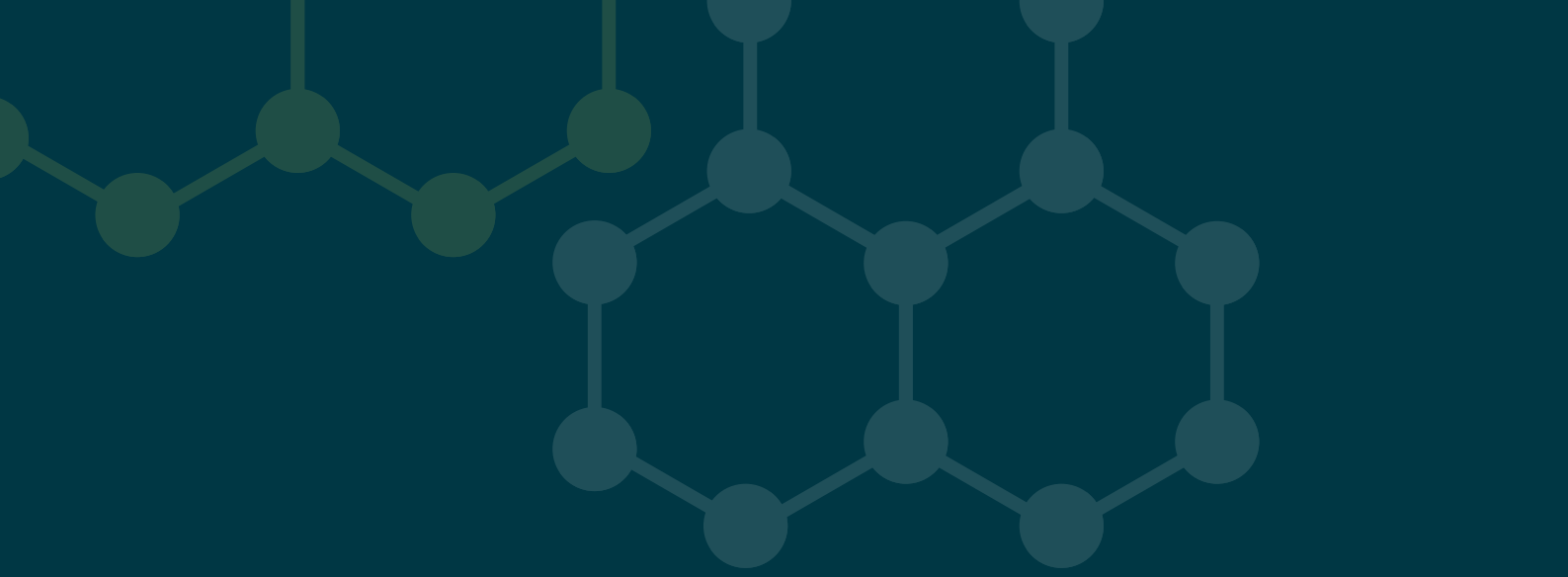
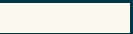




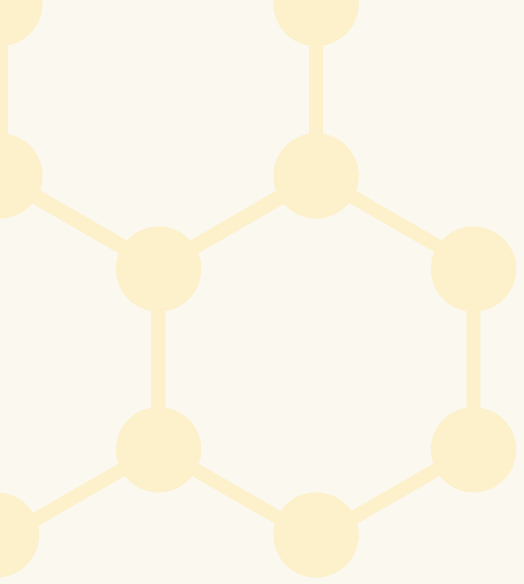
UMA UNIDADE DIDÁTICA
MULTIESTRATÉGICA



*O que tem nessa água?
A espectroscopia explica!*



Evilim Martinez de Oliveira
Amadeu Moura Bego
Milena Alves
José Anchieta Gomes Neto



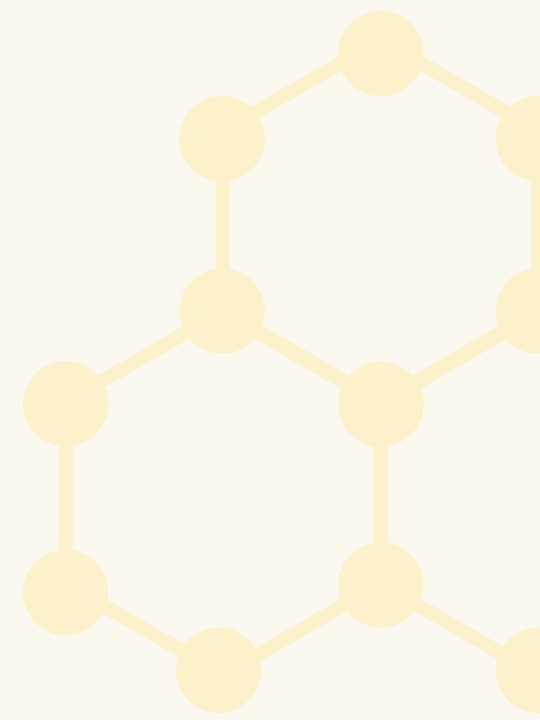
Evilim Martinez de Oliveira
Amadeu Moura Bego
Milena Alves
José Anchieta Gomes Neto

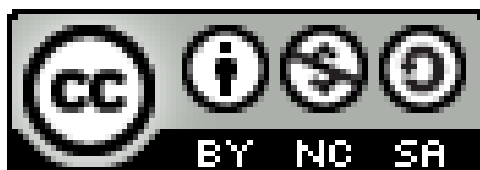
**O que tem nessa água?
A espectroscopia explica!**

Araraquara

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

2021





FICHA CATALOGRÁFICA

O11 O que tem nessa água? : a espectroscopia explica! /
Evilim Martinez de Oliveira ... [et al.]. – Araraquara : Instituto
de Química, Universidade Estadual Paulista, 2021.

PDF (54 p.) : il. color.
Online

1. Planejamento docente. 2. Metais tóxicos.
3. Modelos atômicos. 4. Poluição da água. 5.
Espectroscopia. I. Oliveira, Evilim Martinez de. II. Bego,
Amadeu Moura. III. Alves, Milena. IV. Gomes Neto, José
Anchieta. V. Título

CDD 628.161

Biblioteca do Instituto de Química, Unesp, câmpus de Araraquara
Bibliotecária: Ana Carolina Gonçalves Bet - CRB8/8315

Organização do manual didático

Páginas de aberturas

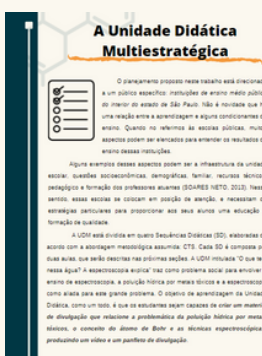


Apresentação

Texto explicativo sobre o que é uma Unidade Didática Multiestratégica (UDM)

Carta ao professor

Texto explicativo dedicado aos docentes que utilizarão este material.



A Unidade Didática Multiestratégica

Texto informativo dos principais assuntos abordados neste material e do conteúdo o qual se relaciona esta UDM

Organização do manual didático

Abertura do capítulo

Sequência Didática 1

Um grande problema: a poluição!

Objetivo de aprendizagem

Entender os problemas causados pela poluição de água por metais tóxicos, inferindo as principais fontes de poluição e vantagens das técnicas de detecção utilizadas, através de uma pesquisa direcionada.

ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Os conteúdos previstos para esta SD são:

- Poluição química da água e suas consequências;
- Composição química dos poluentes;
- Monitoramento de contaminação das águas;
- Detecção de metais pesados em água através do uso da radiação (espectroscopia);
- Vantagens das técnicas espectroscópicas.

A estratégia avaliativa adotada é a avaliação formativa, em que a avaliação é realizada processualmente, sem a intenção de punir, mas sim de fornecer um retorno aos estudantes de como sua aprendizagem se desenvolve. A perspectiva da avaliação formativa permite que o professor melhore sua prática e busque alternativas para favorecer a aprendizagem de seus alunos.

Em cada abertura de capítulo estão contidos o título da Sequência Didática (SD), além do objetivo de aprendizagem. Também estão organizados no tópico "orientações ao professor" um breve resumo dos conteúdos abordados e das estratégias didáticas e avaliativas propostas.

Aulas

SD 1 - Um grande problema: a poluição!

Aula 1

Duração da aula

45 minutos

Recursos Didáticos

- Aparelho projetor
- Lousa

Materiais de aprendizagem

- Textos para a estratégia Jigsaw
- Slides produzidos pelo(a) professor(a)

Conteúdos de ensino

- A escassez e importância da água potável;
- Fontes pontuais e não pontuais de poluentes;
- Composição química dos poluentes;
- Consequências da poluição por metais tóxicos;
- Poluição química da água e suas consequências.

Estratégias Didáticas

- Aula expositiva dialogada
- Aprendizagem cooperativa Jigsaw

Estratégia Avaliativa

- A avaliação deve ser realizada de maneira informal, através da participação dos alunos na dinâmica proposta, por meio da exposição das ideias e na tentativa de melhorá-las ao longo da discussão.

São apresentadas informações de cada aula, como a duração, recursos necessários, conteúdos e estratégias didáticas e avaliativas. Além da descrição da aula

SD 1 - Um grande problema: a poluição!

Aula 1

Descrição das atividades

Parte 1 - Apresentação e gerenciamento

Duração: 10 minutos

A primeira parte da aula é reservada para que o professor apresente aos alunos a sequência didática que será desenvolvida. É recomendado que os alunos saibam o objetivo de aprendizagem, os instrumentos de avaliação e as expectativas do professor. Este momento também é reservado para que o professor realize as atividades gerenciais, tais como a chamada da turma e a organização dos alunos em 4 grupos.

Parte 2 - Explicação da atividade

Duração: 5 minutos

O professor irá explicar a atividade Jigsaw para os alunos e distribuir os textos de apoio para esta atividade.

Os alunos serão divididos em 4 grupos, relacionados aos textos, cujos temas serão:

- 1 - Escassez e importância da água;
- 2 - Fontes de poluentes;
- 3 - Consequências da poluição por metais tóxicos;
- 4 - Poluição por metais tóxicos no cotidiano.

Parte 3 - Aplicação da atividade

Duração: 15 minutos

Neste momento, será aplicada a atividade Jigsaw, sob supervisão do professor responsável.

Para saber mais sobre Jigsaw

FATABELLI, E. P.; FERRERA, L. N. A.; FERRERA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de química orgânica. Química Nova na Escola, n. 32, n. 3, p. 150-158, 2022.

A escolha da Jigsaw parte do pressuposto de que as atividades cooperativas podem favorecer a interação mais efetiva entre os indivíduos durante o processo de aprendizagem, além de ressaltar como características e recursos sociais, pois os estudantes precisam, ao longo da interação, compreender os ideias, melhorando e sua percepção individual e coletiva sobre o assunto tratado. (FATABELLI, et al., 2020)

Parte 3 - Fechamento da aula

Duração: 5 minutos

Neste momento, um representante de cada um dos grupos irá expor as conclusões que chegaram em relação aos assuntos discutidos. O professor deverá guiar a discussão, de forma a torná-la mais produtiva, ressaltando os principais pontos de cada um dos textos.

Informações adicionais

Na descrição das aulas são apresentados modelos de atividades propostas, tais como roteiros experimentais, relatórios e textos informativos que podem ser utilizados e/ou adaptados pelo professor no decorrer das aulas.

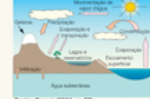
Apêndice

Texto de apoio para a atividade proposta

Texto de apoio para o grupo 1

Escassez e importância da água

Figura 1. O ciclo hidrológico



Fonte: Graça (2005, p. 33)

Reservatório	Volume (t ₃)	Tempo médio de permanência
Oceanos e mares	95,96	4.000 anos
Canais e rios	2,97	10 - 100 dias
Água subterrânea	1,05	2 semanas a 10.000 anos
Lagos, rios, pântanos e reservatórios artificiais	0,009	2 semanas a 37 anos
Biotfera	0,0002	1 semana
Atmosfera	0,001	10 dias

Fonte: Adaptado de Tosiatti et al., 2009 e Pardo et al., 2004

Espectroscopia: uma aliada do controle de qualidade da água contaminada

Roteiro do procedimento experimental

Aula 6

Nome do Investidor do Ensino

Disciplina

Resumo experimental

ANOTAÇÕES

Tabela 1. Observações das soluções contidas

Elemento

Car de ródio

Car de ródio

Car de ródio

Car de ródio

Car de ródio

Car de ródio

Car de ródio

Car de ródio

Car de ródio

Car de ródio

SUMÁRIO

O QUE TEM NESSA ÁGUA?
A ESPECTROSCOPIA
EXPLICA!

APRESENTAÇÃO.....	6
CARTA AO PROFESSOR.....	10
A UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA.....	12
SEQUENCIA DIDÁTICA 1. UM GRANDE PROBLEMA: A POLUIÇÃO.....	14
AULA 1.....	15
AULA 2.....	19
SEQUENCIA DIDÁTICA 2. ÁTOMO DE BOHR: ENTENDENDO A EMISSÃO DE LUZ	22
AULA 3.....	23
AULA 4.....	25
SEQUENCIA DIDÁTICA 3. ESPECTROSCOPIA: UMA ALIADA DO CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA CONTAMINADA	27
AULA 5.....	28
AULA 6.....	30
SEQUENCIA DIDÁTICA 4. ÁGUA CONTAMINADA POR METAIS TÓXICOS: ESSE PROBLEMA TEM SOLUÇÃO!	35
AULA 7.....	36
AULA 8.....	38
REFERÊNCIAS.....	40
APÊNDICE.....	41

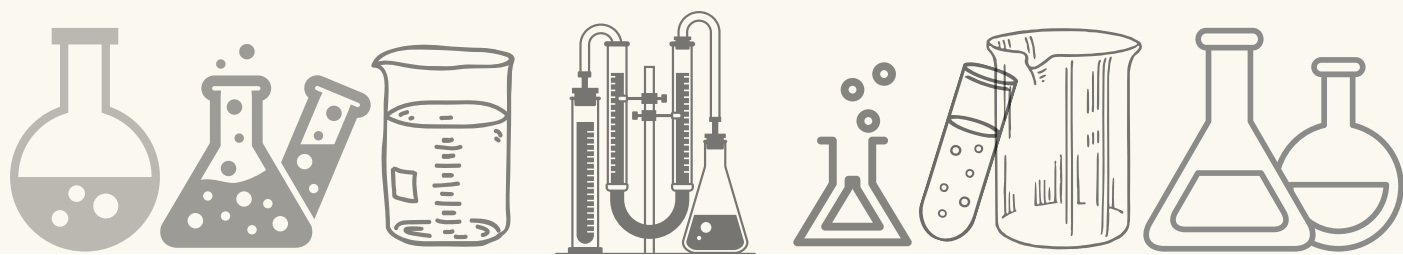
Apresentação



O planejamento de ensino é uma responsabilidade profissional do professor que não deve ser encarada como uma atividade meramente burocrática e nem se configurar no mero uso de planos confeccionados por terceiros. O protagonismo da ação educativa deve ser dos professores em função de serem os profissionais que compreendem aspectos peculiares de suas próprias disciplinas, da própria forma de se ensinar e da flexibilidade necessária para o relacionamento com seus estudantes, bem como das particularidades dos ambientes onde atuam. Articular o planejamento à prática pedagógica concreta tem o objetivo tanto de melhor qualidade do ensino quanto negar propostas educacionais "encaxotadas" que pouco atendam às necessidades de um contexto escolar dotado de singularidade, complexidade e demandas próprias. Planejar o ensino é uma tarefa árdua pois demanda relacionar currículo, materiais didáticos, contextos de ensino, particularidades do próprio conhecimento e saberes profissionais.

Nesse sentido, a **Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química (RIPEQ)** vem desenvolvendo a proposta de Implementação das Unidades Didáticas Multiestratégicas (UDM) no ensino de química no contexto da Educação Básica. A implementação de uma UDM envolve 3 etapas que se complementam: o planejamento da UDM; a intervenção didático-pedagógica; e o replanejamento da UDM a partir da crítica sobre a intervenção concreta realizada.

A etapa de planejamento, primeira etapa, da UDM tem como intuito fornecer a fundamentação teórica e metodológica para que o professor de química possa pautar e investigar sua ação em situações reais de ensino. A ideia é favorecer o desenvolvimento da autonomia profissional ao estimular a dimensão autoral do planejamento de ensino ao passo em que também proporciona, de forma orientada e sistemática, as referências para basear as decisões do professor.



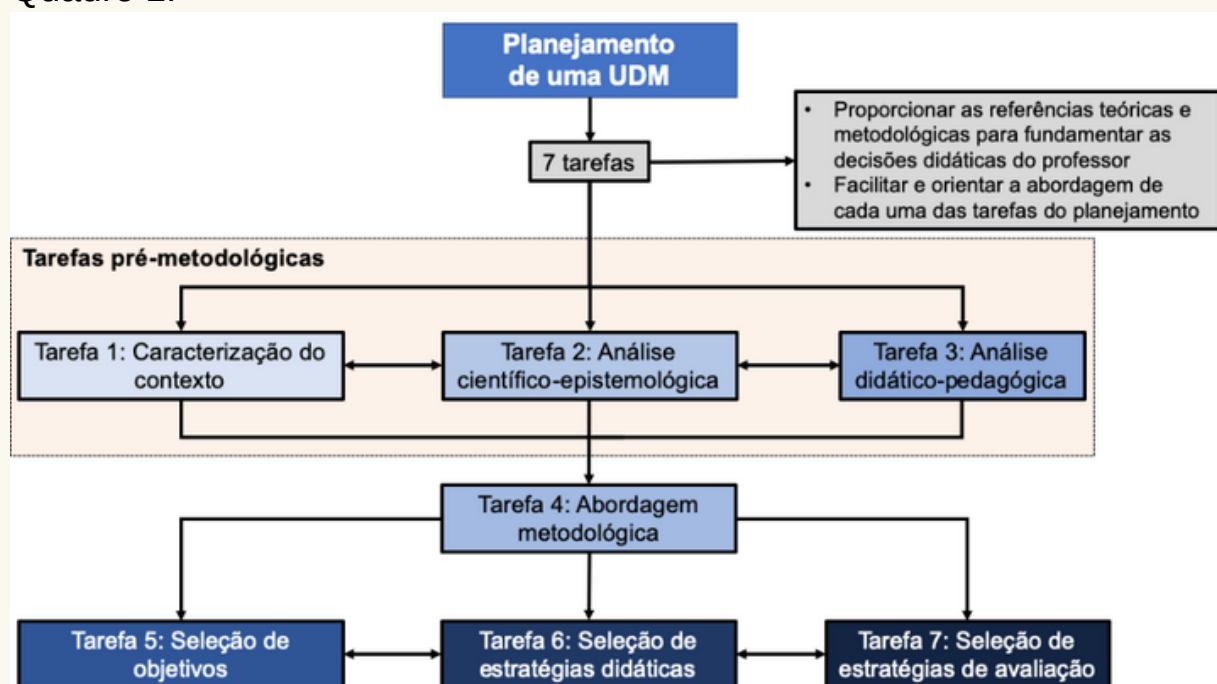
Apresentação



Uma UDM é um modelo de planejamento de ensino que abrange a integração, de modo organizado e sequenciado, de um conjunto de estratégias didáticas e de avaliação de acordo com objetivos de aprendizagem previamente definidos e delimitados a partir de uma dada abordagem metodológica (BEGO, 2016; BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021).

A etapa de planejamento de uma UDM se constitui em um rico processo investigativo e formativo na medida em que leva professores a elaborarem seus planejamentos de acordo com teorias pedagógicas de referência. Professores de química são orientados também a pesquisar e estudar sobre as diversas dimensões do conteúdo químico que será abordado na UDM; sobre os pré-requisitos, concepções prévias e obstáculos dos alunos na aprendizagem desses conteúdos; sobre diferentes propostas de estratégias didáticas e de avaliação indicadas na literatura da área; dentre outros.

O planejamento da UDM é feito mediante a realização de 7 tarefas interconectadas e retroalimentadoras ilustradas na Figura 1. As tarefas, os objetivos e os procedimentos envolvidos estão organizados no Quadro 1.

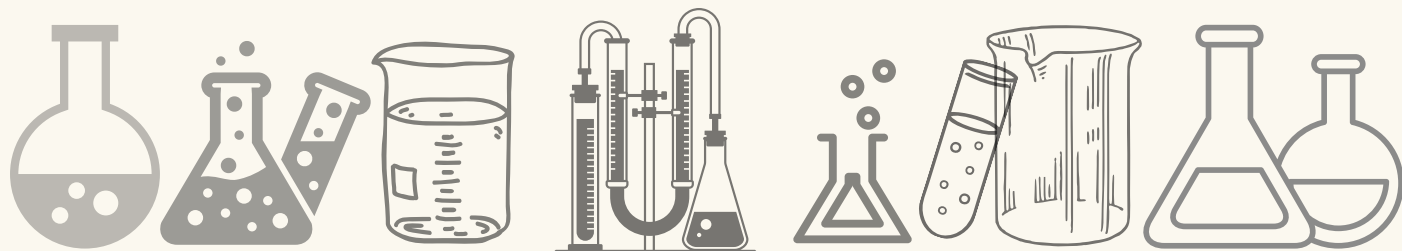


Apresentação



Quadro 1 - Objetivos e procedimentos das tarefas para o planejamento de uma UDM.

Tarefa	Objetivos	Procedimentos
Caracterização do contexto	- Racionalização do contexto de atuação - Identificação de condicionantes da prática pedagógica - Identificação de problemas práticos	1. Caracterização da unidade escolar 2. Caracterização da turma 3. Caracterização dos estudantes
Análise científico-epistemológica	- Estruturação dos conteúdos de ensino - Atualização científica do professor	1. Selecionar os conteúdos 2. Identificar o perfil conceitual ou histórico de desenvolvimento do(s) conceito(s) principal(is) 3. Definir o esquema conceitual da unidade
Análise didático-pedagógica	- Delimitação dos condicionantes de aprendizagem: adequação ao estudante	1. Levantamento das concepções prévias 2. Delimitar os obstáculos epistemológicos 3. Explicitar as implicações para o ensino
Abordagem metodológica	- Conscientização sobre a concepção de ensino e aprendizagem a ser adotada - Explicitação de uma visão de ciência - Definição dos propósitos e expectativas para o Ensino de Química em determinado nível educacional	1. Explicitar os princípios psicopedagógicos da abordagem metodológica adotada 2. Delimitar os papéis desempenhados por professor e alunos no processo de ensino e aprendizagem 3. Definir a finalidade do ensino de química na educação formal 3. Descrever a visão de ciência assumida e suas implicações para o ensino
Proposição dos objetivos	1. Reflexão sobre as potenciais aprendizagens dos alunos 2. Estabelecimento de referências para o ensino e a avaliação	1. Considerar conjuntamente as Tarefas de 1 a 5. 2. Definir e delimitar prioridades e hierarquizá-las
Seleção das estratégias didáticas	1. Determinação das estratégias e da melhor forma de sua estruturação e sequenciamento 2. Definição das tarefas a realizar por professor e estudantes	1. Considerar a abordagem metodológica e os objetivos de aprendizagem delimitados 2. Planejar a sequência global de ensino 3. Selecionar as estratégias didáticas 4. Elaborar materiais de aprendizagem 5. Prever recursos didáticos necessários
Seleção de estratégias de avaliação	1. Avaliação das aprendizagens dos alunos 2. Referências para ajustes e reorganizações do processo de ensino 3. Avaliação da própria UDM	1. Determinar o conteúdo da avaliação 2. Determinar atividades e momentos de atividades avaliativas e devolutivas para os estudantes 3. Planejar instrumentos para a coleta de informações sobre o processo de ensino e aprendizagem



Apresentação



A utilização de uma UDM como modelo de planejamento de ensino está baseada na premissa de que não são atividades pontuais e isoladas que promovem a aprendizagem dos estudantes, mas sim, um processo estruturado de maneira crítica e bem fundamentada.

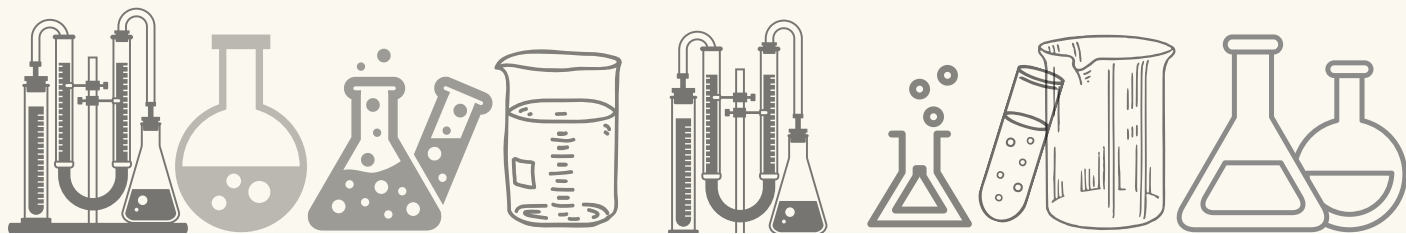
Ao fim de todas as tarefas do modelo da UDM, a intenção do planejamento é o favorecimento dos objetivos de aprendizagem em sala de aula por meio de ações organizadas de forma racional, estratégica e com fundamentação teórica e metodológica consistente. O propósito de tais tarefas de planejamento é proporcionar acesso a referências que fundamentem as decisões do professor para contribuir com a melhoria de sua prática profissional.

Concebe-se, assim, os professores não como técnicos reprodutores de planos de instrução alheios às suas preferências e visões de mundo, às características dos conteúdos a se ensinar e aos condicionantes de seus contextos de atuação, mas como profissionais criativos e autônomos em relação a sua prática pedagógica.

Esta proposta de UDM que chega a suas mãos é resultado de um amplo e profundo processo investigativo e crítico acerca tanto dos conteúdos químicos quanto de sua abordagem pedagógica no contexto da Educação Básica. Ela não foi concebida como um roteiro fixo e fechado a ser seguido de forma mecânica e acrítica, mas como uma rica fonte de inspiração e de referências a serem consideradas, criticadas e adaptadas aos contextos e demandas de seu trabalho. Esperamos que ela possa auxiliar na reflexão sobre um ensino de químico menos mnemônico, enciclopédico e fragmentado.

Para saber mais, você pode acessar o trabalho completo sobre esta UDM em: <http://hdl.handle.net/11449/210952>.

Prof. Amadeu Moura Bego



Carta ao professor



Prezado(a) professor(a),

Neste material, apresentamos uma Unidade Didática Multiestratégica (UDM) para o ensino de princípios da espectroscopia eletrônica, a partir do modelo atômico de Bohr. A escolha desse conteúdo levou em consideração a sua importância no que diz respeito a sua contribuição para o desenvolvimento do conhecimento científico, a extensa aplicabilidade tecnológica que a espectroscopia apresenta e os impactos positivos para a sociedade em relação aos avanços promovidos em direção a novas descobertas.

Dessa maneira, o conteúdo proposto foi tratado em torno de uma problemática social, que é a poluição hídrica por metais tóxicos. Foi possível discutir os aspectos teóricos, no que concerne às explicações acerca dos fenômenos observados, como a elaboração do modelo atômico por Bohr, a emissão de luz que ocorre quando um quantum de energia é absorvido pelo átomo; os aspectos fenomenológicos, como a identificação das propriedades físico-químicas relacionadas ao conceito de átomo, e a cor da luz que observamos quando realizamos um teste de chama; e o aspecto representacional, que se trata da representação do modelo atômico, do diagrama de energia, assim como os símbolos, equações e fórmulas que englobam este assunto. Então, foram privilegiados os conteúdos: (i) Poluição hídrica por metais tóxicos; (ii) Modelo atômico de Bohr; (iii) Comportamento dos

elétrons frente à absorção de energia; (iv) Emissão de luz; (v) Espectro eletromagnético; (vi) Detecção de metais por técnicas espectroscópicas.

Como premissa importante, foram consideradas as possíveis implicações que podem surgir durante a aula, no que se refere às concepções alternativas dos alunos e aos obstáculos epistemológicos acerca do conceito. Isso implica em cuidados em relação ao que enfatizar e ao que evitar ao longo das sequências didáticas que compõem a UDM, como: enfatizar que os modelos atômicos são propostos por modelos teóricos que rompem com os anteriores de tal forma que novos aspectos fenomenológicos possam ser melhor explicados; que o progresso das propostas de modelos atômicos está interligado à evolução histórica do conhecimento científico, visto que o conhecimento químico é dinâmico, portanto, provisório; e que a estrutura eletrônica do átomo é importante para a explicação dos fenômenos observados, e que os níveis de eletrônicos são preenchidos considerando a sua energia. Recomenda-se evitar: criar analogias dos modelos atômicos com objetos reais e observáveis que possam confundir o aluno ou fazer com que ele se apegue à imagem e não aos conceitos e características dos modelos abordados; explanar um modelo sem contextualização histórica que evidencie as rupturas com modelos anteriores; e focar na ideia de que o modelo anterior está “errado”.

Carta ao professor



Levando isso em consideração, a abordagem metodológica que permeará por toda a UDM será a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A escolha por essa metodologia de ensino se deu no encontro do objetivo da abordagem com o objetivo educacional proposto nos documentos oficiais, que estão voltados para a recriação da escola que, por meio do conhecimento, possibilite ao aluno o acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho (BRASIL, 2011). Além disso, o conteúdo proposto permite uma ampla gama de possibilidades de trabalhar os três pilares da abordagem metodológica com maestria.

Então, a UDM está dividida de acordo com as 5 etapas da CTS, proposta por Santos e Mortimer (2000), sendo elas: (I) introdução à problemática social, que foi a poluição hídrica por metais; (II) Análise da tecnologia relacionada, em que os alunos são apresentados à espectroscopia; (III) Estudo do conhecimento científico, em que são apresentados aos alunos os conceitos sobre o modelo atômico proposto por Bohr; (IV) Estudo da tecnologia associada à problemática, em que os alunos aprendem sobre a espectroscopia como tecnologia aliada à detecção de metais enquanto poluentes; (V) Discussão da questão social inicial, que culmina em uma proposta de intervenção dos alunos acerca do problema discutido, baseados em todo o conhecimento aprendido ao longo da UDM.

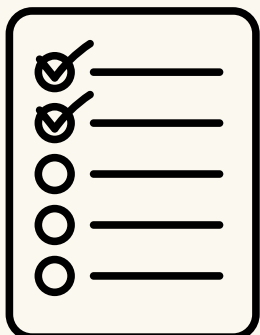
Visto isto, a abordagem CTS influenciou a organização e apresentação do conteúdo científico em função de um problema social, perpassando pela introdução à problemática social, o estudo do conhecimento científico e da tecnologia, e culminando em uma intervenção sobre o problema proposto embasado nos conhecimentos aprendidos.

A abordagem CTS associada ao conteúdo programático delimitado permitiu que este planejamento se fizesse adequado aos objetivos educacionais, e guiou todas as escolhas tomadas a partir de então.

Por fim, gostaríamos de enfatizar que este material deve ser utilizado como fonte de inspiração a você, professor, que está convidado a fazer os ajustes que julgar necessários, sejam de tempo e/ou das estratégias, a fim de atender às demandas e interesses de seus estudantes.

Fazemos um convite, também, para que você nos envie um *feedback* sobre o uso deste manual em sala de aula. As sugestões e críticas podem ser encaminhadas ao e-mail: **feedback.udm@gmail.com**

A Unidade Didática Multiestratégica



O planejamento proposto neste trabalho está direcionado a um público específico: *instituições de ensino médio público do interior do estado de São Paulo*. Não é novidade que há uma relação entre a aprendizagem e alguns condicionantes do ensino. Quando no referimos às escolas públicas, muitos aspectos podem ser elencados para entender os resultados do ensino dessas instituições.

Alguns exemplos desses aspectos podem ser a infraestrutura da unidade escolar, questões socioeconômicas, demográficas, familiar, recursos técnicos, pedagógico e formação dos professores atuantes (SOARES NETO, 2013). Nesse sentido, essas escolas se colocam em posição de atenção, e necessitam de estratégias particulares para proporcionar aos seus alunos uma educação e formação de qualidade.

A UDM está dividida em 4 Sequências Didáticas (SD), elaboradas de acordo com a abordagem metodológica assumida: CTS. Cada SD é composta por 2 aulas, que são descritas nas próximas seções. A UDM intitulada "*O que tem nessa água? A espectroscopia explica*" traz como problema social para envolver o ensino de espectroscopia, a poluição hídrica por metais tóxicos e a espectroscopia como aliada para este grande problema. O objetivo de aprendizagem da UDM, como um todo, é que os estudantes sejam capazes de ***criar um material de divulgação que relacione a problemática da poluição hídrica por metais tóxicos, o conceito do átomo de Bohr e as técnicas espectroscópicas, produzindo um vídeo e um panfleto de divulgação.***

A Unidade Didática Multiestratégica

O quadro abaixo mostra a organização da UDM em suas Sequências Didáticas, todas compostas por duas aulas.

Sequência Didática	Etapa CTS	Objetivo de aprendizagem
I Um grande problema: a poluição	Introdução à questão social inicial e Análise da tecnologia relacionada	Entender os problemas causados pela poluição de água por metais tóxicos, inferindo as principais fontes de poluição e vantagens das técnicas de detecção utilizadas, através de uma pesquisa direcionada.
II Átomo de Bohr: Entendendo a emissão de luz	Estudo do conteúdo relacionado	Compreender a teoria atômica de Bohr, explicando o espectro eletromagnético e sua relação com a identificação dos elementos químicos.
III Espectroscopia: uma aliada da água contaminada	Estudo da tecnologia associada à questão social	Aplicar os conceitos de absorção e emissão de luz para explicar os resultados obtidos em amostras simuladas de água poluída, executando um procedimento experimental de teste de chamas e debatendo os dados.
IV Água contaminada por metais tóxicos: esse problema tem solução!	Discussão da questão social inicial	Avaliar a contaminação da água por metais pesados, checando as suas consequências e as fontes de poluição e criticando práticas inadequadas de descartes dos resíduos por meio de um vídeo e panfleto de divulgação.

Sequência Didática 1

Um grande problema: a poluição!

Objetivo de aprendizagem

Entender os problemas causados pela poluição de água por metais tóxicos, inferindo as principais fontes de poluição e vantagens das técnicas de detecção utilizadas, através de uma pesquisa direcionada.

ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Os conteúdos previstos para esta SD são:

- Poluição química da água e suas consequências;
- Composição química dos poluentes;
- Monitoramento de contaminação das águas;
- Detecção de metais pesados em água através do uso da radiação (espectroscopia);
- Vantagens das técnicas espectroscópicas.

A estratégia avaliativa adotada é a *avaliação formativa*, em que a avaliação é realizada processualmente, sem a intenção de punir, mas sim de fornecer um retorno aos estudantes de como sua aprendizagem se desenvolve. A perspectiva da avaliação formativa permite que o professor melhore sua prática e busque alternativas para favorecer a aprendizagem de seus alunos.



SD 1 - Um grande problema: a poluição!

Aula 1

Duração da aula

45 minutos

Recursos Didáticos

- Aparelho projetor
- Lousa

Materiais de aprendizagem

- Textos para a estratégia *Jigsaw*
- *Slides* produzidos pelo(a) professor(a)

Conteúdos de ensino

- A escassez e importância da água potável;
- Fontes pontuais e não pontuais de poluentes;
- Composição química dos poluentes;
- Consequências da poluição por metais tóxicos;
- Poluição química da água e suas consequências.

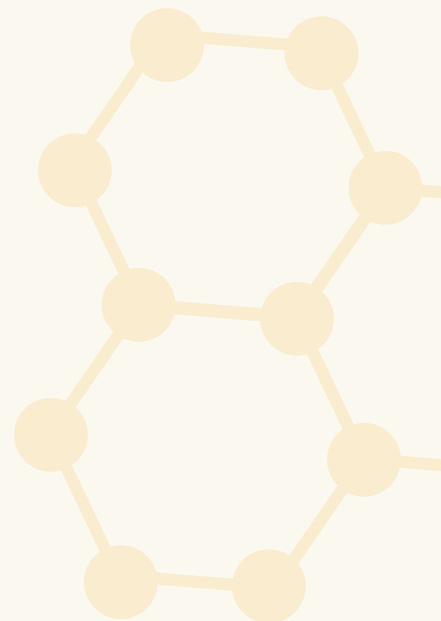
Estratégias Didáticas

Aula expositiva dialogada

Aprendizagem cooperativa *Jigsaw*

Estratégia Avaliativa

A avaliação deve ser realizada de maneira informal, através da participação dos alunos na dinâmica proposta, por meio da exposição das ideias e na tentativa de melhorá-las ao longo da discussão.



SD 1 - Um grande problema: a poluição!

Descrição das atividades

Aula 1

Parte 1 - Apresentação e gerenciamento

Duração: 10 minutos

A primeira parte da aula é reservada para que o professor apresente aos alunos a sequência didática que será desenvolvida. É recomendado que os alunos saibam o objetivo de aprendizagem, os instrumentos de avaliação e as expectativas do professor.

Este momento também é reservado para que o professor realize as atividades gerenciais, tais como a chamada da turma e a organização dos alunos em 4 grupos.

Parte 2 - Explicação da atividade

Duração: 5 minutos

O professor irá explicar a atividade *Jigsaw* para os alunos e distribuir os textos de apoio para essa atividade.

Os alunos serão divididos em 4 grupos, relacionados aos textos, cujos temas serão:

- 1 – Escassez e importância da água;
- 2 – Fontes de poluentes;
- 3 – Consequências da poluição por metais tóxicos;
- 4 – Poluição por metais tóxicos no cotidiano.

Parte 3 - Aplicação da atividade

Duração: 25 minutos



Neste momento, será aplicada a atividade *Jigsaw*, sob supervisão do professor responsável.

Para saber mais sobre Jigsaw

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q., QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química nova na escola**, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010.

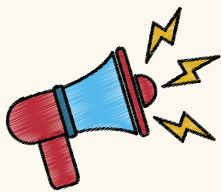
A escolha do Jigsaw partiu do pressuposto de que as atividades cooperativas podem favorecer a interação mais efetiva entre os indivíduos durante o processo de aprendizagem, além de trazer como característica a natureza social, pois os estudantes precisam o tempo todo interagir e compartilhar as ideias, melhorando a sua percepção individual e mútua sobre o assunto tratado (FATARELI, et al., 2010)

Parte 3 - Fechamento da aula

Duração: 5 minutos

Nesse momento, um representante de cada um dos grupos irá expor as conclusões que chegaram em relação aos assuntos discutidos. O professor deverá guiar a discussão, de forma a torná-la mais produtiva, ressaltando os principais pontos de cada um dos textos.

SD 1 - Um grande problema: a poluição!



PARA SABER MAIS: JIGSAW

A primeira aula trás o *Jigsaw* como estratégia didática. Mas você já conhece essa dinâmica? Trata-se de uma atividade cooperativa que favorece a interação efetiva entre os alunos durante o processo de aprendizagem.

O esquema a seguir explica a dinâmica a atividade.

Grupo base

Um determinado tópico é discutido pelos alunos de cada grupo. O tópico é subdividido em tantos subtópicos quanto os membros do grupo.

Na atividade proposta, o tópico principal é **a poluição**. Cada um dos grupos previamente divididos se caracterizam nos **quatro subtópicos**. O professor pode adaptar a quantidade de subtópicos de acordo com a sua necessidade.



Grupo A



Grupo B



Grupo C



Grupo D

Grupo de especialistas

Em cada um dos grupos base formados inicialmente serão distribuídos um subtópico para cada integrante. Cada aluno estuda e discute juntamente com os membros dos outros grupos a quem foi distribuído o mesmo subtópico, formando assim um grupo de especialista



Grupo 1



Grupo 2



Grupo 3



Grupo 4

Retorno ao grupo base

Cada aluno volta ao grupo base e apresenta o que aprendeu sobre o seu subtópico aos colegas, de maneira que fiquem reunidos os conhecimentos indisponíveis para a compreensão do tópico em questão.



Grupo A



Grupo B



Grupo C



Grupo D

SD 1 - Um grande problema: a poluição!

Textos de apoio para a atividade proposta

Aula 1

Os textos de apoio referentes aos grupos 1, 2 e 3 são recortes e adaptações do artigo de Grassi (GRASSI, 2001).

Os documentos podem ser encontrados através dos hiperlinks disponíveis para cada grupo abaixo!

Grupo 1



Escassez e importância da água

Grupo 2



Fonte de Poluentes

Grupo 3



Consequências da Poluição por metais tóxicos

Grupo 4



Poluição por metais no cotidiano



SD 1 - Um grande problema: a poluição!

Duração da aula

45 minutos

Aula 2

Recursos Didáticos

- Notebook, celulares ou tablet (a depender dos recursos disponíveis na escola)
- Aparelho projetor
- Lousa

Materiais de aprendizagem

- Modelo de documento a ser preenchido pelos alunos durante a pesquisa
- Slides produzidos pelo(a) professor(a)

Conteúdos de ensino

- Como se dá o monitoramento de contaminação das águas;
- Detecção de metais pesados em água através do uso da radiação;
- Vantagens das técnicas espectroscópicas.

Estratégias Didáticas

Aula expositiva dialogada

Pesquisa direcionada

Estratégia Avaliativa

Como critério de avaliação serão considerados dois pontos:

- **Nota do grupo (1/2):**

Aspectos avaliados: utilização do espaço previsto para a atividade (máximo de 2 páginas, mínimo de 1 página), organização das informações de forma clara e objetiva; entrega no prazo.

- **Nota individual (1/2):**

Aspectos avaliados: comportamento dos alunos durante a aula, tais como participação efetiva nas buscas; colaboração para o desenvolvimento do documento.

SD 1 - Um grande problema: a poluição!

Aula 2

Descrição das atividades

Parte 1 - Apresentação e gerenciamento

Duração: 5 minutos

A primeira parte da aula é reservada para que o professor apresente aos alunos a etapa da sequência didática que será desenvolvida. É recomendado que os alunos saibam o objetivo de aprendizagem, os instrumentos de avaliação e as expectativas do professor.

Este momento também é reservado para que o professor realize as atividades gerenciais, tais como a chamada da turma e a organização dos alunos em 5 grupos.

Parte 2 - Explicação introdutória

Duração: 15 minutos

A aula será iniciada com uma breve explicação sobre as técnicas de detecção que são comumente utilizadas para identificação de metais em água e que utilizam luz/radiação.

Com o auxílio de *slides*, o professor fará uma breve introdução aos alunos sobre as vantagens gerais de utilizar técnicas espectroscópicas para essas análises, por exemplo, por serem técnicas limpas, que normalmente não requerem preparação de amostras e vão de acordo com os preceitos da química verde.

Parte 3 - A pesquisa direcionada

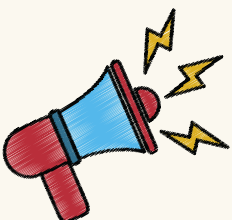
Duração: 25 minutos

Em grupos, os alunos irão realizar uma pesquisa em bases de dados sugeridos pelo professor (sites de divulgação científica como Ciência Hoje, Revista FAPESP, *Space today*, BBC – Ciência) com a temática “**Quais são os metais comumente encontrados em águas poluídas e quais as técnicas utilizadas para a detecção?**”

A partir dessa pergunta, os alunos deverão redigir um documento (modelo sugerido), preenchendo-o e entregando até a aula seguinte. A atividade começará em sala de aula, mas poderá ser finalizada pelos alunos em período extra-escolar.

A pesquisa direcionada

A pesquisa no ensino básico constitui-se num forte instrumento para desenvolver a reflexão, o espírito investigativo e a capacidade de argumentação dos estudantes (MATTOS; CASTANHA, 2008). A pretensão dessa atividade foi criar um vínculo com as demais aulas ao longo da UDM e fazer com que o aluno veja sentido no desenvolvimento das atividades posteriores com a discussão inicial. Na pesquisa proposta, os alunos devem coletar dados referentes aos principais metais contaminantes e às técnicas de detecção utilizadas. Esses mesmos metais são utilizados em um procedimento experimental nas SD posteriores.



SD 1 - Um grande problema: a poluição!

Documento sugerido para a pesquisa direcionada

Aula 2

O documento sugerido se trata de uma tabela que os alunos poderão preencher com os resultados da pesquisa realizada.



O modelo para impressão está disponível no hiperlink

Nome da Instituição de Ensino
Química
Relatório de Pesquisa
Metais tóxicos e técnicas de detecção

Integrantes:

Série:

Data:

Sobre os metais identificados

Metais
identificados

Principais danos à
saúde e ao ambiente

Informações
adicionais

Referências

Sobre as técnicas detecção dos metais

Nome da
técnica

Vantagem

Desvantagem

Referências

Modelo de documento para a pesquisa



Átomo de Bohr: Entendendo a emissão de luz

Objetivo de aprendizagem

Compreender a teoria atômica de Bohr, explicando o espectro eletromagnético e sua relação com a identificação dos elementos químicos

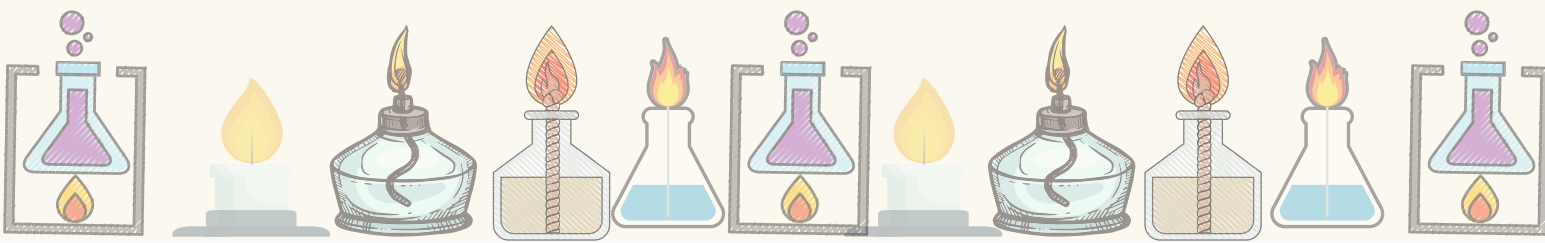


ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Os conteúdos previstos para esta SD são:

- Modelo atômico de Bohr;
- Comportamento dos elétrons frente a absorção de energia;
- Energia quantizada e diagrama de energia;
- Mudança de estados de energia;
- Emissão de luz.

A estratégia avaliativa adotada é a *avaliação formativa*, em que a avaliação é realizada processualmente, sem a intenção de punir, mas sim de fornecer um retorno aos estudantes de como sua aprendizagem se desenvolve. A perspectiva da avaliação formativa permite que o professor melhore sua prática e busque alternativas para favorecer a aprendizagem de seus alunos.



SD 2 - Átomo de Bohr: Entendendo a emissão de luz

Duração da aula

45 minutos

Aula 3

Recursos Didáticos

- Aparelho projetor
- Lousa

Materiais de aprendizagem

- Slides produzidos pelo(a) professor(a)

Conteúdos de ensino

- Revisão dos modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford;
- Modelo atômico de Bohr;
- Comportamento dos elétrons frente à absorção de energia.

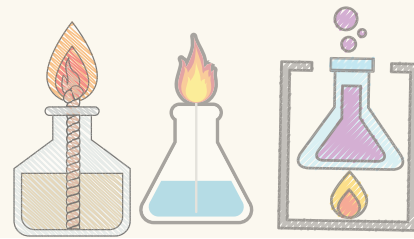
Estratégias Didáticas

Aula expositiva dialogada

Utilização da História e Filosofia da Ciência

Estratégia Avaliativa

A avaliação será realizada de maneira informal, através da participação dos alunos na dinâmica proposta e interação com o(a) professor(a).



Descrição das atividades

Aula 3

Parte 1 - Apresentação e gerenciamento

Duração: 5 minutos

A primeira parte da aula é reservada para que o professor apresente aos alunos a etapa da sequência didática que será desenvolvida. É recomendado que os alunos saibam o objetivo de aprendizagem, os instrumentos de avaliação e as expectativas do professor.

Este momento também é reservado para que o professor realize as atividades gerenciais, tais como a chamada da turma e a organização dos alunos.

Parte 2 - Retomada à problemática

Duração: 5 minutos

Este momento é reservado para que o professor faça uma breve retomada da problemática da aula anterior, contextualizando a temática abordada sobre poluição da água e espectroscopia como forma de detectar os poluentes, e a relação com os modelos atômicos.

Parte 3 - História e Filosofia das Ciências

Duração: 15 minutos

Nesta etapa da aula será feita uma retomada sobre os modelos atômicos que sucederam o Modelo Atômico de Bohr. Para isso, com auxílio das contribuições históricas dos modelos, sugere-se que sejam debatidas as características dos modelos de Dalton, Thomson e Rutherford, esquematizando suas vantagens e contribuições, mas também suas limitações frente a novas evidências experimentais e debates acadêmicos do período.



A HFC

O estudo da História e Filosofia das Ciências permite ao aluno observar a ciência como uma construção humana, coletiva e fruto do trabalho de muitas pessoas. Além disso, permite ao professor explicitar, comunicar e estruturar suas ideias sobre a natureza da ciência em uma dimensão metacientífica (LOGUERCIO; PINO, 2006).

Parte 4 - O modelo de Bohr

Duração: 20 minutos

Em seguida, sugere-se que seja iniciada a discussão sobre o Modelo Atômico de Bohr. É importante deixar claro para os alunos que esse conteúdo será importante para entender as técnicas de detecção dos metais e, principalmente, a relação da luz com a problemática apresentada até então.

Ademais, introduzirá os conceitos importantes sobre o Modelo Atômico, tais como: composição do átomo por núcleo, elétrons e nêutrons e suas respectivas massas e cargas; níveis e subníveis energéticos dos elétrons; comportamento dos elétrons frente à absorção de energia.

SD 2 - Átomo de Bohr: Entendendo a emissão de luz

Duração da aula

45 minutos

Aula 4

Recursos Didáticos

- Aparelho projetor
- Lousa
- Vídeo

Materiais de aprendizagem

- *Slides* produzidos pelo(a) professor(a)
- Mapa conceitual

Conteúdos de ensino

- Energia quantizada e diagrama de energia;
- Mudanças de estados de energia;
- Emissão de luz;
- Espectro eletromagnético.

Estratégia Didática

Aula expositiva dialogada

Estratégia Avaliativa

A avaliação será realizada de maneira formal por meio da elaboração de um mapa conceitual elaborado pelos alunos. Como critérios avaliativos para a atividade, podem ser consideradas:

- (i) a pertinência das relações entre os conceitos no que diz respeito ao aspecto químico;
- (ii) a pertinência da associação do conteúdo químico com a identificação de elementos químicos (em específico, os metais);
- (iii) a clareza, coerência e coesão do mapa apresentado.

Descrição das atividades

Aula 4

Parte 1 - Apresentação e gerenciamento

Duração: 5 minutos

A primeira parte da aula é reservada para que o professor apresente aos alunos a etapa da sequência didática que será desenvolvida. Este momento também é reservado para que o professor realize as atividades gerenciais, tais como a chamada da turma e a organização dos alunos.

Parte 2 - Exposição do conteúdo

Duração: 30 minutos

Essa aula é, majoritariamente, expositiva. Nesse momento, o professor deverá explicar aos alunos os conceitos sobre quantização de energia e o diagrama de níveis de energia (popularmente conhecido como diagrama de Linus Pauling); as mudanças que ocorrem nos estados de energia frente à absorção de energia; absorção de energia e emissão de luz correspondentes ao espectro eletromagnético.

Em aulas expositivas dialogadas, o professor deve considerar as falas dos alunos, trazendo mais elementos para compor a sua aula e tornando-a mais dialógica, para que o aluno também se sinta parte do processo de ensino e aprendizagem.

Nesta etapa, a qualidade do material produzido pelo professor é muito importante para que os alunos compreendam os conceitos e relacione-os com os demais já aprendidos.

Parte 3 - Ilustração do conteúdo

Duração: 4 minutos

Como recurso auxiliar, o professor poderá finalizar a explicação do conteúdo com a exposição de um vídeo disponível em plataformas abertas na internet.

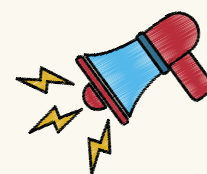


[Vídeo para a aula 4](#)

Parte 4 - O mapa conceitual

Duração: 5 minutos

Os alunos deverão elaborar, em grupos, mapas conceituais que relacionem o conteúdo visto até então e a problemática referente à poluição hídrica. Essa atividade poderá ser entregue na próxima aula.



Para saber mais sobre mapas conceituais

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v. 12, 2007.

MOREIRA, Marco A. Mapas conceituais e diagramas V. **Porto Alegre: Ed. do Autor**, 2006.

Mapas conceituais

Os mapas conceituais representam o conhecimento em uma estrutura organizada, em que os conceitos são conectados por palavras ou frases de ligação. A construção dos mapas estimula os alunos a lidar com as informações para transformá-las em conhecimento, além de proporcionar a capacidade de organizar e sintetizar as ideias a respeito de dado conteúdo (FIALHO; FILHO; SCHMITT, 2018).

Espectroscopia: uma aliada do controle de qualidade da água contaminada

Objetivo de aprendizagem

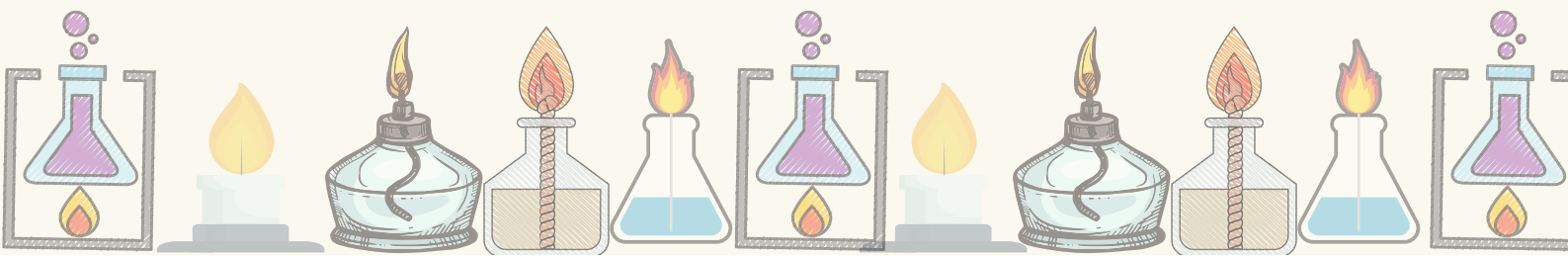
Aplicar os conceitos de absorção e emissão de luz para explicar os resultados obtidos em amostras simuladas de água poluída, executando um procedimento experimental de teste de chamas e debatendo os dados

ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Os conteúdos previstos para esta SD são:

- Espectros da luz solar;
- Energia de emissão dos elementos relacionada às linhas negras do espectro da luz solar;
- Identificação de elementos químicos;
- Emissão de luz em comprimento de onda específico;
- Teste de chama.

A estratégia avaliativa adotada é a *avaliação formativa*, em que a avaliação é realizada processualmente, sem a intenção de punir, mas sim de fornecer um retorno aos estudantes de como sua aprendizagem se desenvolve. A perspectiva da avaliação formativa permite que o professor melhore sua prática e busque alternativas para favorecer a aprendizagem de seus alunos.



Espectroscopia: uma aliada do controle de qualidade da água contaminada

28

Aula 5

Duração da aula

45 minutos

Recursos Didáticos

- Aparelho projetor
- Lousa

Materiais de aprendizagem

- Slides produzidos pelo(a) professor(a)

Conteúdos de ensino

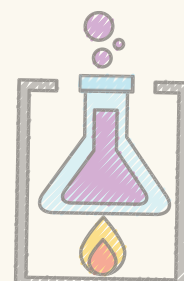
- Espectros da luz solar;
- Energia de emissão dos elementos químicos relacionada às linhas negras do espectro solar;
- Emissão de luz em comprimento de onda específico para cada elemento.

Estratégia Didática

Aula expositiva e dialogada

Estratégia Avaliativa

A avaliação será realizada de maneira informal, através da participação dos alunos na dinâmica proposta e interação com o(a) professor(a).



Descrição das atividades

Aula 5

Parte 1 - Apresentação e gerenciamento

Duração: 5 minutos

A primeira parte da aula é reservada para que o professor apresente aos alunos a etapa da sequência didática que será desenvolvida. É recomendado que os alunos saibam o objetivo de aprendizagem, os instrumentos de avaliação e as expectativas do professor.

Este momento também é reservado para que o professor realize as atividades gerenciais, tais como a chamada da turma e a organização dos alunos.

Parte 2 - Retomada dos conceitos anteriores

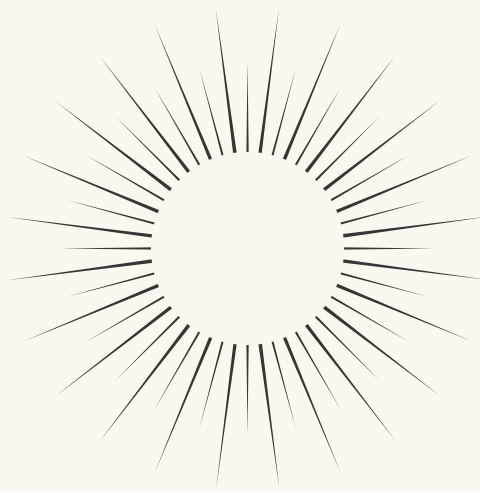
Duração: 10 minutos

Neste momento é sugerido que o(a) professor(a) retome brevemente os principais aspectos do modelo atômico de Bohr e da emissão de luz, assim como a relação do conteúdo científico com a contaminação da água com metais pesados discutidos anteriormente.

Parte 3 - Exposição do conteúdo

Duração: 30 minutos

A maior parte da aula será reservada para que o(a) professor(a) introduza as explicações sobre o espectro eletromagnético e suas regiões visíveis e não visíveis; espectro da luz solar e as linhas negras; energia de emissão de luz em comprimento de onda (λ) específico para cada elemento químico; relação entre as frequências absorvidas e as cores que enxergamos.



Espectroscopia: uma aliada do controle de qualidade da água contaminada

30

Aula 6

Duração da aula

45 minutos

Recursos Didáticos

- Aparelho projetor
- Lousa
- Reagentes e vidrarias

Materiais de aprendizagem

- *Slides* produzidos pelo(a) professor (a)
- Roteiro do experimento

Conteúdos de ensino

- Identificação dos elementos químicos;
- Emissão de luz em comprimento de onda específico para cada elemento químico.

Estratégias Didáticas

Experimentação

Estratégia Avaliativa

Como critério de avaliação poderão ser considerados dois pontos:

(i) Desenvolvimento do experimento: os alunos serão avaliados de acordo com o comportamento tomado durante e realização da prática, considerando organização do grupo e discussões durante o procedimento;

(ii) Roteiro de experimento: Será considerado o roteiro a ser entregue em data estipulada pelo(a) professor(a), levando em conta a complexidade das respostas do questionário, a tentativa de identificação correta dos contaminantes das amostras e a justificativa para explicar as hipóteses levantadas.

Descrição das atividades

Aula 6

Parte 1 - Apresentação e gerenciamento

Duração: 5 minutos

Este momento também é reservado para que o professor realize as atividades gerenciais, tais como a chamada da turma e a organização dos alunos em grupos no laboratório ou na sala de aula

Parte 2 - Relembrando a pesquisa direcionada

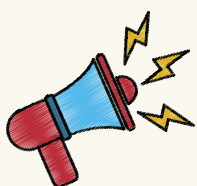
Duração: 5 minutos

Inicialmente, será feita uma retomada à pesquisa direcionada realizada pelos alunos durante a *Aula 2*. Espera-se que os alunos tenham elencado como exemplos de metais tóxicos (em diferentes proporções de toxicidade): Pb, Hg, Cd, As, Cr, Mn, Al, Zn, Ni, Bi, Co, etc. E como exemplos de técnicas: Espectroscopia de Absorção e Emissão Atômica, Espectrofotometria, Espectrometria de Massa Atômica, entre outras.

Parte 3 - Procedimento experimental

Duração: 35 minutos

Será dado início à atividade experimental. Com o roteiro em mãos, os alunos irão realizar, em grupos, o teste de chama para 5 amostras simuladas de água contaminada com alguns dos metais que foram elencados na pesquisa realizada, e outros metais adicionais. Na aula seguinte, os alunos deverão entregar o roteiro de experimentação preenchido e respondido.



A experimentação no ensino de química

A experimentação permite articular o conteúdo teórico, visto até então, com o procedimento prático, fazendo com o que o aluno perceba a nível fenomenológico as transformações dos fenômenos químicos. Além disso, as atividades experimentais são fundamentais para o desenvolvimento de criação de hipóteses, realizar generalizações e estimular o pensamento investigativo (SILVA, 2010).

Roteiro do procedimento experimental

Aula 6

Nome da Instituição de Ensino

Química

Roteiro experimental - Teste de chamas

INTRODUÇÃO

O teste de chama é um procedimento usado para testar qualitativamente a presença de certos metais em compostos químicos. O teste de chama é baseado no fato de que quando certa quantidade de energia é fornecida a um determinado elemento químico (no caso da chama, energia em forma de calor), alguns elétrons da última camada de valência absorvem esta energia passando para um nível energético (ou camada) mais elevado, produzindo o que chamamos de estado excitado. Quando um desses elétrons excitados retorna ao estado fundamental, ele libera a energia recebida anteriormente em forma de radiação. Cada elemento libera a radiação em um comprimento de onda característico, pois a quantidade de energia necessária para excitar um elétron é única para cada elemento. A radiação liberada por alguns elementos possui comprimento de onda na faixa do espectro visível, ou seja, o olho humano é capaz de enxergá-las através de cores. Assim, é possível identificar a presença de certos elementos devido à cor característica que eles emitem quando aquecidos numa chama. Essa característica pode ser observada também na pirotecnia por produzir uma gama de cores em fogos de artifício.

OBJETIVOS

Aplicar os conceitos de absorção e emissão de luz para explicar resultados obtidos em amostras simuladas de água poluída, executando um procedimento experimental de teste de chamas.

Materiais

- Bico de Bunsen ou lamparina
- Fósforo
- 10 Béqueres de 10 mL
- Palitos de churrasco
- Algodão

Reagentes

- 5 amostras não identificadas
- Soluções aquosas de AlCl_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, FeCl_2 , CuSO_4 , KCl , CaCl , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, NaCl , ZnCl .

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Identificar as cinco amostras (distribuídas aleatoriamente por grupo). Exemplo: Amostra 1, 2, 3, 4 e 5.
2. Identificar os 10 béqueres ou frascos com os nomes das soluções de metais disponíveis. Despejar uma quantidade suficiente de cada solução em seus respectivos béqueres.
3. Ligar o Bico de Bunsen ou lamparina com a ajuda do professor responsável
4. Envolver a ponta do palito de churrasco com algodão.
5. Mergulhar o palito nas soluções de metais até que o algodão esteja umedecido por completo. Introduzir a ponta do palito na chama e anotar as observações na tabela 1. CUIDADO! Deixe o palito na chama apenas o tempo suficiente para notar a mudança de coloração. Não deixe queimar o palito.
6. Repetir o mesmo procedimento do item 5 para as amostras.

Espectroscopia: uma aliada do controle de qualidade da água contaminada

33

Roteiro do procedimento experimental

Aula 6

Nome da Instituição de Ensino
Química
Roteiro experimental - Teste de chamas

ANOTAÇÕES

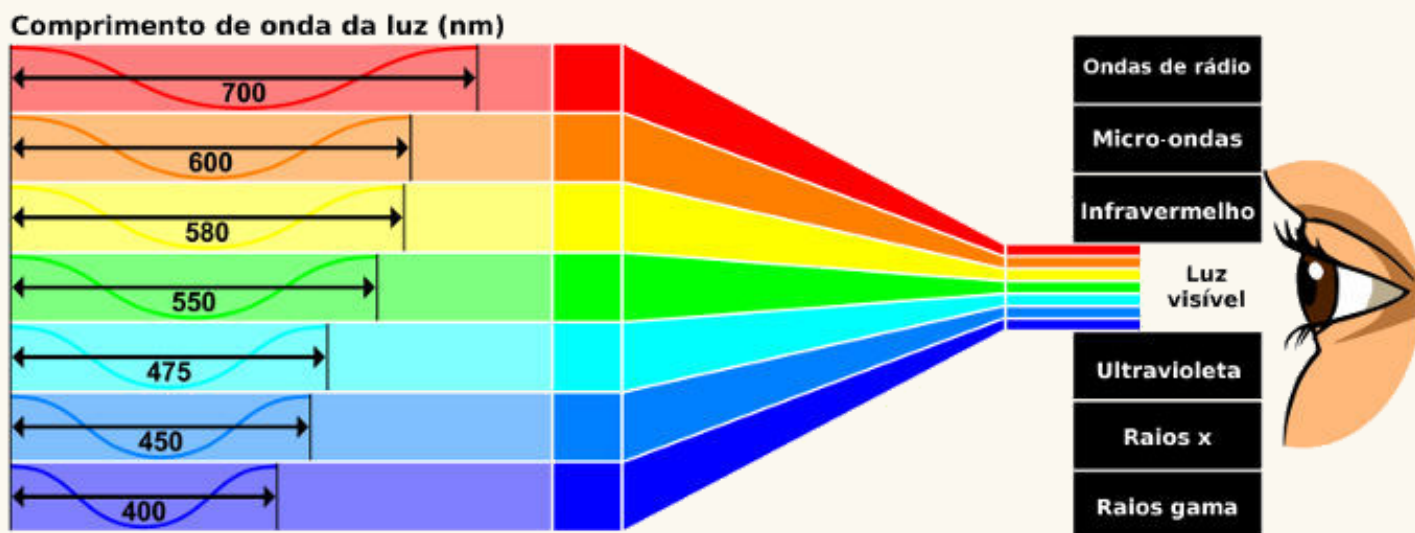
Tabela 1. Observações das soluções conhecidas

Elemento	Al	Pb	Fe	Cu	K	Ca	Mn	Mg	Na
Cor da chama									
Comprimento de onda (λ)									

Tabela 2. Observações das amostras

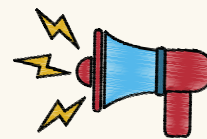
Amostras	Cor da chama observada	Comprimento de onda (λ)	Identificação do metal contaminante	Explicação
1				
2				
3				
4				
5				

O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



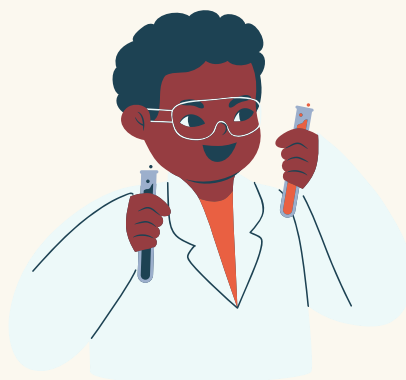
Fonte: Brasil Escola.

Adaptação da experimentação



Como já sabemos, a experimentação permite articular o conteúdo teórico com o procedimento prático, fortalecendo o processo de aprendizagem dos alunos. Mas sabemos que nem todos os contextos escolares permitem que o professor realize experimentos com os alunos, seja por falta de um laboratório ou de reagentes suficientes para todos colocarem a mão na massa.

Então, para resolver esse empasse, é proposta uma **adaptação** da aula experimental, caso necessário, mudando de um experimento investigativo para um experimento demonstrativo.



O experimento de caráter investigativo que parte de uma situação problema e oferece aos alunos a oportunidade de participar da sua realização, tem como vantagem despertar maior interesse dos estudantes, além de envolvê-los na aula e dar mais abertura para que discutam entre si a respeito do conteúdo estudado. Em contrapartida, esse tipo de prática demanda mais tempo e custos, uma vez que uma maior quantidade de reagentes e vidrarias são utilizadas.

Porém, adaptando a prática para um experimento demonstrativo, o professor consegue alcançar o interesse dos alunos chamando atenção para os conceitos aprendidos durante a realização da prática e permitindo que levantem hipóteses. A vantagem dessa versão é de não necessitar de uma grande quantidade de reagentes e vidrarias, e ser mais breve, uma vez que será direcionada pelo professor, fazendo com que sobre mais tempo da aula para discussões plausíveis.

Neste caso o professor pode repetir o mesmo procedimento posposto para atividade investigativa. Porém, no experimento demonstrativo o professor não pode se esquecer de atentar aos alunos sobre o preenchimento do roteiro do procedimento experimental, para que os estudantes tenham dados suficientes para elaborar suas explicações a partir dos fenômenos observados e da teoria aprendida.



Água contaminada por metais tóxicos: esse problema tem solução!

Objetivo de aprendizagem

Avaliar a contaminação da água por metais pesados, checando as suas consequências e as fontes de poluição e criticando práticas inadequadas de descartes dos resíduos por meio de um vídeo e panfleto de divulgação

ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Os conteúdos previstos para esta SD são:

- Contribuições da espectroscopia na detecção de metais pesados no monitoramento das águas;
- Elaboração de uma proposta de intervenção para a recuperação de uma nascente contaminada por metais.

A estratégia avaliativa adotada é a *avaliação formativa*, em que a avaliação é realizada processualmente, sem a intenção de punir, mas sim de fornecer um retorno aos estudantes de como sua aprendizagem se desenvolve. A perspectiva da avaliação formativa permite que o professor melhore sua prática e busque alternativas para favorecer a aprendizagem de seus alunos.



SD 4 - Água contaminada por metais tóxicos: 36 esse problema tem solução!

Duração da aula

45 minutos

Aula 7

Recursos Didáticos

- Aparelho projetor
- Lousa
- Notebook ou celulares
- Materiais de pesquisa como livros ou *websites*.

Materiais de aprendizagem

- *Slides* produzidos pelo(a) professor (a)

Conteúdos de ensino

- Contribuições da espectroscopia na detecção de metais pesados no monitoramento das águas

Estratégias Didáticas

Aula expositiva e dialogada
Atividade em grupo

Estratégia Avaliativa

A avaliação será feita de maneira formal de acordo com o material entregue pelos alunos. Os critérios de avaliação poderão ser:

- Para o vídeo: i. Organização; ii. Criatividade; iii. Abordagem dos conceitos; iv. Participação de todos os integrantes; v. Tempo.
- Para o panfleto: i. Organização; ii. Criatividade; iii. Abordagem dos conceitos; iv. Acessibilidade.

SD 4 - Água contaminada por metais tóxicos: 37 esse problema tem solução!

Descrição das atividades

Aula 7

Parte 1 - Apresentação e gerenciamento

Duração: 5 minutos

A primeira parte da aula é reservada para que o professor apresente aos alunos a etapa da sequência didática que será desenvolvida. É recomendado que os alunos saibam o objetivo de aprendizagem, os instrumentos de avaliação e as expectativas do professor.

Este momento também é reservado para que o professor realize as atividades gerenciais, tais como a chamada da turma e a organização dos alunos.

Parte 2 - Retomada da problemática inicial

Duração: 10 minutos

Inicialmente será retomada a problemática inicial da poluição hídrica por metais pesados, e, desta vez, as discussões serão aprofundadas utilizando os conhecimentos adquiridos durante as SDs desenvolvidas, tais como as contribuições da espectroscopia na detecção de metais pesados, a importância do monitoramento das águas de consumo e das consequências da poluição para a saúde humana e do meio ambiente

Parte 3 - Retomada dos conteúdos científicos

Duração: 10 minutos

Será feita uma retomada do conteúdo científico aprendido, tal como a explicação por meio do modelo atômico de Bohr para a identificação dos metais através do teste de chama

Parte 4 - Elaboração da intervenção

Duração: 20 minutos

Os alunos serão instruídos a construir vídeos curtos (mínimo de 5 minutos, máximo de 10 minutos) e panfletos com a finalidade de divulgar para a população os problemas associados à poluição de água, à forma de contaminação por metais pesados, às atitudes que podemos tomar individualmente para não contribuir para a poluição local. O restante da aula será disponibilizado para os alunos iniciarem a elaboração dos materiais



SD 4 - Água contaminada por metais tóxicos: 38 esse problema tem solução!

Aula 8

Duração da aula

45 minutos

Recursos Didáticos

- Aparelho projetor
- Lousa
- Notebook ou celulares
- Materiais de pesquisa como livros ou *websites*.

Materiais de aprendizagem

- *Slides* produzidos pelo(a) professor (a)

Conteúdos de ensino

- Elaboração de uma proposta de intervenção para a recuperação de uma nascente contaminada por metais

Estratégias Didáticas

Aula expositiva e dialogada

Atividade em grupo

Estratégia Avaliativa

A avaliação será feita de maneira formal de acordo com o material entregue pelos alunos. Os critérios de avaliação poderão ser:

- Para o vídeo: i. Organização; ii. Criatividade; iii. Abordagem dos conceitos; iv. Participação de todos os integrantes; v. Tempo.
- Para o panfleto: i. Organização; ii. Criatividade; iii. Abordagem dos conceitos; iv. Acessibilidade.

SD 4 - Água contaminada por metais tóxicos: 39 esse problema tem solução!

Descrição das atividades

Aula 8

Parte 1 - Apresentação e gerenciamento

Duração: 5 minutos

Este momento é reservado para que o professor realize as atividades gerenciais, tais como a chamada da turma e a organização dos alunos.

Parte 2 - Elaboração da intervenção

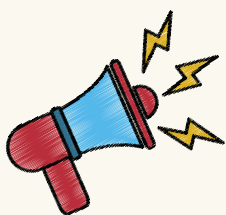
Duração: 30 minutos

Os alunos finalizarão a elaboração do vídeo e do panfleto com finalidade de divulgar e alertar à sociedade dos problemas e impactos da poluição hídrica. Durante a aula os alunos poderão sanar dúvidas sobre o conteúdo dos materiais produzidos.

Parte 3 - Apresentação da proposta

Duração: 10 minutos

Individualmente, cada grupo deverá entregar um documento organizado e sucinto descrevendo qual a importância do seu material de divulgação e por qual veículo ele será distribuído/divulgado. Essa parte da aula é importante para que os alunos tenham a oportunidade de divulgar a sua proposta de intervenção e discutir suas ideias com os demais alunos.



Esse material pode ser distribuído para a população próxima à escola como tentativa de informar sobre as consequências da contaminação de água por metais tóxicos, e quais são as atitudes que podemos individualmente tomar para não contribuir com a contaminação local. Essa estratégia, que tem o objetivo de intervir sobre o problema social exposto, está atribuída ao último momento da abordagem CTS. É nesse momento que o professor consegue observar se o aluno se apropriou do conhecimento científico e desenvolveu sobre ele um pensamento crítico que o torne capaz de ser um cidadão ciente das implicações da ciência e da tecnologia sobre a sociedade. Dessa maneira, além de ser utilizado como forma de divulgação do conhecimento e posicionamento crítico frente aos problemas sociais, mostrando um sentido social da apropriação do conteúdo, o produto desse trabalho desenvolvido em grupo pelos alunos também pode ser utilizado como um instrumento avaliativo.

BEGO, A. M. A implementação de unidades didáticas multiestratégicas na formação inicial de professores de Química. **Coleção Textos FCC**, v. 50, p. 55-72, 2016.

BEGO, A. M.; FERRARINI, F. O. C.; MORALLES, V. A. Ressignificação dos estágios curriculares supervisionados por meio da implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas. **Educação Química em Punto de Vista**, v. 5, n. 1, p. 5-28, 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química nova na escola**, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010.

FIALHO, N.; VIANNA FILHO, R. P.; SCHMITT, Magda R. O uso de mapas conceituais no ensino da tabela periódica: um relato de experiência vivenciado no PIBID. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 4, p. 267-275, 2018.

GRASSI, Marco Tadeu. **As águas do planeta Terra**. Química Nova na Escola, v. 1, n. 1, p. 31-40, 2001.

LOGUERCIO, R. Q.; DEL PINO, J. C. Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química. **Acta Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 67-78, 2006.

MATTOS, E. M. A.; CASTANHA, A. P. **A importância da pesquisa escolar para a construção do conhecimento do aluno no ensino fundamental**. v. 25, 2008. Disponível em <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2525-8.pdf>. Acesso em 30 jan. 2021.

MOREIRA, Marco A. Mapas conceituais e diagramas V. **Porto Alegre: Ed. do Autor**, 2006.

NEVES, N. N. MOURA, L. P. GRAEBNER, I. B. Tipos de experimentação: a aprendizagem em Química a partir da perspectiva do processo de resignificação e participação ativa do estudante. **Scientia Naturalis**, Rio Braco, v. 1, n. 1, p. 125-131, fev. 2019.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 110-132, dez. 2000.

SILVA, Roberto Ribeiro da. **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Unijuí, 2010.

SOARES NETO, J. J. KARINO, C. A., JESUS, G. R. ANDRADE, D. F. A infraestrutura das escolas públicas brasileiras de pequeno porte. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 3, n. 64, p. 377-391, jul. 2013.

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v. 12, 2007.

Textos de apoio para a atividade proposta

Os textos de apoio também podem ser acessados através dos *hiperlinks* disponíveis.

SD 1
Grupo 1

Texto de apoio para o grupo 1 Escassez e importância da água

Recorde de “As águas do planeta Terra” de Marco Tadeu Grassi (2001

A água é um recurso fundamental para a existência da vida, na forma que nós conhecemos. Foi na água que a vida floresceu, e seria difícil imaginar a existência de qualquer forma de vida na ausência deste recurso vital. Nosso planeta está inundado d'água; um volume de aproximadamente 1,4 bilhão de km³ cobre cerca de 71% da superfície da Terra. Apesar disso, muitas localidades ainda não têm acesso a quantidades de água com características de potabilidade adequadas às necessidades do consumo humano. A água tem sido um bem de extrema importância para o homem desde a descoberta de que a produção de alimentos dependia da oferta de água usada no cultivo. As cidades que se desenvolveram no antigo Egito, após a revolução agrícola que ocorreu cerca de 5.000 anos antes de Cristo, o fizeram próximas a rios que atendessem a suas demandas domésticas e agrícolas. Posteriormente, a água corrente também passou a ser utilizada na movimentação de máquinas que cortavam madeira, em moinhos de grãos e finalmente em processos industriais. A grande oferta fez da água a substância ideal para ser empregada como solvente universal na limpeza e transporte de praticamente todos os resíduos gerados pelo homem. Ao redor de todo o mundo, as cidades foram se estabelecendo e crescendo próximas a grandes cursos d'água. Até os dias atuais, após seu uso nas mais diversas atividades, a água ainda é geralmente descartada para o corpo receptor mais próximo, muitas vezes sem que passe por qualquer tipo de tratamento. Não obstante, é verdadeiro afirmar que o baixo custo associado ao uso de enormes quantidades de água tem sido um dos pilares do desenvolvimento de nossa sociedade

Toda a biota, assim como a maior parte dos ecossistemas terrestres, além dos seres humanos, necessitam de água doce para sua sobrevivência. Entretanto, cerca de 97,5% da água de nosso planeta está presente nos oceanos e mares, na forma de água salgada, ou seja, imprópria para o consumo humano. Dos 2,5% restantes, que perfazem o total de água doce existente, 2/3 estão armazenados nas geleiras e calotas polares. Apenas cerca de 0,77% de toda a água está disponível para o nosso consumo, sendo encontrada na forma de rios, lagos, água subterrânea, incluindo ainda a água presente no solo, atmosfera (umidade) e na biota

Textos de apoio para a atividade proposta

SD 1 Grupo 1

O ciclo hidrológico (Figura 1), através da evaporação das águas oceânicas e da precipitação, principalmente, é responsável pela reposição da água doce encontrada no planeta (Manahan, 1997). Contudo, como todos nós sabemos, a ocorrência de chuva no planeta se dá de forma bastante diferenciada. Regiões com regimes de precipitação bastante abundantes dão suporte a densas florestas. Outras regiões têm ocorrência de chuvas praticamente nulas e se constituem em desertos. Em virtude disto, podemos imaginar volumes bastante variáveis de água circulando sobre diferentes regiões do globo. Em regiões com índices elevados de ocorrência de chuva, existe água suficiente para toda a biota natural, assim como para os seres humanos. Entretanto, em regiões mais secas, especialmente aquelas com elevada densidade populacional, existe um número crescente de conflitos em função das necessidades humanas e naturais. Existem ao redor do planeta inúmeras situações de ecossistemas em estresse devido à escassez de água. Além disso, são também vários os casos de disputas existentes entre países que dispõem da mesma fonte de água que deve atender às demandas oriundas de atividades agrícolas, urbanas e industriais (Ortolano, 1997). Especialistas acreditam que dentro de cerca de 20 anos, no máximo, teremos no mundo uma crise semelhante à do petróleo, em 1973, relacionada com a disponibilidade de água de boa qualidade. Assim como ocorreu com o petróleo no passado, a água está se transformando em uma commodity 1 em crise. Esta perspectiva preocupante e bastante realista se deve à provável escassez da água no futuro. Para tanto, basta mencionar que nos últimos 15 anos a oferta de água limpa disponível para cada habitante do planeta diminuiu quase 40% (Nebel e Wright, 2000). Mesmo o Brasil, que conta com cerca de 12% da água doce disponível no mundo, não deverá escapar da crise hídrica que está sendo prevista. No nosso caso, vale ressaltar que mais de 80% de todo o volume de águas superficiais disponíveis no país se encontram na região amazônica. Os 20% restantes estão distribuídos por todo o país, de maneira pouco uniforme, e se destinam a abastecer aproximadamente 95% da população brasileira (Rebouças et al., 1999)

Textos de apoio para a atividade proposta

SD 1 Grupo 1

Texto de apoio para o grupo 1 Escassez e importância da água

Água e população mundial

A água potável de qualidade é fundamental para a saúde e o bem estar humano. Entretanto, a maioria da população mundial ainda não tem acesso a este bem essencial. Mais do que isto, existem estudos que apontam pra uma escassez cada vez mais acentuada de água para a produção de alimentos, desenvolvimento econômico e proteção de ecossistemas naturais. Para exercer tais atividades, especialistas estimam que o consumo mínimo de água per capita deca ser de pelo menos 1000 m³ por ano. Cerca de 26 países, em sua maioria localizados no continente africano, jpa se encontram abaixo deste valor. Com o rápido crescimento populacional, acredita-se que inúmeras outras localidades deverão atingir esta categoria no futuro próximo. Várias regiões do planeta (Pequim, Cidade do México, Nova Delo e Recife, no Brasil) estão acima desse valor apenas devido à exploração de águas subterrâneas (Neel e Wright, 2000)



Grupo 1

Escassez e importância da água

Textos de apoio para a atividade proposta

SD 1 Grupo 1

Texto de apoio para o grupo 1 Escassez e importância da água

Figura 1: O ciclo hidrológico



Fonte: Grassi (2001, p. 33)

Tabela 1: Distribuição da água em nosso planeta

Reservatórios	Volume (%)	Tempo médio de permanência
Oceanos e mares	95,96	4.000 anos
Geleiras e calotas polares	2,97	10 - 1.000 anos
Águas subterrâneas	1,05	2 semanas a 10.000 anos
Lagos, rios, pântanos e reservatórios artificiais	0,009	2 semanas a 10 anos
Biosfera	0,0001	1 semana
Atmosfera	0,001	~10 dias

Fonte: Adaptado de Teixeira et al, 2009 e Press et al, 2006

Textos de apoio para a atividade proposta

Os textos de apoio também podem ser acessados através dos *hiperlinks* disponíveis.

SD 1
Grupo 2

Texto de apoio para o grupo 2 Fontes de poluentes

Recorde de “As águas do planeta Terra” de Marco Tadeu Grassi (2001

Qualidade e poluição da água

Tão ou mais importante que a questão envolvendo a quantidade de água disponível, apresenta-se também a questão da qualidade da água disponível. A qualidade da água ao redor de nosso planeta tem se deteriorado de forma crescente, especialmente nos últimos 50 anos. Problemas relacionados com a poluição da água se intensificaram principalmente após a Segunda Guerra Mundial, quando foram observados aumentos significativos nos processos de urbanização e industrialização. Antes de falar em poluição de águas, entretanto, é necessário que este termo seja definido de forma adequada. A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, a CETESB, define poluição como “qualquer substância que possa tornar o meio ambiente impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem estar público, danoso aos materiais, à fauna, à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”. Portanto, qualquer substância causadora de poluição é denominada poluente. A poluição das águas é principalmente fruto de um conjunto de atividades humanas. E os poluentes alcançam águas superficiais e subterrâneas de formas bastante diversas. Este aporte é arbitrariamente classificado como pontual ou difuso, principalmente para efeito de legislação. Fontes pontuais compreendem a descarga de efluentes a partir de indústrias e estações de tratamento de esgoto, dentre outras. Estas fontes são de fácil identificação e portanto podem ser facilmente monitoradas e regulamentadas. É relativamente fácil determinar a composição destes resíduos, assim como definir seu impacto ambiental. Além disso, é possível responsabilizar o agente poluidor, caso haja necessidade. Ao contrário, as fontes difusas apresentam características bastante diferenciadas. Elas se espalham por inúmeros locais e são particularmente difíceis de serem determinadas, em função das características intermitentes de suas descargas e também da abrangência sobre extensas áreas. Fontes difusas incluem o escoamento superficial urbano, escoamento superficial de áreas agrícolas, deposição atmosférica (seca e úmida), etc (Bunce, 1994).

Textos de apoio para a atividade proposta

Os textos de apoio também podem ser acessados através dos *hiperlinks* disponíveis.

SD 1
Grupo 2

Texto de apoio para o grupo 2 Fontes de poluentes

Existem duas estratégias adotadas no controle da poluição aquática: (1) redução na fonte e (2) tratamento dos resíduos de forma a remover os contaminantes ou ainda de convertê-los a uma forma menos nociva. O tratamento dos resíduos tem sido a melhor opção no caso de contaminantes de fontes pontuais. A redução na fonte pode ser aplicada a contaminantes provenientes de ambas as fontes, tanto pontuais quanto difusas. As primeiras evidências da relação entre doenças e o consumo de água poluída foram estabelecidas na metade do século passado em Londres, na Inglaterra, através da ocorrência de uma epidemia de cólera. Sabe-se hoje que a água é um dos principais vetores na transmissão de doenças. Apesar disso, cerca de 1,4 bilhão de pessoas em todo o mundo ainda não têm acesso à água potável tratada. Da mesma forma, 2,9 bilhões de pessoas vivem em áreas sem que haja coleta ou tratamento do esgoto.

Grupo 2



Fonte de Poluentes

Textos de apoio para a atividade proposta

Os textos de apoio também podem ser acessados através dos *hiperlinks* disponíveis.

SD 1
Grupo 3

Texto de apoio para o grupo 3 Consequências da Poluição por metais tóxicos

Recorde de “As águas do planeta Terra” de Marco Tadeu Grassi (2001

Inúmeros destes compostos são considerados poluentes aquáticos. Ao mesmo tempo, muitos deles se constituem em substâncias às quais a biota aquática ainda não foi exposta. Assim sendo, os efeitos destes compostos sobre os mais variados tipos de organismos aquáticos ainda são totalmente desconhecidos, particularmente no caso de exposições prolongadas e em concentração muito baixa. Muitos deles podem ser mutagênicos (causadores de mutação), cancerígenos ou ainda teratogênicos (causadores de defeitos em recém-nascidos). Podem ainda causar disfunções nos rins e fígado, esterilidade e inúmeros problemas de natureza fisiológica ou ainda neurológica.

Como exemplo de poluentes podemos citar os compostos orgânicos, sintéticos, microorganismos, e compostos inorgânicos. Nesta última categoria, se encaixa na classe de substâncias químicas que não se degradam no ambiente, que são os metais pesados. A toxicidade de metais é diferenciada daquela dos pesticidas, por exemplo. Pesticidas, em geral, são compostos orgânicos cuja toxicidade resulta de modificações no arranjo de átomos de carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio, dentre outros. Estes elementos não metálicos não são intrinsecamente tóxicos. Consequentemente, torna-se possível sua conversão para estruturas não tóxicas, o que pode ser feito através de processos químicos ou ainda biológicos. Esta mesma estratégia não é possível, no entanto, para os metais pesados, onde o elemento é intrinsecamente tóxico, embora esta toxicidade depende, como se verá adiante, da espécie química formada pelo metal. Os metais pesados mais perigosos são o chumbo, mercúrio, arsênio, cádmio, estanho, cromo, zinco e cobre. Estes metais são largamente utilizados na indústria, particularmente na laminação de metais. Alguns deles estão também presentes em determinados pesticidas e até mesmo em medicamentos. São ainda usados em pigmentos, esmaltes, tintas e corantes.

Textos de apoio para a atividade proposta

Os textos de apoio também podem ser acessados através dos *hiperlinks* disponíveis.

SD 1
Grupo 3

Texto de apoio para o grupo 3 Consequências da Poluição por metais tóxicos

Recorde de “As águas do planeta Terra” de Marco Tadeu Grassi (2001

Em virtude deste vasto espectro de utilidades, os metais aportam em sistemas aquáticos por várias fontes e espécies diferentes (Manahan, 1997). Um outro aspecto importante a respeito da presença de metais em ambientes aquáticos diz respeito à forma com que a espécie metálica se encontra em solução. Os elementos metálicos se diferenciam pela quantidade com que estão presentes, mas também em função das interações que possuem com outras espécies dissolvidas. Isto significa que um metal pode estar presente em um corpo d'água em várias formas físico-químicas diferentes. A forma físico-química como um metal se apresenta é chamada de especiação química (Howard, 1998). A importância da compreensão da especiação química de um elemento metálico se deve ao fato dela influenciar as propriedades, a disponibilidade biológica e, conseqüentemente, a toxicidade do metal tanto em águas naturais quanto em águas residuárias.

A elevada capacidade de complexação frente a metais é um dos aspectos ambientais mais importantes das substâncias húmicas e se deve, em grande parte, à presença em sua estrutura de um elevado número de agrupamentos carboxílicos e fenólicos. Ferro e alumínio formam complexos bastante estáveis com as substâncias húmicas, ao contrário do magnésio, por exemplo. Os complexos envolvendo metais e ácidos fúlvicos desempenham um papel importante em águas naturais, pois são responsáveis pela permanência, em solução, de metais de transição que participam de processos biológicos. Particularmente, estão envolvidos nos mecanismos de solubilização e transporte do ferro em águas naturais.

Textos de apoio para a atividade proposta

Os textos de apoio também podem ser acessados através dos *hiperlinks* disponíveis.

SD 1
Grupo 3

Texto de apoio para o grupo 3 Consequências da Poluição por metais tóxicos

Recorde de “As águas do planeta Terra” de Marco Tadeu Grassi (2001

A doença de Minamata

Um episódio bastante trágico envolvendo mercúrio e outros metais pesados, conhecido como “Doença de Minamata”, está largamente registrado na literatura. O episódio recebeu o nome do local onde ocorreu, uma pequena vila de pescadores localizada no Japão. Na metade dos anos 50, os gatos da região começaram a apresentar movimentos espasmódicos estranhos, seguidos de paralisia parcial, estado de coma e morte. Inicialmente, imaginava-se que se tratava apenas de uma síndrome peculiar dos gatos e pouca atenção foi dada ao problema. Entretanto, pouco tempo depois, os mesmos sintomas foram observados em habitantes da região, causando grande preocupação. Sintomas adicionais, como insanidade, retardamento mental e defeitos em recém-nascidos também foram observados. Após estudarem vários casos, especialistas diagnosticaram que a causa das doenças era uma intoxicação aguda por mercúrio. Uma indústria química localizada na região estava descartando seus resíduos contendo mercúrio em um rio que seguia pela Baía de Minamata, onde os habitantes locais pescavam. O mercúrio orgânico descartado se acumulava nos sedimentos da baía, sendo ingerido primeiramente por bactérias e sendo transferido pela cadeia alimentar para peixes e finalmente gatos ou seres humanos. Os gatos foram as primeiras vítimas por se alimentarem quase que exclusivamente dos restos de peixes. Quando a situação foi finalmente controlada, cerca de 50 pessoas haviam morrido e outras 150 haviam contraído problemas ósseos e nervosos. Ainda hoje as marcas da tragédia permanecem, nos deficientes físicos e mentais de alguns descendentes de pessoas atingidas (Nebel e Wright, 2000).



Grupo 3

Consequências da Poluição por metais tóxicos

Textos de apoio para a atividade proposta

Os textos de apoio também podem ser acessados através dos *hiperlinks* disponíveis.

SD 1
Grupo 4

Texto de apoio para o grupo 4 Poluição por metais no cotidiano

Serão disponibilizadas aos alunos as impressões das seguintes reportagens:

Saúde e Ciência. Disponível em:
https://www.redebrasilatual.com.br/saude-e-ciencia/2018/08/grande-sao-paulo-recebe-a-gua-contaminada-com-bacterias-nocivas-e-metais-pesados/#google_vignette. Acesso em: 11/12/2020

SAÚDE E CIÊNCIA

DE MAL A PIOR

População da Grande São Paulo bebe água com bactérias nocivas e metais tóxicos

Se a Constituição paulista fosse respeitada pelo governo estadual, municípios, Sabesp, Emae e Cetesb, a Billings já estaria totalmente despoluída

Por Cida de Oliveira, da RBA

Publicado 11/08/2018 - 16h10



Textos de apoio para a atividade proposta

Os textos de apoio também podem ser acessados através dos *hiperlinks* disponíveis.

SD 1
Grupo 4

Texto de apoio para o grupo 4 Poluição por metais no cotidiano

Serão disponibilizadas aos alunos as impressões das seguintes reportagens:

G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2020/10/18/em-12-anos-presenca-de-chumbo-nos-dentes-de-criancas-cai-60percent-em-ribeirao-preto-mas-ainda-e-alta-diz-usp.ghtml>. Acesso em: 11/12/2020



Textos de apoio para a atividade proposta

Os textos de apoio também podem ser acessados através dos *hiperlinks* disponíveis.

SD 1
Grupo 4

Texto de apoio para o grupo 4 Poluição por metais no cotidiano

Serão disponibilizadas aos alunos as impressões das seguintes reportagens:

Guiame. Disponível em: <https://guiame.com.br/noticias/sociedade-brasil/represas-de-sp-estao-poluídas-com-metais-pesados-aponta-pesquisa.html>. Acesso em 11/12/2020.

Represas de SP estão poluídas com metais pesados, aponta pesquisa

Represas de SP estão poluídas com metais pesados, aponta pesquisa

ATUALIZADO: TERÇA-FEIRA, 28 SETEMBRO DE 2010 ÀS 2:54

O fundo das Represas Billings e do Guarapiranga está contaminado com metais pesados. Chumbo, cobre, níquel e zinco são alguns dos elementos químicos encontrados por pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP). Para os especialistas, a contaminação dos sedimentos compromete a qualidade da água. Responsável pelo tratamento, a Companhia de Saneamento Básico do Estado (Sabesp) afirma que não há risco para a população.

A contaminação dos reservatórios paulistas, que abastecem cerca de 4,5 milhões de pessoas na capital e na Grande São Paulo, é atribuída ao esgoto despejado irregularmente por casas e indústrias. Em alguns trechos, os pesquisadores detectaram cobre até 30 vezes acima do nível de segurança recomendado por agências de saúde.

Textos de apoio para a atividade proposta

Os textos de apoio também podem ser acessados através dos *hiperlinks* disponíveis.

SD 1
Grupo 4

Texto de apoio para o grupo 4 Poluição por metais no cotidiano

Serão disponibilizadas aos alunos as impressões das seguintes reportagens:

Reportagens extras:

Contaminação da água em Brumadinho. Disponível em:
<https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2020/01/apos-um-ano-da-tragedia-de-brumadinho-qualidade-da-agua-do-rio-paraopeba-so-piora/>. Acesso em 11/12/2020.

Contaminação por metais tóxicos em barragem de São Paulo. Disponível em:
<https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2020/09/barragem-em-construcao-pelo-go-verno-doria-e-alvo-de-acao-na-justica/> Acesso em 11/12/2020.

Contaminação de metais pesados no Rio Amazonas. Disponível em:
<https://g1.globo.com/ap/amapa/natureza/amazonia/noticia/2020/08/07/es-tudo-identifica-presenca-de-9-metais-pesados-na-agua-da-foz-do-rio-amazonas-no-amapa.ghtml> Acesso em 11/12/2020.

Grupo 4



Poluição por metais no cotidiano