

Animação **Poluição Atmosférica e Saúde**

Poluição Atmosférica

Química
3ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Redação

Gabriel Neves

Revisão

Camila Welikson

Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

Diagramação

Isabela La Croix

Revisão Técnica

Ricardo Queiroz Aucélio

Nádia Suzana Henriques Schneider

Produção

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Realização

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Ministério da Educação

Animação (Software)

Tema: Poluição Atmosférica e Saúde

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Poluição Atmosférica

Conceitos envolvidos: chuva ácida, combustíveis fósseis, dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre, EPI, hemoglobina, monóxido de carbono, camada de ozônio, material particulado, poluição atmosférica, raios ultravioletas, revolução industrial

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

Objetivo geral:

Reconhecer as causas e efeitos da poluição do ar na saúde dos seres vivos e no ambiente.

Objetivos específicos:

Definir poluição;

Associar o aumento da produção da poluição atmosférica com práticas agressivas de desenvolvimento não sustentáveis;

Diferenciar combustão completa de incompleta;

Citar os agentes poluentes mais comuns em centros urbanos;

Descrever objetivamente como o monóxido de carbono causa asfixia;

Identificar a hemoglobina das hemácias como uma molécula transportadora de gases respiratórios;

Reconhecer que a atmosfera é dividida em camadas;

Explicar a importância e função da camada de ozônio;

Citar atividades humanas responsáveis pela emissão de gases poluentes;

Explicar os efeitos dos poluentes na saúde dos seres vivos;

Definir material particulado inalável.

Pré-requisitos:

Tabela Periódica.

Tempo previsto para a atividade:

Consideramos que uma aula (45 a 50 minutos) será suficiente para o desenvolvimento das atividades propostas.

Introdução

A principal finalidade deste guia é oferecer elementos que possam contribuir para o desenvolvimento pedagógico de suas aulas. As informações oferecidas devem ser consideradas como sugestões que poderão se adequar às necessidades de seus alunos.

Lembre-se que a sua experiência e o conhecimento do contexto no qual suas aulas se inserem irão determinar a melhor forma para a realização das atividades.

Ao fazer seu planejamento, não se esqueça de verificar a disponibilidade dos computadores na data prevista para a aula. Também é importante observar os requisitos técnicos para a utilização do software:

- Sistema operacional Windows, Macintosh ou Linux.
- Um navegador Web (Browser) que possua os seguintes recursos:
 - Plug-in Adobe Flash Player 8 ou superior instalado;
 - Recurso de Javascript habilitado pelo navegador.

professor!

Acompanhe atentamente o desenvolvimento da atividade, interferindo apenas quando necessário.

dica!

A presença de enxofre em combustíveis fósseis possibilita o aparecimento de diversos efeitos nocivos para o meio ambiente e para a nossa saúde. Saiba mais sobre o assunto lendo o artigo *Perigo no ar*, de GERAQUE, Eduardo Augusto. Revista Scientific American Brasil, nº 54, novembro de 2006. Disponível em http://www.hsw.uol.com.br/framed.htm?parent=poluicao-e-saude.htm&url=http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/perigo_no_ar_imprimir.html.

1. Apresentação do Tema

O que os seus alunos sabem sobre a poluição atmosférica? Talvez tenham informações variadas sobre o assunto já que é algo bastante comentado, especialmente por haver esforços internacionais visando sua redução. Por outro lado, ainda há pessoas que encaram o problema como sendo secundário.

Comente com a turma que o problema da poluição atmosférica não é secundário. Seus efeitos sobre o ser humano são intensos e geram desde simples desconforto até a morte.

Afinal, o que é este inimigo invisível? De onde ele se origina e como o combatemos? Explique aos alunos que o foco dessa animação é a poluição atmosférica.

2. Atividades – Na sala de computadores

O AR NOSSO DE CADA DIA

Quando olhamos a história do homem, podemos notar um padrão crescente de organização e progresso. Da coleta e caça, o homem passou a plantar e criar, não mais dependendo do que o ambiente oferecia naturalmente, mas tendo a possibilidade de adaptar um espaço às suas necessidades. Com o passar dos milênios, essa característica da humanidade permitiu a construção de civilizações com um nível tecnológico cada vez mais avançado e que provia mais conforto às pessoas.

O rápido crescimento da espécie humana teve um preço para o meio ambiente, causando um impacto crescente em seu equilíbrio natural. Não só a fauna e a flora viriam a ser vítimas das mudanças impostas pelo homem, mas o planeta também sofreu mudanças bastante radicais.

Um dos impactos mais preocupantes causados pelo desenvolvimento acelerado em nosso planeta é o da **poluição atmosférica**. Segundo estudos recentes, o uso de **combustíveis fósseis**, em grande escala, está produzindo transformações na composição química e na dinâmica das diferentes camadas da atmosfera.

O QUE É POLUIÇÃO?

O termo **poluição** é muito utilizado em nosso cotidiano, de forma que passou a ter muitos significados, alguns mais técnicos e científicos, outros mais casuais e com apelo emocional. Peça que os alunos formulem livremente suas explicações sobre o que é poluição. Certamente eles tenderão a valorizar e associar mais um ou outro aspecto. Registre e destaque as palavras-chave ligadas aos conceitos que eles trouxeram do seu conhecimento prévio. Depois, lembre-os que existem tipos diferentes de poluição.

Proponha, então, uma definição clara e simples para que a turma possa participar dos debates de forma mais harmônica: **poluição** é o *excesso de matéria ou energia no lugar errado*, que, devido à atividade humana, encontra-se em excesso num ambiente no qual causa diversos danos.

É importante ressaltar que todo poluente oferece efeitos negativos ao equilíbrio tanto da nossa saúde quanto à saúde de outros seres vivos e, principalmente, ao ecossistema como um todo.

Lembre aos alunos que o aumento de atividade industrial, o uso em grande escala dos combustíveis fósseis, o esgotamento de recursos ambientais, as agressivas práticas agrícolas e o descaso no descarte de resíduos têm tirado o sono daqueles que buscam **soluções sustentáveis** para a continuidade da humanidade como a conhecemos.

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Pergunte aos alunos se eles saberiam explicar por que a animação começa apresentando imagens do campo e da cidade. Deixe que exponham suas opiniões e conhecimentos prévios e estimule-os a formular hipóteses sobre o uso das imagens.

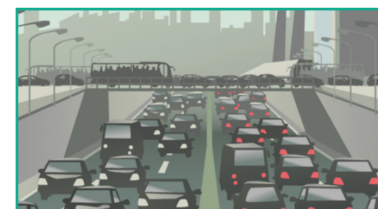
Lembre que a partir da revolução industrial, os **impactos ambientais** foram muito ampliados pelo uso indiscriminado dos combustíveis fósseis, intensificando a emissão de gases poluentes para a atmosfera.

Discuta que embora o lançamento de poluentes no ar possa ser atribuído também ao vulcanismo e a outras causas naturais, foi com a **revolução industrial**, no século XVIII, que a nossa espécie acelerou – e muito – os efeitos negativos de fenômenos que já ocorriam naturalmente, como o efeito estufa. Assim, hoje, temos certeza de que a maior parte do **impacto ambiental** é de **origem antrópica**, ou seja, causada pelo homem.

Aponte que boa parte do progresso tecnológico da humanidade é ou foi baseada em processos ligados à **combustão**.

mais detalhes!

Entenda melhor a relação entre a poluição, os impactos ambientais e as práticas sustentáveis no relatório 2010 *Planeta Vivo* da WWF – Organização Internacional de Conservação da Natureza. Disponível em http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/o8out10_planetavivo_relatorio2010_completo_ng.pdf.



mais detalhes!

Amplie os conhecimentos sobre as reações de combustão lendo o artigo *Combustão e Energia*, do site *Educação Ambiental e Cidadania* da USP. Disponível em http://www.usp.br/qambiental/combustao_energia.html.

Lembre aos alunos que a combustão é responsável pela liberação na atmosfera de diversas substâncias nocivas à nossa saúde. Assim, automóveis, fornalhas, termelétricas e as indústrias são os maiores lançadores de gases poluentes na atmosfera, sendo diretamente responsáveis pelo agravamento da poluição do ar.

Informe que as reações de combustão podem ser classificadas como “completa” ou “incompleta”. A combustão completa é aquela que, ocorrendo em um ambiente com gás oxigênio suficiente, produz energia liberando principalmente **gás carbônico**.

Já na combustão incompleta – aquela em que as condições não permitem uma reação total do combustível com o gás oxigênio – há a produção de um subproduto muito mais reativo e tóxico que é o monóxido de carbono.

A seguir discutiremos proposições da animação relacionando o **monóxido de carbono** com a saúde.

MONÓXIDO DE CARBONO E SAÚDE

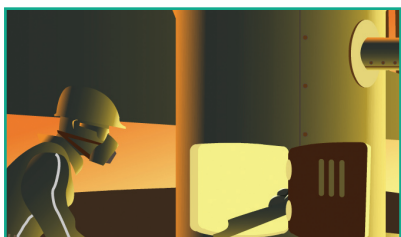
Lembre aos alunos que o **monóxido de carbono** é o produto mais conhecido e, popularmente, temido da combustão incompleta. Ele se origina de **reações de combustão** que não são alimentadas com oxigênio suficiente para a geração de dióxido de carbono. Explique que, na prática, esse tipo de reação só acontece em locais controlados ou abafados, onde haja condições para a ocorrência do fenômeno. Informe aos alunos que esse gás pode provocar graves acidentes por ser extremamente reativo; além disso, por ser inodoro e incolor, é difícil percebê-lo no ambiente.

Destaque as imagens da animação que mostram um trabalhador, inicialmente sem a máscara e, posteriormente, usando uma máscara para gases – um importante equipamento de proteção individual (**EPI**).

Explique para os alunos que o maior perigo desta substância é o seu efeito nocivo para aqueles que inalam o gás. Esclareça que o monóxido de carbono – cuja fórmula é CO – reage quimicamente com as moléculas de **hemoglobina** presente nos glóbulos vermelhos (hemácias) do sangue, formando ligações muito estáveis. Explique que isso impede que o oxigênio combine-se com a hemoglobina para ser transportado de forma eficiente pelo nosso corpo.

Vale a pena detalhar esta explicação. Lembre, então, que a hemoglobina é o pigmento vermelho responsável pelo transporte de gases respiratórios – oxigênio (O_2) e gás carbônico (CO_2).

Explique que quando a **hemoglobina** passa pelo pulmão, é carregada com o gás oxigênio, formando a **oxiemoglobina**. Durante a passagem do sangue pelo corpo, a oxiemoglobina libera o oxigênio quando este se faz necessário em algum órgão, mantendo todo o corpo oxigenado.

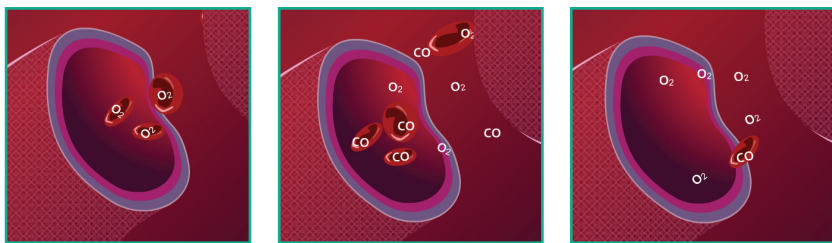


Normalmente, nos tecidos, a hemoglobina se liga ao gás carbônico formando a **carboxiemoglobina**. Informe que essas ligações são instáveis e que, por isso, permitem que a hemoglobina possa se alternar no transporte dos gases respiratórios.

Entretanto, quando o monóxido de carbono é inalado, reage fortemente com as moléculas de hemoglobina, impedindo a atividade respiratória e levando à asfixia. Os efeitos variam entre tonturas, dificuldade de concentração e até mesmo a morte.

Destaque a sequência de imagens da animação que mostra uma representação artística de um vaso sanguíneo “cortado”, com as hemácias fluindo. Lembre que no interior dos glóbulos vermelhos está a hemoglobina que normalmente se combina com o oxigênio.

Peça que os alunos notem que, no primeiro quadro, as hemácias estão se combinando com o gás oxigênio. Aponte que, no segundo quadro, aparecem moléculas de monóxido de carbono (CO) e, no terceiro quadro, essas ligações, por serem estáveis, impedem que a hemoglobina se ligue ao gás oxigênio.



Explique que, dependendo da quantidade de monóxido de carbono no nosso corpo, diversas complicações podem surgir (complicações cardíacas, óbito devido à asfixia etc.). É importante lembrar a importância de arejar os locais onde ocorre emissão de monóxido de carbono, como por exemplo, os banheiros onde há aquecedores à gas.

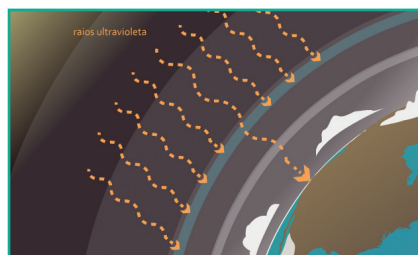
O processo de combustão junto a precárias condições de ventilação podem ser um risco potencial para a **produção de monóxido de carbono**. Alerta que, eventualmente, são registrados casos de óbito associados à asfixia por monóxido de carbono em situações residenciais.

OZÔNIO

Lembre aos alunos que o ozônio – cuja fórmula química é O₃ – é conhecido por compor a **camada de ozônio**, uma proteção natural da Terra contra **raios ultravioletas** (nocivos à vida na Terra). Contudo, o ozônio tem papéis bastante distintos: pode ser a barreira que nos protege da radiação ultravioleta ou um perigoso poluente.

dica!

Saiba mais sobre esse gás lendo o artigo *Monóxido de Carbono mais do que somente um gás letal!*, de EVANS, John. Revista Química Nova na Escola, nº 9, maio de 1999, p. 3-5. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnescog/atual.pdf>.



Explique que o ozônio é encontrado em grandes quantidades na **estratosfera** (faixa da atmosfera que fica entre 30 e 35 km de altura), formando uma camada que impede a maior parte da radiação ultravioleta.

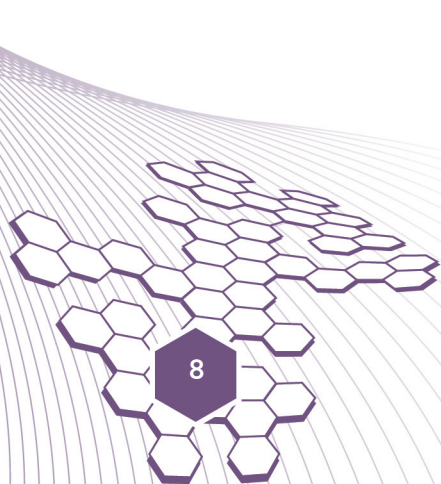
Destaque a imagem da animação que mostra a ação dos raios ultravioletas e aponte que a faixa em azul é uma representação artística da camada de ozônio; lembre aos alunos que estudos científicos apontam a poluição atmosférica como a responsável pela redução acelerada desta camada.

Comente que o mesmo ozônio que nos protege na estratosfera pode ser um perigoso poluente se estiver na **troposfera** – camada mais baixa da atmosfera e onde nos encontramos, portanto, onde respiramos.

Lembre que a sua inalação pode causar danos aos bronquíolos e aos alvéolos do pulmão, podendo gerar também inflamações e infecções, principalmente em pessoas que já possuam um quadro de problemas respiratórios. Outras consequências incluem dificuldades de respirar e realizar exercícios físicos.

Informe que quando automóveis e indústrias queimam seus combustíveis, há emissão de uma série de gases poluentes. Lembre que dentre eles está o dióxido de nitrogênio (NO_2) que, sob a luz do sol, reage com o gás oxigênio (O_2) formando o ozônio (O_3) e óxido nítrico (NO). Ou seja, nas horas em que há mais incidência da luz solar e onde há alta concentração de veículos e atividade industrial, há maior formação de ozônio no ar. Por outro lado, à noite, com pouco movimento de carros, o ozônio se dissipa e tem sua presença bastante reduzida.

Destaque a equação – $\text{NO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{O}_3$ – da reação apresentada na imagem da animação, indicando que ela é responsável pela produção do ozônio (O_3).



Conclua informando que o ozônio é muito corrosivo e a sua inalação em excesso pode causar muitos danos ao sistema respiratório. Este poder corrosivo pode afetar, também, a vida vegetal na Terra, prejudicando plantas e reduzindo a produtividade de plantações.

INIMIGO INVISÍVEL: EFEITOS DA POLUIÇÃO

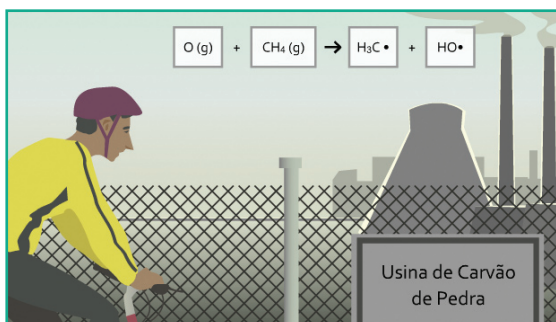
Lembre aos alunos que quanto maior e mais industrializada a cidade, maior será o seu potencial para ter uma baixa qualidade do ar. Isso porque há uma grande quantidade de agentes poluidores como automóveis, fábricas e indústrias. Porém, outras fontes menores como cigarros, fogões a lenha e até mesmo animais de estimação influenciam o índice de poluição.

Embora existam esforços da **comunidade internacional** para amenizar a poluição atmosférica, ela ainda está presente em doses altas demais. Uma série de problemas respiratórios surge por conta dos poluentes.

Lembre aos alunos que a queima dos hidrocarbonetos dos **combustíveis fósseis** – constituídos apenas por átomos de carbono (C) e hidrogênio (H) – pode gerar combinações com outros poluentes, como o nitrogênio e enxofre. Explique que os hidrocarbonetos são uma das formas primárias de poluição do ar, uma vez que se oxidam muito facilmente e geram calor.

É importante notar que os hidrocarbonetos são, geralmente, envolvidos em reações de combustão incompletas em motores de automóveis e caldeiras. Destaque que esses processos são alimentados pelo ar atmosférico, não apenas por oxigênio puro, e que por isso, as reações químicas produzem uma grande variedade de subprodutos.

Destaque a imagem da animação que mostra a combustão incompleta de um hidrocarboneto – o metano (CH₄). Aponte a equação apresentada – $O_{(g)} + CH_{4(g)} \rightarrow H_3C\cdot + HO\cdot$. Explique que a **combustão incompleta** é indicada pela presença do átomo isolado de oxigênio $O_{(g)}$ que poderia ser representado ainda como $\frac{1}{2} O_{2(g)}$. Indique que o $H_3C\cdot$ e o $HO\cdot$ são radicais livres altamente reativos.



dica!

A poluição do ar afeta diretamente a nossa saúde assim como a atmosfera da Terra. Leia mais sobre isto no artigo de MOZETO, A. *Química Atmosférica: A Química Sobre Nossas Cabeças*. Revista Química Nova na Escola, edição especial, maio de 2001, p. 41-49. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/atmosfera.pdf>.

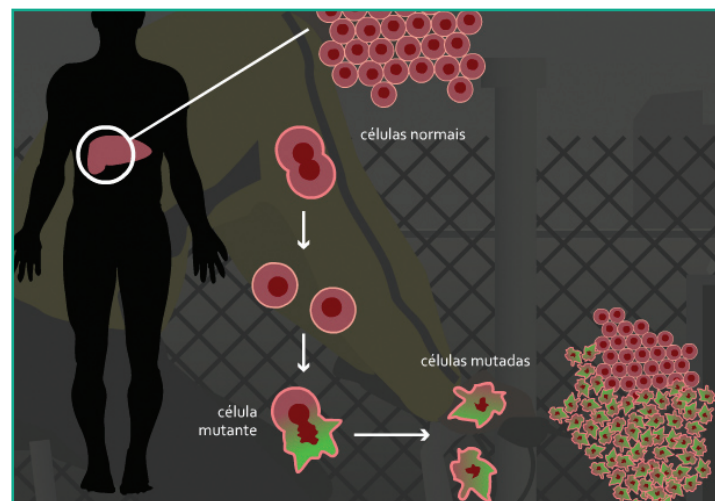


dica!

A presença de enxofre em combustíveis fósseis pode causar efeitos nocivos para o meio ambiente e para a nossa saúde. Saiba mais sobre o assunto lendo o artigo *Algumas Reações do Enxofre de Importância Ambiental*, de CARDOSO, Arnaldo e FRANCO, Alexandre. Revista Química Nova na Escola, nº 15, maio de 2002, p. 39-41. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15ao8.pdf>.

Informe aos alunos que os **radicais livres**, por serem altamente instáveis, pois têm elétrons desemparelhados, reagem com as moléculas das membranas das células podendo danificá-las, assim como ao seu DNA, produzindo células anormais (mutantes) que podem degenerar os tecidos e dar origem a tumores e, conseqüentemente, ao câncer.

Destaque a tela da animação que mostra a representação de um processo tumoral hepático em desenvolvimento.



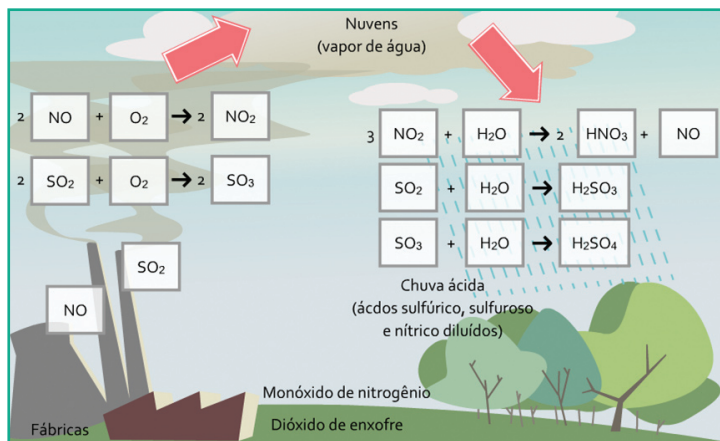
Discuta com os alunos que **outros gases** podem ter um efeito prejudicial bastante amplo afetando não só os seres humanos como todo o **ecossistema** ao redor.

Informe que o **dióxido de enxofre** (SO_2), por exemplo, é um **subproduto da combustão** de diversos materiais combustíveis que possuem enxofre em sua composição, sendo as fontes mais notórias destas queimas o escapeamento de automóveis e as chaminés de indústrias.

Explique que este gás é particularmente nocivo por ser um dos desencadeadores do processo de formação da **chuva ácida**, que causa danos à vida animal e vegetal, aos leitos de água superficial, assim como aos prédios, construções, viadutos e monumentos históricos.

Lembre que, nas altas camadas da atmosfera, o dióxido de enxofre e outros gases poluentes – como o dióxido de nitrogênio (NO_2), o trióxido de enxofre, o monóxido de carbono e até o gás carbônico – combinam-se com água formando ácidos como o ácido sulfúrico, sulfuroso, nítrico e carbônico.

Destaque a imagem que apresenta um fragmento do **ciclo biogeoquímico** do nitrogênio e do enxofre, mostrando algumas equações simplificadas do processo de formação da chuva ácida.



Além dos gases citados até aqui, é importante lembrar ainda outro poluente que deve ser seriamente considerado quando analisamos a qualidade do ar atmosférico. Lembre aos alunos que outro grande fator causador de problemas respiratórios é o material particulado inalável (MP₁₀) que pode ser definido como partículas microscópicas que, suspensas no ar, são inaladas indo se depositar nos alvéolos pulmonares. Este processo pode originar diversas desordens e doenças respiratórias, como alergia, fibrose, silicose etc.

Destaque a imagem da animação que mostra uma pessoa praticando esporte (ciclismo) em um grande centro urbano.

Explique aos alunos que apesar da pessoa estar fazendo uma atividade física, o balanço final para a sua saúde pode não ser tão positivo, uma vez que uma grande quantidade de material particulado é absorvida através da inalação. Aproveite essa oportunidade para discutir a questão da **qualidade do ar** na sua cidade. Conclua desafiando os alunos a descobrir se é viável compatibilizar desenvolvimento com qualidade de vida.

dica!

Proponha que os alunos leiam o texto *Poluição Atmosférica*, de ANDRADE, Maria de Fátima, produzido pela PUC-Rio como parte do projeto CONDIGITAL. Disponível no Portal do Professor.



3. Atividades Complementares

- a) Proponha que seus alunos montem uma **linha do tempo** apontando a **evolução tecnológica** do homem e o aumento da **poluição do ar**. A internet será uma poderosa ferramenta de pesquisa nessa tarefa, uma vez que permitirá acesso a informações de civilizações modernas e antigas.
- b) Não são apenas as ações do homem que geram poluição do ar, mas também alguns fenômenos naturais como vulcões e queimadas naturais. Proponha uma pesquisa que envolva o **estudo de atividades naturais e antrópicas** que contribuam para o aumento da poluição. Peça que os alunos **busquem imagens** para representar esses fenômenos e agende um dia para que os alunos, em grupos, **organizem visualmente** essas informações.
- c) Divida a turma em grupos e proponha que cada grupo **organize uma maquete** que mostre alguma **situação** urbana ou industrial que seja responsável pela **produção de poluentes**. Depois, peça que destaquem na maquete a equação química das reações envolvidas.

4. Avaliação

A avaliação é parte integrante do **processo de ensino-aprendizagem**. Suas estratégias devem ser pensadas e conduzidas de modo que forneçam informações ao longo de todo o desenvolvimento do tema. Assim, será possível, se necessário, redefinir os elementos do planejamento de forma que os objetivos sejam alcançados.

Considere que a avaliação é muito mais do que apenas estabelecer objetivos, critérios e atribuir conceitos e notas. A avaliação formativa permite que o seu trabalho seja reorientado, em tempo real, tornando as decisões, alterações e reformulações como parte do processo de ensino-aprendizagem.

O **envolvimento, interesse e participação** dos alunos, tanto durante a apresentação do programa quanto nos debates subsequentes, são momentos importantes para avaliar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os questionamentos apresentados pelos alunos são indicadores significativos para identificar se os **objetivos** da sua aula foram atingidos ou se há necessidade de aprofundar um ou outro tópico do conhecimento.

Durante os debates, você poderá de modo informal propor algumas **questões que desafiem o grupo** para que os **modelos mentais**, em construção, sejam revelados. Essas questões podem ser elaboradas em função do conteúdo apresentado no programa.

Refleta, observando que os momentos de avaliação do grupo constituem, também, excelente oportunidade para **avaliar o seu próprio trabalho** e os objetivos propostos inicialmente, reformulando e repensando ações futuras.

ANIMAÇÃO - SOFTWARE

EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto
Pércio Augusto Mardini Farias

Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Ricardo Queiroz Aucélio

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

PUC-Rio

CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Software

Renato Araujo

Assistência de Coordenação de Software

Bernardo Pereira Nunes

Coordenação de Avaliação e Acompanhamento

Gianna Oliveira Bogossian Roque

Coordenação de Produção dos Guias do Professor

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Assistência de Produção dos Guias do Professor

Tito Tortori

Redação

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson

Gabriel Neves

Design

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson