes em ambientes variados, como o ar e a água, mas também no sedimento marinho e nos tecidos dos seres vivos”, afirma Rubens Lopes Figueira.

Desde indústrias mineradoras até o lixo doméstico, diariamente, diversas atividades humanas liberam metais pesados na natureza. São raras as localidades livres dessa contaminação, e o oceano acaba absorvendo uma grande parcela desses poluentes. Sua toxicidade representa um perigo não apenas para a vida marinha, mas também para os seres humanos.

O professor Rubens Figueira, especialista em Oceanografia Química do Instituto Oceanográfico (IO) da USP, explica que o termo “metais pesados” não se refere necessariamente a metais, mas sim a “elementos químicos potencialmente tóxicos, entre os quais se destacam o arsênio, cádmio, cromo, cobre, mercúrio, níquel, chumbo e zinco”. Embora sejam encontrados naturalmente no meio ambiente, em grandes quantidades esses elementos tornam a água e os alimentos impróprios para o consumo, podendo causar disfunções no sistema nervoso e aumentar a incidência de câncer.

Quando ingeridos, os metais pesados tendem a se acumular nos tecidos, como no fígado, nos rins e nos músculos. Dessa forma, quando um ser vivo na base da cadeia alimentar serve de alimento para outro animal, esse predador também fica contaminado. Como os predadores precisam se alimentar de várias presas, acabam desenvolvendo níveis mais elevados de contaminação. “O mercúrio, por exemplo,

destaca-se entre esses elementos como um metal que pode aumentar sua concentração ao longo da cadeia alimentar, impactando predadores do topo da cadeia, como peixes, aves e mamíferos, incluindo nós, que também nos alimentamos desses organismos”, explica Figueira.

Indústrias de tintas, cloro, plásticos PVC, metalúrgicas, incineradores de lixo e mineradoras podem despejar grandes quantidades de metais pesados na natureza, caso não haja um sistema adequado de tratamento desses resíduos. Acidentes e desastres ambientais envolvendo essas indústrias também podem ter um impacto significativo. O caso do rompimento da barragem de Brumadinho, por exemplo, afetou severamente a população local. De acordo com a Fiocruz, mais da metade das crianças de 0 a 6 anos apresentava pelo menos um metal acima do valor de referência. Além disso, o lixo doméstico pode incluir metais pesados quando ocorre o descarte inadequado de tintas, pilhas, fertilizantes, pesticidas, canos de água, termômetros e lâmpadas.

As correntes oceânicas atuam como dispersores desses poluentes pelo oceano, tornando praticamente impossível sua remoção. Dessa forma, Figueira destaca que “a instalação de aterros sanitários e industriais, sistemas de filtragem do ar e estações de tratamento de esgoto, entre outras estratégias, têm o potencial de reduzir significativamente a contaminação do ambiente marinho”. O professor explica que, associadas a políticas públicas, educação ambiental e à reciclagem, é possível diminuir ou até mesmo eliminar a propagação de metais pesados na natureza.

Fonte: Sousa, 2023.

<https://jornal.usp.br/podcast/desvendando-o-oceano-3-contaminacao-do-oceano-por-metais-pesados/>

3. Aprofunde o debate é importante disponibilizar informações adicionais para aprofundar o debate e estimular o pensamento crítico. O professor pode utilizar a Tabela 1, que mostra a comparação entre os valores máximos permissíveis estabelecidos por diferentes instituições governamentais para o cádmio na água para consumo público, para enfatizar que padrões internacionais podem variar de acordo com as interpretações e contextos locais.

Tabela 1 – Valores máximos permissíveis de Cd na água potável por diferentes instituições governamentais

Concentração de Cd máxima permissível (mg L ⁻¹)						
Elemento	Padrão de potabilidade			Padrão de qualidade ambiental ⁵		
	Portaria 36/90MS ¹	Portaria 1469/00MS ²	WHO ³	EPA ⁴	Classes I, II	Classe III
Cd	0,005	0,005	0,005	0,01	0,001	0,01
¹ Ministério da Saúde, Portaria nº36/90 (Decreto Estadual 12.342/78, Código Sanitário). ² Ministério da Saúde, Portaria nº1469/2000 (29/12/2000). ³ WHO (World Health Organization): Guia para Água Potável/Valor experimental – nova Portaria vigente. ⁴ EPA – Environmental Protection Agency (EPA, 2003) (EUA) – Critério de Qualidade de Água. ⁵ CONAMA, resolução Conama 357 de 2005.						

Fonte: Adaptado de Chaves (2008).

Espera-se que ao pesquisar limites de concentração de Cádmio na água potável, os alunos encontrem unidades de medida diferentes da apresentada na situação problema de 0,0006 %. Assim, questiona-se: Como podemos converter a concentração de 0,0006 % de cádmio para mg/L ou mesmo para ppm com o intuito de comparar com os limites fornecidos pelos órgãos governamentais e saber se a água consumida pela população está mesmo contaminada?

4. Aula dialogada expositiva essa aula contribui para embasar a busca pela resolução do problema gerado ao fornecer um entendimento sobre conceitos de soluções, diluições e concentrações, utilizando diferentes unidades de medida como g/L, mg/L, mol/L, % e ppm. Utiliza-se para isso Slides e projetor (Figura 2).

Figura 2 – Conteúdo expositivo sobre Soluções



The image displays a series of 20 presentation slides, numbered 25 through 42, arranged in a 5x4 grid. The slides are part of a presentation on chemistry and environmental science, specifically focusing on solutions and conversions. The slides include various diagrams, chemical formulas, and text explaining concepts like volume percentage, conversion factors, and the dilution of solutions. The final slide (42) lists references.

Disponível para download:

https://docs.google.com/presentation/d/16fwL1_TQRx0_qGkPj1fpJVxQk7GEIF/edit?usp=sharing&ouid=109248631826548129230&rtpof=true&sd=true

5. Aplicabilidade de conhecimentos

Retorne a questão problema inicial: Lembre do texto sobre “A Crise do Cádmiio na Água Potável” em que relata que a concentração de cádmio na água é de 0,0006% m/v, agora desenvolva o cálculo para saber se a água realmente está contaminada, de acordo com os valores estabelecidos na Regulamentação do CONAMA N° 357/2005 (Brasil, 2005).

$$\begin{array}{rcl} 0,0006 \text{ g} & \text{-----} & 100 \text{ mL} \\ x & \text{-----} & 1000 \text{ mL} \\ x = 0,006 \text{ g/L} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ g} & \text{-----} & 1000 \text{ mg} \\ 0,006 \text{ g/L} & \text{-----} & x \\ x = 6 \text{ mg/L} \end{array}$$



De acordo com a *Resolução do CONAMA N° 357/2005* as classes de água I, II e III que podem ser destinadas ao consumo humano possuem padrões de qualidade que variam de 0,01 à 0,001 mg/L de Cádmio (Brasil, 2005). Assim, após os cálculos verifica-se que água consumida pela população da cidade costeira está seriamente contaminada por Cádmio.

Agora que o aluno já possui embasamento para fazer conversões de unidades de medidas, utilize as informações no quadro “Você sabia?” para que os alunos possam converter % de Hg, Pb e Cd nas pilhas comuns, para mg/Kg.

Você sabia?

O Conselho Nacional do Meio Ambiente regulamenta e define o limite máximo da concentração dos metais Hg, Pb e Cd em pilhas comuns comercializadas em território nacional, sendo eles em peso, 0,0005% de Hg; 0,002% de Cd e 0,1% de Pb (Brasil, 2008).

III) SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

1. Questão impulsionadora: Quais são as consequências no crescimento das plantas quando elas entram em contato com solos ou águas contaminadas por metais tóxicos? Como poderíamos avaliar o efeito fitotóxico com o aumento da concentração de um metal?

2. Experimentação: Conduzir os alunos para uma aula experimental, dividida em 3 partes. O objetivo do experimento da parte I e II é colocar em prática os conceitos de preparo de soluções, diluição, cálculos de concentração e conversão de unidades que foram discutidos anteriormente durante a aula expositiva. Na parte III busca-se promover uma reflexão de como a contaminação por metais no meio ambiente pode afetar o desenvolvimento de culturas e se propagar na cadeia alimentar. Sugere-se realizar essas atividades com os alunos divididos em grupos de 4 ou 5 alunos.

2.1 Materiais necessários: 10 cebolas sadias, 10 copos de 200 mL, solução de cobre, água destilada e palitos de dente.

2.2 Procedimento experimental:

Parte I: Preparo de uma solução de aproximadamente 10 mg/L de Cu (solução-mãe):



- Pesar 0,02 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- Dissolver em água destilada e completar para 500 mL num balão volumétrico.
- Diluir e

Parte II: Diluição da solução-mãe

Os alunos em grupos irão receber a solução-mãe de concentração 10 mg/L de sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e fazer as diluições conforme as etapas seguintes:

- a) Utilize a fórmula $C_1.V_1 = C_2.V_2$ com a concentração inicial de 10 mg/L e as concentrações finais de 0,04 mg/L; 0,08 mg/L; 0,2 mg/L; 1,0 mg/L para calcular os volumes necessários para o preparo de 500 mL de cada solução. Utilize a Tabela 2 para completar com os volumes calculados.
- b) Medir os volumes das soluções-mãe com uma seringa e transferir para o balão volumétrico de 500 mL.
- d) Completar o volume do balão volumétrico até 500 mL com água destilada.
- e) Transferir a solução preparada para um frasco limpo etiquetado com o nome da solução, concentração e a data.

Tabela 2 - Resultados obtidos

Solução	Vol. Inicial (mL)	Conc. inicial (g/L)	Vol. Final (mL)	Conc. Final (g/L)
Controle	0	0	500 mL	0
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2 mL	10 mg/L	500 mL	0,04 mg/L
	4 mL	10 mg/L	500 mL	0,08 mg/L
	10 mL	10 mg/L	500 mL	0,2 mg/L
	50 mL	10 mg/L	500 mL	1,0 mg/L

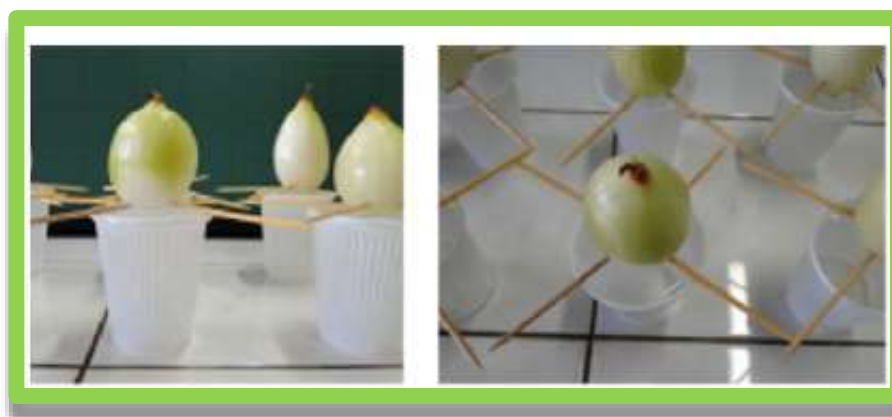
Parte III: Após a realização das partes I e II questiona-se os alunos para estimular a curiosidade. Quais são os possíveis efeitos esperados ao colocar cebolas em contato com as soluções preparadas, contaminadas com cobre?

- Selecionar cebolas adequadas para o experimento, garantindo uniformidade e integridade. Os testes serão realizados em duplicatas.
- No grupo controle utilizar somente água destilada, sem adição de metais
- Rotular os recipientes (copo de plástico) de acordo com o grupo experimental e controle.



- Preencher os recipientes (copo de plástico) para os grupos experimentais com as diluições (0,04 mg/L, 0,08 mg/L, 0,2 mg/L, 1,0 mg/L) contendo metal e o controle (0 mg/L).
- Posicionar cada cebola em um recipiente (copo plástico) com o suporte dos palitos, de modo que somente o bulbo fique em contato com a solução, conforme a Figura 3.
- Manter as condições ambientais adequadas para o crescimento das cebolas, incluindo luz, temperatura e umidade.
- Monitorar regularmente o crescimento das cebolas em cada grupo, registrando observações sobre possíveis alterações morfológicas e de saúde das plantas.
- Após o período de 7 dias interpretar os resultados em relação aos efeitos da contaminação por metais pesados no crescimento e saúde das cebolas. Medir o comprimento das raízes.
- Extrair conclusões sobre os possíveis impactos ambientais e à saúde humana decorrentes da contaminação por metais pesados na água.

Figura 3 - Montagem do experimento



Fonte: Palácio et al. (2013).

3. Discussão da experimentação: Após a experimentação retome com os grupos de alunos as principais observações verificadas na aula experimental. Para embasar a discussão utilize as questões norteadoras:

1- Como a contaminação por metais em um ecossistema aquático pode afetar a cadeia alimentar presente nesse ambiente? Explique como esse metal pode ser incorporado pelos organismos nos diferentes níveis tróficos e discuta as possíveis consequências para a saúde e a estabilidade do ecossistema.



2- Metais são contaminantes encontrados em efluentes oriundos de diversas atividades antrópicas. Quais as atividades antrópicas podem contribuir para o aumento dessa contaminação? Pesquise:

3- Por que foi importante incluir um grupo controle nas condições experimentais?

4. Apoio ao professor: O texto informativo 1 fornece ao professor subsídios conceituais fundamentais para discutir com os alunos a toxicidade dos metais, sua classificação como essenciais ou não essenciais e os efeitos de diferentes concentrações no organismo.

Texto 1 Texto informativo

A toxicidade dos metais depende da dose a que o organismo foi exposto e da forma química em que ele se apresenta. Muitos metais são essenciais para o crescimento de todos os tipos de organismos, desde as bactérias até mesmo o ser humano, mas eles são requeridos em baixas concentrações e podem danificar sistemas biológicos quando presentes em concentrações maiores. Outros metais, no entanto, não são essenciais, isto é, não são requeridos pelos organismos e pequenas concentrações podem causar danos aos organismos. Dessa forma, os metais são classificados em: elementos essenciais: sódio, potássio, cálcio, ferro, zinco, cobre, níquel e magnésio; e elementos não essenciais: arsênico, chumbo, cádmio, mercúrio, alumínio, titânio, estanho e tungstênio.

Fonte: Palácio, et al., 2013.

VI) CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES (AVALIAÇÃO)

1. **Vídeo:** Essa aula se inicia com a exibição do vídeo 1.

Vídeo 1 - Os riscos de descartar produtos que apresentam logística reversa



Fonte: <https://youtu.be/ba24ieFvcNo>

Após a visualização do vídeo 1, sugere-se conduzir uma atividade com o propósito de revisar os conceitos abordados, estimular a elaboração de explicações em grupo e fomentar a busca por soluções para os problemas de contaminação decorrentes da gestão inadequada de resíduos.

2. Dinâmica com Post-its: Apresente as questões seguintes uma a uma, lendo-as em voz alta para todos os participantes:

- a) Como a ausência de uma gestão adequada de resíduos está conectada à questão problema apresentada no início da Unidade (A crise do cádmio na água potável)?
- b) Como é feito o recolhimento do lixo eletrônico na nossa cidade?
- c) Qual é o papel da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) na gestão de resíduos relacionados a produtos como agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos?
- d) Quais são os principais objetivos da implementação de sistemas de logística reversa conforme exigido pela PNRS?
- e) Quais são os possíveis riscos associados à contaminação dos lençóis freáticos por substâncias tóxicas provenientes do descarte inadequado desses produtos?
- f) Por que a queima inadequada de produtos contendo substâncias químicas e metais tóxicos é considerada uma ameaça ao meio ambiente e à saúde humana?
- g) De que forma a conscientização da população sobre a importância da destinação correta dos resíduos eletrônicos pode contribuir para a preservação do meio ambiente e a promoção da saúde pública? Como as práticas sustentáveis podem reduzir a contaminação ambiental e proteger a saúde das comunidades?

- Na sequência, divida os participantes em grupos pequenos.
- Cada grupo receberá um conjunto de post-its.
- Os grupos discutirão cada uma das questões e registrarão suas ideias, insights e respostas em post-its separados.
- Após a discussão, cada grupo colará seus post-its no quadro.
- Os post-its devem ser organizados por questão, formando um mapeamento visual das respostas dos participantes.
- Depois que todos os grupos tiverem colocado seus post-its, promova uma apresentação das respostas.
- Conclua a dinâmica com uma síntese das principais ideias e insights discutidos.



REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final de resíduos de pilhas e baterias. Disponível em:

https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=570. Acesso em: 18 set. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em:

https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 08 ago. 2023.

CHAVES, R. C. P. **Avaliação do teor de metais pesados na água tratada do município de Lavras – MG**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008: UFLA, 2008. Disponível em:

http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2473/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20teor%20de%20metais%20na%20%C3%A1gua%20distribu%C3%ADa%20na%20cidade%20de%20Lavras-MG.pdf. Acesso em: 18 set. 2023.

PALÁCIO, S.; CUNHA, M.; ESPINOZA-QUIÑONES, F.; NOGUEIRA, D. Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 79-83, maio 2013.

SOUSA, G. C. Contaminação do oceano por metais pesados. **Boletim Desvendando o Oceano**, n. 3, 2023. Edição: Rádio USP. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/contaminacao-do-oceano-por-metais-pesados/>. Acesso em: 24 abr. 2024.

ATIVIDADE INVESTIGATIVA 3

EXPLORANDO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL, SUSTENTABILIDADE E FUNÇÕES ORGÂNICAS POR MEIO DO TEMA PESTICIDA

A Atividade 3 possui encaminhamentos baseados nos pressupostos da investigação com o objetivo de abordar os conceitos de funções orgânicas por meio do tema Pesticidas. O propósito é estimular uma reflexão sobre a importância e necessidade desses produtos, bem como os impactos ambientais e à saúde que podem causar. A proposta tem como foco os estudantes da 2ª série do Ensino Médio conforme organização do Referencial Curricular do Paranaense para o Ensino Médio.

a) Tempo: 8 aulas

b) Objetivos

- Relacionar os grupos funcionais orgânicos com os pesticidas e seus impactos;
- Promover habilidades de investigação e análise crítica.
- Discutir questões relacionadas à agricultura sustentável e ao meio ambiente.
- Reconhecer as funções orgânicas presentes nesses pesticidas e nos inseticidas naturais.

c) Recursos didáticos

Texto problema, Recorte de artigo, Vídeo, Slides, Pesquisa, Mesa redonda, Juri simulado, Mapa mental.

d) Encaminhamentos metodológicos

Os encaminhamentos metodológicos deste manual foram elaborados seguindo 4 etapas no contexto do ensino por investigação.

I) FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

1. Divisão em Grupos: Divida a classe em grupos de 3 a 5 alunos.

2. Situação-problema: Disponibilizar o texto 1 - “Investigando a Química dos Pesticidas” para os estudantes.

Texto 1 – Problemática inicial

Investigando a Química dos Pesticidas

Alfredo mora num pequeno sítio familiar no interior do Paraná juntamente com seus pais. Eles cultivam uma variedade de alimentos para a própria subsistência e para a venda local. Alfredo, seguindo as práticas agrícolas que aprendeu com seus pais, sempre utilizou pesticidas para proteger suas plantações das pragas e garantir uma colheita abundante. No entanto, ao longo dos anos, Alfredo começou a notar mudanças preocupantes no seu ambiente de trabalho e na saúde de sua família. As plantações pareciam menos vibrantes, os pássaros que antes alegravam a propriedade tornaram-se raros e ele próprio começou a sentir sintomas de intoxicação, como dores de cabeça persistentes e problemas respiratórios. Intrigado e preocupado com essas transformações, Alfredo decidiu buscar ajuda e contatou uma equipe de consultores especializados em agricultura para resolver esses problemas.

Fonte: autoria própria (2025).

Após conhecer o cenário de Alfredo, e as mudanças preocupantes que ele observou no ambiente em que vive e na saúde de sua família, incentive os alunos a elaborarem uma explicação aos efeitos observados.

3. Formulação de Hipóteses: Peça aos grupos que discutam, elaborem hipóteses sobre as possíveis causas das mudanças observadas por Alfredo. Encoraje-os a considerar não apenas os efeitos diretos dos pesticidas nas plantações, mas também os impactos ambientais e na saúde humana.

Possíveis hipóteses para sustentar a discussão:

a) Hipótese da contaminação ambiental: Alfredo pode ter percebido mudanças no ambiente devido à contaminação do solo e da água causada pelo uso excessivo e inadequado de pesticidas. Essa contaminação poderia afetar não apenas a saúde das plantas, mas também a fauna local e possivelmente até a saúde humana.

b) Hipótese da resistência de pragas: Pode-se sugerir que, ao longo dos anos, as pragas desenvolveram resistência aos pesticidas utilizados por Alfredo, levando a uma redução na eficácia desses produtos e, conseqüentemente, a uma deterioração na saúde das plantações.

c) Hipótese da exposição ocupacional: Os sintomas de intoxicação experimentados por Alfredo e sua família podem ser atribuídos à exposição crônica aos pesticidas durante o trabalho agrícola. Isso levanta preocupações sobre os efeitos da exposição ocupacional a substâncias químicas tóxicas na saúde dos trabalhadores rurais.

d) Hipótese da biomagnificação: Os pesticidas utilizados por Alfredo podem ter sido absorvidos pelas plantas e pelos organismos do solo, levando à biomagnificação dessas substâncias na cadeia alimentar local. Isso pode resultar em efeitos adversos para a fauna selvagem e para os seres humanos que consomem alimentos produzidos na região.

e) Hipótese da falta de conhecimento sobre manejo integrado: A falta de conhecimento sobre práticas de manejo integrado de pragas e sobre alternativas aos pesticidas pode ter contribuído para a situação enfrentada por Alfredo. Isso destaca a importância da educação e do treinamento adequados para os agricultores sobre métodos sustentáveis de controle de pragas adequados para os agricultores sobre métodos sustentáveis de controle de pragas.

4. Pesquisa e embasamento teórico: Sugere-se a leitura do recorte de artigo 1 e recomenda-se que os alunos realizem pesquisas colaborativas utilizando a Internet sobre as questões seguintes para iniciar um diálogo e reflexão.



Recorte de artigo 1 - A Química dos Agroquímicos

Agrotóxicos, defensivos agrícolas, pesticidas, praguicidas, remédios de planta ou veneno: são inúmeras as denominações relacionadas a um grupo de substâncias químicas utilizadas no controle de pragas e doenças de plantas (Peres e Moreira, 2003).

O desenvolvimento dessas substâncias foi impulsionado pelo anseio do homem em melhorar sua condição de vida, procurando aumentar a produção dos alimentos.

Desde o início da civilização, o homem é o principal responsável pelas transformações ocorridas na natureza em razão da evolução da sua espécie e da crescente busca por espaço e alimento.

Há cerca de 10.000 anos, com o desenvolvimento agrícola, a densidade populacional começou a aumentar e, conseqüentemente, a relação entre as espécies mudou. O homem começou a estocar grãos, vegetais e carne, e esses estoques tornaram-se fontes de alimento para agrupamentos humanos e animais domésticos (Barbosa, 2004).

Os campos cultivados, entretanto, tornaram-se fontes de alimento para as mais variadas espécies de insetos e roedores e também foram atacados por fungos e bactérias. Essas espécies se multiplicaram rapidamente por causa da grande quantidade de alimento e passaram a interferir no bem-estar das pessoas, sendo, por isso, consideradas pragas.

O homem sempre buscou maneiras para combater as pragas que atacavam as plantações: desde rituais religiosos até o desenvolvimento de agrotóxicos. O uso destes

foi um dos grandes avanços que proporcionou o aumento da produção de alimentos.

São considerados agrotóxicos, de acordo com a *Food and Agriculture Organization* (FAO) (Peres e Moreira, 2003), qualquer substância ou mistura de substâncias utilizadas para prevenir, destruir ou controlar qualquer praga – incluindo vetores de doenças humanas e animais, espécies indesejadas de plantas e animais, causadoras de danos durante (ou interferindo na) produção, processamento, estocagem, transporte ou distribuição de alimentos, produtos agrícolas, madeira e derivados – ou que deva ser administrada para o controle de insetos, aracnídeos e outras pragas que acometem os corpos de animais de criação.

O termo agrotóxico inclui inseticidas (controle de insetos), fungicidas (controle de fungos), herbicidas (combate às plantas invasoras), fumigantes (combate às bactérias do solo), algicidas (combate a algas), avicidas (combate a aves), nematocidas (combate aos nematoides), moluscicidas (combate aos moluscos), acaricidas (combate aos ácaros), além de reguladores de crescimento, desfoliantes (combate às folhas indesejadas) e dissecantes (Baird, 2006; Silva e Fay, 2004).

Fonte: Braibante e Zappe (2012, p. 10).

- O que são pesticidas? Quais são as categorias de substâncias incluídas no termo "pesticidas" e qual a função de controle de cada um?
- Como os pesticidas podem afetar diferentes aspectos do ecossistema, incluindo a biodiversidade, a qualidade do solo e da água, bem como os riscos para a saúde humana?
- Por que é necessário o uso de Pesticida?
- É possível alimentar toda a população sem o uso de pesticidas?
- Quais são as quatro classes nas quais os pesticidas podem ser classificados com base nos perigos que podem representar para os seres humanos?
- Por que é importante que os aplicadores de pesticidas usem Equipamentos de Proteção Individual (EPI)? Quais são os EPIs necessários?

II) RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

- Discussão coletiva:** os alunos deverão compartilhar suas respostas com os demais grupos, a professora irá mediar a discussão destacando possíveis divergências ou pontos em comum nas pesquisas.

2. Amplie as discussões: Para enriquecer ainda mais as discussões em sala de aula, considere as questões norteadoras:

- O que é agricultura sustentável?
- Como a rotação de culturas, o uso de adubos orgânicos e o controle biológico de pragas contribuem para a saúde ambiental e a produção agrícola a longo prazo?

Disponibilize o Vídeo 1 “Agrotóxicos no Brasil: impactos na saúde e no meio ambiente” e o vídeo 2 sobre “Agrotóxicos” para instigar os alunos a refletirem sobre os problemas enfrentados por Alfredo e sua família.

Vídeo 1 - Agrotóxicos no Brasil: impactos na saúde e no meio ambiente



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Rqq2IM25Fp8>

Vídeo 2 - Agrotóxicos



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=72AQuGiechY&t=1s>

3. Retome ao problema inicial. Com base nos estudos dessa Unidade, incentive os alunos a pesquisarem Planos de ação para ajudar Alfredo e sua família a fazer a transição para práticas agrícolas sustentáveis.

Destaque os principais pontos levantados e construa um quadro juntamente com os alunos sintetizando os planos de ação que cada grupo sugeriu para resolver o problema enfrentado por Alfredo.

PLANO DE AÇÃO	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

4. Aprofunde o conhecimento: Como foi visto os pesticidas são substâncias amplamente utilizados para controle de pragas. Muitos desses produtos são compostos orgânicos que possuem grupos funcionais específicos em suas estruturas químicas. Nesse momento os educandos receberão o recorte de artigo 2 para ver exemplos de Fórmulas estruturais e Grupos Funcionais de inseticidas naturais como a Nicotina e a Rotenona e de um inseticida sintético, o DDT.

Recorte de artigo 2: Inseticidas Naturais

Exemplos de inseticidas naturais orgânicos são a nicotina e a rotenona. A nicotina (Figura 1), extraída das folhas de fumo (*Nicotiana tabacum*), começou a ser utilizada no século XVII para controlar insetos em jardins, prática feita até hoje. A rotenona (Figura 2) é isolada de raízes de *Derris elliptica*, planta comum na Malásia e na Indonésia, e de espécies de *Lonchocarpus*, existentes na África e América do Sul e, desde o final do século XIX, é utilizada para o controle de lagartas.

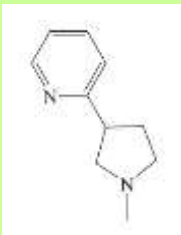


Figura 1 Fórmula estrutural da Nicotina

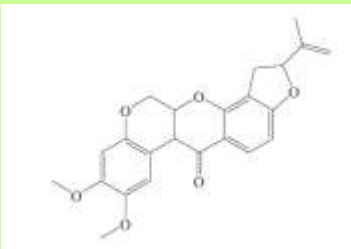


Figura 2 Fórmula estrutural da Rotenona

Os inseticidas orgânicos sintéticos começaram a ser utilizados em grande escala na década de 1940, durante a Segunda Guerra Mundial, a fim de proteger os soldados das regiões tropicais e subtropicais da África e da Ásia, das pragas transmissoras da doença-do-sono, malária, dentre outras. Devido à necessidade de proteger o exército, as pesquisas de novos inseticidas foram impulsionadas, o que resultou no desenvolvimento de vários agrotóxicos que são usados ainda hoje.

Um marco importante para a Química foi a descoberta da atividade inseticida do 1,1,1-tricloro-2,2-di(p-clorofenil) etano (Figura 3) em 1939, conhecido como DDT. Esse inseticida foi utilizado pela primeira vez em 1943, durante a Segunda Guerra Mundial, para combater piolhos que infestavam tropas norte-americanas na Europa e que transmitiam uma doença chamada tifo exantemático (Branco, 2003).

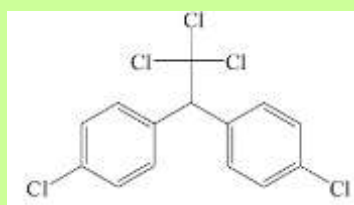


Figura 3 Fórmula estrutural do DDT

Fonte: Braibante e Zappe (2012, p. 11 - 12).

III) SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

1. Questão impulsionadora: Como podemos identificar e classificar os grupos funcionais presentes nos pesticidas? Qual é a importância dessa identificação para compreendermos os efeitos biológicos e a toxicidade desses compostos na agricultura e no meio ambiente?

2. Embasamento teórico: Nesse momento será apresentado e entregue uma cópia dos principais grupos funcionais orgânicos (Quadro1). A professora irá explicar essa classificação e por meio de Slides irá apresentar o Quadros 2, para que junto aos alunos possam identificar e destacar as funções orgânicas presentes em cada um dos Inseticidas Naturais. Após isso a professora disponibiliza o Quadro 3, para que os próprios alunos façam essa identificação de grupos funcionais orgânicos nas fórmulas moleculares de alguns Pesticidas.

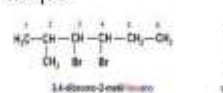
Quadro 1 – Grupos funcionais orgânicos

Haletos Orgânicos

Grupo funcional:



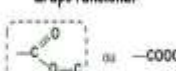
Exemplos:



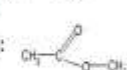


Éster

Grupo funcional:

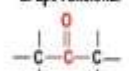


Exemplos:



Cetona

Grupo funcional:

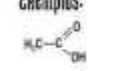


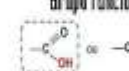
Exemplos:



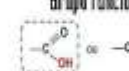
Ácidos Carboxílicos

Exemplos:





Grupo funcional:



Álcoois

Grupo funcional:



Exemplos:





Nomenclatura:

Prefixo + infixo + ol

Posição e nome do radical + prefixo + infixo + ol

Fenol

Grupo funcional:



Exemplos:





Éter

Grupo funcional:



Exemplos:





Aldeídos

Grupo funcional:



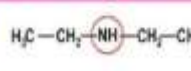
Exemplos:





Funções Nitrogenadas

Amina:



Amida:

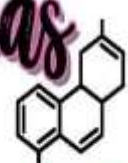


Nitrocomposto:



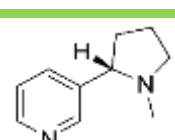
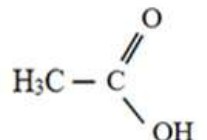
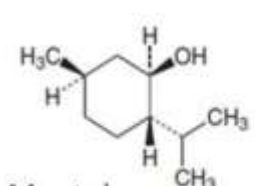
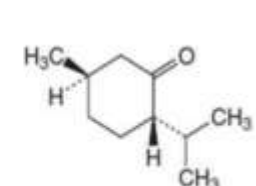


Funções Orgânicas



Fonte: <https://studymaps.com.br/funcoes-organicas/>

Quadro 2 - Funções orgânicas presentes em alguns Inseticidas naturais

Inseticida natural	Estrutura química do princípio ativo	Funções Orgânicas
Fumo	 Nicotina	Amina
Vinagre	 Ácido Acético	Ácido Carboxílico
Hortelã	 Mentol  Mentona	Álcool, cetona

Quadro 4 Características dos pesticidas Glifosato e Deltametrina

	Glifosato	Deltametrina
Nome químico (IUPAC)		
Fórmula molecular		
Fórmula estrutural		
Classe		
Grupos funcionais		
Culturas onde é utilizado		
Classificação taxológica		

Fonte: Autoria própria (2024).

4.Estratégis geek: essa atividade tem como objetivo que os alunos organizem grupos de maneira colaborativa, permitindo, assim, que uns aprendam com os outros, praticando as atividades, discutindo e chegando ao resultado final. A regra principal é que os alunos resolvam cada questão juntos, evitando, dessa forma, que os alunos dividam as tarefas ou que cada um faça o que sabe antes do outro.

- 1) O professor deverá formar equipes com o mínimo de três e o máximo de cinco alunos, mas com número igual de participantes.
- 2) Deverá distribuir, para cada grupo, uma folha com vários exercícios, que podem ser de múltipla escolha ou questões abertas, segue link abaixo com as questões. Poderá, inclusive, propor a produção de um texto coletivo e o gabarito ou folha de respostas.

https://docs.google.com/document/d/1dEvg9glTvbb-TltJJ2kEKz_FYWJCZe23NfHQ7WEn-es/edit?usp=sharing

- 3) Ao sinal do professor, todas as equipes deverão iniciar a resolução dos exercícios ou atividades. Para a gestão do tempo, o professor poderá utilizar um cronômetro.
- 5) Após um período pré-determinado, o professor deverá entregar o gabarito correto ou o padrão de resposta, para que sejam feitas as devidas correções em grupo.
- 6) Sairá vencedor o grupo ou os grupos que apresentarem o maior número de acertos.
- 7) Ao término da atividade, o professor deverá corrigir coletivamente, proporcionando com que todos os alunos tenham as respostas corretas.

VI) CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES (AVALIAÇÃO)

1.Juri Simulado: Nessa aula a turma deve ser dividida em grupos (dois grupos de debatedores e um júri popular), os grupos devem fazer uma pesquisa com auxílio da internet e depois debatem sobre o tema proposto.

GRUPO 1

ARGUMENTOS PARA USO DE
PESTICIDAS.

GRUPO 2

ARGUMENTOS CONTRA O USO DE
PESTICIDAS.

O grupo 1 que defende o uso de pesticidas pode apresentar argumentos como:

1. A necessidade de pesticidas para aumentar a produtividade agrícola e garantir a segurança alimentar.
2. Os benefícios econômicos para os agricultores, que dependem dos pesticidas para proteger suas plantações e garantir sua subsistência.
3. A importância dos pesticidas na prevenção de doenças nas plantações e na redução de perdas de colheitas.
4. A aprovação regulatória dos pesticidas por órgãos governamentais que garantem sua segurança para uso.

Por outro lado, o grupo 2 que é contra o uso de pesticidas pode apresentar argumentos como:

1. Os riscos à saúde humana e ao meio ambiente associados ao uso indiscriminado de pesticidas, incluindo contaminação do solo, da água e dos alimentos.

2. O impacto negativo dos pesticidas na biodiversidade, causando a morte de insetos polinizadores e outros organismos benéficos.

3. O desenvolvimento de resistência de pragas e o surgimento de superpragas devido ao uso excessivo de pesticidas.

4. A viabilidade de alternativas mais sustentáveis, como agricultura orgânica e agroecologia, que promovem a saúde do solo, a diversificação de culturas e a redução do uso de produtos químicos sintéticos.

Júri Popular:



Durante o debate, os membros do júri devem tomar notas sobre os argumentos de ambos os lados. Após o debate os membros do júri votam para decidir qual grupo apresentou os argumentos mais convincentes e justificam sua decisão.

2. Construção de Mapa Mental: Nesta atividade, os alunos deverão criar um Mapa Mental que resuma tudo o que aprendeu sobre Pesticidas, Meio ambiente, Sustentabilidade e Impactos à Saúde. O mapa mental permite que os alunos reflitam sobre o que foi discutido e consolidem suas aprendizagens de forma organizada.

Peça aos alunos que comecem revisando as anotações e os materiais de aula para garantir a inclusão de todos os itens discutidos.

Peça aos alunos que entreguem o mapa mental completo para a próxima aula, em que juntos deverão compartilhar e discutir as diferentes perspectivas sobre o uso de pesticidas e suas alternativas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

BRAIBANTE, F.E. M.; ZAPPE A. J. Química e Sociedade - A Química dos Agrotóxicos. **Química nova na escola**. v. 34, n. 1, p. 10-15, fev. 2012.

BRANCO, S.M. **Natureza e agroquímicos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003.