

O AR ESTÁ POLUÍDO? SÓ PARA OS VOSSOS OLHOS



Conceito principal	• Poluição atmosférica
Palavras-chave	• Poluição atmosférica • Ar • Poluição • Atmosfera • Smog • Partículas • Combustão • Ambiente • Poluentes visíveis • Matéria particulada • Indústria • Tecnologia
Tempo estimado	• 3 horas
Enquadramento curricular	1.º Ciclo do Ensino Básico 2.º Ano › À descoberta de si mesmo › À descoberta do Ambiente Natural 3.º Ano › À descoberta das interrelações entre a natureza e a sociedade 4.º Ano › À descoberta dos materiais e dos objectos › À descoberta das interrelações entre a natureza e a sociedade 2.º Ciclo do Ensino Básico 5.º Ano › Ciências Naturais: A água, o ar, as rochas e o solo – materiais terrestres 3.º Ciclo do Ensino Básico 8.º Ano › Ciências Naturais: Terra – um planeta com vida › Geografia: Riscos, ambiente e sociedade
Objetivos	No fim da actividade os alunos devem: • Definir poluição atmosférica; • Perceber os diferentes tipos de poluição atmosférica e as suas fontes; • Perceber e explicar que os poluentes atmosféricos são, normalmente, gerados durante uma combustão incompleta; • Identificar formas de reduzir a poluição atmosférica; • Perceber o papel dos engenheiros ambientais na monitorização da qualidade do ar e no desenvolvimento de tecnologia que ajude a limpar o ar; • Construir um pequeno e simples colector de partículas.

Poluição atmosférica

O ar puro contém apenas os gases e o vapor de água necessários para manter o ambiente da Terra saudável. O ar pode apresentar-se poluído por substâncias com origem em fontes naturais ou com origem em ações ou atividades humanas. Uma elevada concentração de poluentes no ar chama-se poluição atmosférica e refere-se à contaminação do ar por gases e partículas que afetam a qualidade do ar. De um modo geral, consiste em: gases visíveis, gases invisíveis e particulados (como fuligem), bem como fibras, vapores, bolor e bactérias. Estas partículas podem ser encontradas tanto no ar exterior como no ar interior. A maioria dos principais poluentes são invisíveis (como o dióxido de carbono e o monóxido de carbono), mas uma grande quantidade deles pode ser vista como “nevoeiro”, quando se concentram em locais como as grandes cidades. Como os poluentes visíveis (como matéria particulada e nevoeiro fotoquímico) são mais óbvios, sabemos mais sobre este tipo de poluentes e tendemos a ter mais leis relacionadas com eles do que com os poluentes invisíveis.

A poluição atmosférica pode afectar de forma negativa o ambiente e, consequentemente, os seres vivos. Para o ser humano, a poluição atmosférica pode causar alergias, irritação nos olhos ou nariz, dores de cabeça, sonolência, tosse, espirros e tonturas. Respirar ar poluído com uma concentração muito elevada de poluentes, pode causar doenças graves, como cancro, asma, insuficiência renal, lesões hepáticas e até defeitos congénitos.

A poluição atmosférica também pode contribuir para a deterioração de edifícios e estruturas expostas ao ar. Os poluentes podem cobrir os edifícios, dando-lhes um aspeto sujo, e a poluição pode originar chuvas ácidas que causam danos nas mais diversas infraestruturas.

Os engenheiros que trabalham na resolução de problemas causados pela poluição atmosférica possuem conhecimentos fundamentais sobre a composição e as características do ar, o que os ajuda a conceber dispositivos e soluções tecnológicas para prevenir, controlar e tratar a poluição atmosférica. Um purificador, um precipitador eletrostático (ou filtro de ar eletrostático), um separador ciclónico (ou ciclone) foram algumas das tecnologias desenvolvidas por estes engenheiros.

Matéria particulada

A matéria particulada é, muitas vezes, invisível a olho nu, a não ser que seja muito concentrada. Para facilitar o estudo das partículas, é possível “recolher” e identificar partículas, concentrando-as num coletor. Os engenheiros usam várias tecnologias para identificar os tipos de matérias particuladas e medir as suas concentrações. Esta informação é necessária antes de iniciar o trabalho de limpeza do ar. Este tipo de conhecimento também é usado pelos engenheiros para criar novas tecnologias (novos combustíveis, motores mais eficientes, processos de tratamento em aplicações industriais, etc.) capazes de prevenir e reduzir mais eficazmente a poluição atmosférica.



Smog fotoquímico (nevoeiro fotoquímico)

A palavra “smog” nasceu da combinação das palavras “smoke” (fumo) e “fog” (nevoeiro). Foi usada, pela primeira vez, no início do século XX, para descrever a mistura do fumo com o nevoeiro denso que por vezes pairava sobre a cidade de Londres (Inglaterra). Atualmente, o smog refere-se a smog fotoquímico (nevoeiro fotoquímico), uma combinação de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) e Óxidos de Azoto. Quando é exposto à luz do Sol, o nevoeiro fotoquímico cria ozono troposférico e outras substâncias irritantes. São várias as condições para a formação de smog: falta de vento; inversão térmica, que impede o smog de subir e de se espalhar; cadeias montanhosas perto de cidades que podem reter o smog numa área.

Fontes de poluição atmosférica artificiais no exterior

A queima de combustíveis fósseis é uma das causas principais da poluição atmosférica, e com um dos maiores contributos para as alterações climáticas. O fumo e os vapores das centrais elétricas e das fábricas, que contêm dióxido de carbono e dióxido de enxofre, são os piores. As emissões de escape dos automóveis são outra grande fonte de poluição atmosférica. Contêm gases invisíveis (dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de azoto) e partículas. Muitos bens de consumo (laca para o cabelo, tinta e produtos de limpeza) libertam níveis elevados de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) na atmosfera. Outras fontes importantes incluem bombas de gasolina, fábricas (vários tipos), actividades agrícolas, silvícolas e agropecuárias.

Uma das maiores fontes de poluição atmosférica é a combustão incompleta da gasolina nos motores dos automóveis. Os motores são apenas eficientes em cerca de 30%, o que significa que, por cada 35 litros de gasolina no depósito, apenas 10 litros são usados para fazer o veículo andar. Parte da restante gasolina aquece o motor e outra parte é libertada do motor por queimar. Esta ineficácia é um dos maiores contribuintes para o nevoeiro fotoquímico. Se houvesse uma combustão total da gasolina, os únicos produtos derivados seriam vapor de água e dióxido de carbono. O dióxido de carbono pode ser prejudicial para o ambiente, quando emitido em grande quantidade. Se ocorresse a combustão total limitar-se-ia também o número de outros gases prejudiciais libertados na atmosfera. Alguns sistemas e dispositivos concebidos pelos engenheiros para reduzir as emissões de poluentes incluem conversores catalíticos, combustíveis modificados e motores mais eficientes.

Fontes de poluição atmosférica naturais no exterior

As erupções vulcânicas lançam gases e cinzas na atmosfera. Os incêndios florestais também libertam pó e fumo no ar.



Fontes de poluição atmosférica no interior

A poluição atmosférica interior está a tornar-se uma grande preocupação para os engenheiros ambientais, pois a maioria do tempo das pessoas é passado no interior de edifícios. Os poluentes do Ar Interior (IA) podem ser produzidos no interior dos edifícios ou levados a partir de fontes exteriores. As fontes interiores incluem: equipamentos (sistema de ventilação e ar condicionado defeituosos, emissões de equipamentos do escritório/laboratório), mobiliário e utensílios domésticos (tapetes novos que libertam formol, frigideiras de Teflon queimadas), materiais que produzem pó, materiais danificados por água, emissões de lixo insalubre, insetos e pragas (pesticidas), zonas de preparação de comida, fungos, materiais de limpeza, animais de estimação (pelos) e pessoas (fumo de cigarros). Alguns dos poluentes atmosféricos exteriores que são levados para o interior são: nevoeiro fotoquímico, bactérias e esporos de fungos, gases de escape dos veículos, pólen e pó, algas (de águas paradas) e fumo.

Poluição sonora e luminosa

Algumas pessoas também consideram a poluição sonora como um tipo de poluição atmosférica, pois as ondas de som viajam pelo ar. As fontes exteriores incluem aviões a jato, equipamento de construção, camiões e outras formas de transporte, etc. As fontes interiores incluem música, televisões, misturadoras, máquinas de lavar louça e de lavar roupa, etc..

Para os astrónomos, as luzes também são consideradas uma fonte de poluição atmosférica. A poluição sonora e a poluição luminosa podem afetar a saúde humana, bem como a saúde e os padrões de migração dos animais.

Quais as soluções para os poluentes atmosféricos?

Normalmente, o ciclo da água limpa os poluentes atmosféricos de forma natural. Contudo, existem atualmente dois problemas relacionados com isto: o ciclo da água não consegue limpar os contaminantes tão depressa quanto são acrescentados na atmosfera, e as concentrações elevadas de poluentes que contribuem para as chuvas ácidas.

Um pouco por todo o mundo, os governos estão a tentar controlar a poluição atmosférica, promulgando leis neste sentido. Em Portugal existem várias leis que podem ser consultadas em:

<https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=82&sub2ref=316>

Muitos governos também aprovam legislações rígidas para controlar a quantidade de produtos derivados libertados pelas indústrias e pelos meios de transporte. Estes padrões da qualidade do ar são criados para proteger a saúde e o bem-estar das pessoas, plantas e animais, e para proteger edifícios, monumentos, recursos hídricos, etc. No entanto, para reforçar estas leis, é importante monitorizar a qualidade do ar ao longo do tempo.

Um dos maiores problemas ambientais que os engenheiros enfrentam é criar novas técnicas para prevenir a poluição atmosférica. Em vários países, ocorreram inúmeras mudanças, como resultado da promulgação de novas leis ambientais.



Um exemplo é a queima de carvão (e outros combustíveis fósseis) para aquecimento ou para o funcionamento de maquinaria. Agora sabemos que este processo causa poluição atmosférica e, como resultado da consciencialização pública e das leis sobre emissões atmosféricas cada vez mais rígidas, tem havido um decréscimo na sua utilização. Um outro exemplo é a indústria automóvel, onde houve grandes inovações nos últimos 25 anos, que levaram a uma redução das emissões de gases de escape de 96%, em comparação com veículos de 1960.

Os cidadãos informados também estão a fazer ajustes a nível pessoal, para ajudar a melhorar a qualidade do ar. Por exemplo, muitos de nós estamos a reduzir o consumo de combustível, ao partilhar o carro, ao andar de transportes públicos, de bicicleta ou até a caminhar, a reduzir a energia que usamos e a comprar bens de consumo ecológicos, como laca para o cabelo não-aerossol e produtos de limpeza não tóxicos. Tudo isso ajudará a reduzir a poluição atmosférica.

Factos sobre a poluição atmosférica

- A Cidade do México é uma das cidades mais poluídas do mundo.
Quando a poluição atmosférica atinge o seu auge, os pássaros caem mortos do céu;
- O metano é um dos principais gases com efeito de estufa, contribuindo para as alterações climáticas. Todos os dias, cada um dos 11 mil milhões de animais de gado de todo o mundo emite meio quilo de metano (produzido nos intestinos enquanto digere a comida). Isso significa que, a indústria pecuária produz 137 milhões de toneladas de metano por ano. O metano também é produzido em grandes quantidades por vegetação em decomposição nos aterros sanitários.
- A Associação Americana de Pneumologia (*American Lung Association*) acredita que a exposição ao dióxido de enxofre (uma fonte é o motor de combustão interna dos automóveis) é uma das principais causas das doenças pulmonares, logo a seguir a fumar. Também foi implicado no aumento dos casos de asma, bronquite e enfisema. Em média, uma pessoa inspira cerca de 20 mil vezes por dia.
- As plantas dão-nos oxigénio, contudo, as pessoas já destruíram quase dois terços das florestas da Terra.
- Por vezes, o Havai tem alertas “vog”.
Isso ocorre quando os gases e partículas emitidos pelos vulcões atingem níveis perigosos.
- Em Portugal os níveis de poluição do ar têm vindo a agravar-se nos últimos anos, com 14 localidades a ultrapassar o limite máximo de partículas finas inaláveis definido pela OMS, em 2015, quando em 2014 eram 8 localidades. Estas partículas finas entram nos pulmões e sistema cardiovascular, causando doenças como acidente vascular cerebral, ataque cardíaco, obstrução pulmonar ou infecção respiratória.



Demonstração 1 – Demonstração de combustão incompleta

- 1 vela
- 1 lata
- Fósforos
- 1 palhinha
- Toalha ou guardanapo de papel
- Pega

Demonstração 2 – Demonstração de *smog*

- 1 frasco de vidro grande
- Folha de alumínio
- 2-3 cubos de gelo
- 1 copo de água
- Papel
- Régua
- Tesouras
- Fósforos

Construir colectores de matéria particulada (por grupo):

- 1 frasco de vidro pequeno (frasco de especiarias ou de papa para bebé)
- 1 frasco de vidro grande (frasco de *pickles*, de maionese ou de comida)
- Vaselina
- Fita adesiva
- Lupa
- 1 bloco de notas
- Se permitir aos alunos criar os seus colectores, deve providenciar outros materiais, como pacotes de leite, óleo vegetal, furadores, etc.

Construir colectores de matéria particulada (para a turma):

- Gráfico em papel (grande, do tamanho do quadro de avisos)
- Papel colorido
- Tesouras
- Fita-cola transparente



Antes da actividade

- Demonstração de combustão incompleta:
Praticar o procedimento algumas vezes, antes de apresentá-lo à turma.
- Demonstração de *smog*:
Praticar o procedimento algumas vezes, antes de apresentá-lo à turma.
O passo principal tem de ser realizado muito rapidamente.
- Actividade dos alunos – Construir colectores de matéria particulada:
É importante testar possíveis locais de recolha para os colectores de matéria particulada, antes de realizar a experiência com os alunos. Alguns locais podem não apresentar muitas partículas visíveis, e isso pode frustrar os alunos.

Demonstração 1: Combustão incompleta

A combustão incompleta nos automóveis é uma das principais fontes de poluição atmosférica. Esta demonstração pode servir para apresentar os alunos a esta fonte comum de poluição.

1. Acender a vela.
2. Colocar o fundo da lata sobre a chama durante alguns segundos.
O topo da chama deve quase tocar na lata.
3. Olhar para o fundo da lata. Perguntar aos alunos o que observam.
(Resposta: Uma zona escura e com fuligem.) Pedir aos alunos para anotar as observações.
Acham que é uma prova da poluição? (Resposta: Sim.)
4. Limpar o fundo da lata com uma toalha de papel.
Pedir aos alunos para também observarem a poluição na toalha de papel.
5. Repetir a ação, mas usar a palhinha para soprar suavemente para o fundo da lata.
Cuidado para não apagar a chama.
6. Olhar para o fundo da lata e perguntar aos alunos o que observam.
(Resposta: Nada, ou talvez algum vapor de água condensado no fundo da lata.) Observam poluentes?
(Resposta: Não.) Os alunos devem anotar as observações e respostas sobre a experiência realizada.
7. Perguntar aos alunos como é que o ar adicional afectou a combustão da vela.
(Resposta: Ocorreu uma combustão completa, produzindo apenas dióxido de carbono e vapor de água.
Os outros tipos de poluentes são evitados.) Pedir aos alunos para anotar as respostas.





Figura 1 – Combustão incompleta poluentes

Demonstração 2: Smog

1. Cortar uma tira de papel com cerca de 15 cm x 1 cm. Dobrar a tira ao meio longitudinalmente e torcê-la.
2. Usar um pedaço de folha de alumínio para fazer uma “tampa” para o frasco. Moldá-la com a forma da abertura do frasco.
3. Colocar água no frasco e agitá-lo para molhar o interior.
4. Colocar os cubos de gelo em cima da folha de alumínio para arrefecê-la.

ATENÇÃO: Todas as etapas do próximo passo devem ser realizadas muito rapidamente!

5. Atear a tira de papel e colocá-la, com o fósforo, dentro do frasco. Colocar a tampa de folha de alumínio no frasco e selá-lo o melhor possível. Colocar novamente os cubos de gelo no meio da tampa de folha de alumínio.
6. Pedir aos alunos para descrever o que observam no frasco. No que se parece ao *smog*? No que difere do *smog*? Pedir aos alunos para anotar as respostas.
7. Perguntar aos alunos como é que o ar adicional afectou a combustão da vela.
(Resposta: Ocorreu uma combustão completa, produzindo apenas dióxido de carbono e vapor de água. Os outros tipos de poluentes são evitados.) Pedir aos alunos para anotar as respostas.



Figura 2 – Combustão completa



Figura 3 – Visualização de smog



Actividade dos alunos: Construir colectores de matéria particulada

A actividade dos alunos pode ser muito estruturada ou muito aberta. Pode pedir à turma para seguir o design do colector descrito abaixo ou incentivar os alunos a planear e elaborar o seu próprio colector de matéria particulada, com os materiais que o professor decidir colocar ao dispor. No final do procedimento, estão incluídos vários designs de colectores alternativos. Também pode pedir aos alunos para criar as suas próprias experiências, nas quais podem testar vários locais de recolha ou vários designs de colectores no mesmo local.

1. Dividir a turma em pares.
Distribuir os materiais pelos grupos (1 frasco pequeno, 1 frasco grande, vaselina, fita adesiva).
2. Apresentar a montagem do colector.
(Pode colocar a tampa neste colector e mantê-lo na sala de aula como controlo.)
3. Esfregar vaselina no exterior do jarro pequeno.
4. Colocar cuidadosamente o jarro pequeno dentro do jarro grande.
5. Usar a fita adesiva para etiquetar o frasco grande; incluir o nome, a data e o local do teste.
6. Escolher vários locais na escola, no interior e no exterior, onde os alunos pensam que podem encontrar poluentes visíveis. Destacar cada grupo para um local de recolha diferente.
(Locais possíveis: perto de uma estrada ou parque de estacionamento, uma garagem com gases de escape, um parque com areia/pó, a sala dos professores ou a sala onde fazem pausas para fumar, um fogão, o filtro do ar condicionado da sala de aula ou a ventilação da escola, etc.) Não esquecer que os colectores podem ter de ficar no local, quietos, durante alguns dias.
7. Pedir aos alunos para prever qual a área que terá mais poluentes visíveis e porquê.
Pedir aos alunos para anotar as previsões.
8. Colocar os frascos nos locais de teste durante vários dias.
Pedir aos grupos para verificar os frascos diariamente e anotar as suas observações.
9. No último dia de observações, trazer os frascos para a sala de aula para comparação.
10. Pedir aos alunos para observar a quantidade de poluentes nos colectores.
11. Pedir aos alunos para ordenar os frascos do que tem menos poluentes visíveis ao que tem mais, alinhando-os num balcão ou numa mesa. Não esquecer de incluir o frasco de controlo.
Pedir aos alunos para anotar esta informação.
12. Debater as razões alguns de locais apresentarem mais poluentes visíveis do que outros.



13. Recordar os alunos de que estas partículas estão no ar que respiramos.
Pedir-lhes que escrevam o que acham sobre este assunto.
14. Fazer um mapa da escola num esquema de papel grande.
Para cada local de teste, cortar o desenho de um frasco no papel colorido e anotar o seu lugar no ranking, o local e o número de partículas recolhidas (se for possível contar). Colocar cada frasco recortado no local correto no mapa. Que conclusões podem ser retiradas do mapa? Anote algumas dessas conclusões em cartões. Expor o mapa e os cartões com as conclusões num corredor da escola para ser observado e analisado por outros.
15. Considerar organizar um debate na sala de aula e/ou pedir um trabalho escrito sobre possíveis fontes de partículas. Como podemos tornar o ar melhor para respirar?

Design de colectores alternativos

- Cortar tiras rectangulares de pacotes de leite de plástico ou cartões de notas e furar uma das extremidades para passar um fio. Esfregar vaselina num lado. Deixar pendurado durante uma semana ou mais. Garantir que se aplica uma camada espessa de vaselina para impedir que seque ao longo do curso da experiência.
- Usar cartões de notas com um buraco no meio (do tamanho de uma moeda). Cobrir o buraco com fita-cola transparente mantendo exposto o lado com cola. Furar uma extremidade para passar um fio. Criar três cartões para cada local (um para 24 horas, um para três dias, um para uma semana). Nota: Os cartões de notas não são resistentes à chuva, portanto, garantir que são colocados em locais protegidos.
- Experimentar usar óleo vegetal nos colectores, em vez de vaselina.

Questões de segurança

- Garantir que coloca os colectores em locais pouco frequentados, para evitar que alunos distraídos e visitantes da escola tropecem ou partam o frasco.
- As demonstrações 1 e 2 usam fósforos e fogo; não devem ser realizadas por alunos sem supervisão de um adulto.

Resolução de problemas

- Esta actividade não é uma experiência rápida ou limpa. Para obter resultados significativos, os frascos devem ser colocados em locais muito sujos.
- Colocar os colectores em cima de papel branco, ao observá-los; facilita a visualização das partículas.



Extra

- Na Demonstração 1, comparar os tipos e a quantidade de poluição produzida ao queimar velas de marcas e tipos diferentes. Por exemplo, parafina vs. cera de abelha.
- Expor um gráfico com uma lista das causas de poluentes visíveis e do que pode ser realizado para prevenir essa poluição. Manter o gráfico exposto para que os alunos possam acrescentar informações sempre que tiverem uma ideia.
- Na atividade dos alunos, experimentar colocar os vários tipos de coletores no mesmo local. Algum deles funciona melhor do que os outros (recolhe mais poluentes)? Cada um deles atrai um tipo de poluentes?
- Pedir aos alunos para fazer um gráfico de barras com a quantidade de poluentes (vertical) vs. os locais dos frascos (horizontal). Que conclusões podem ser retiradas do gráfico?
- Descobrir mais sobre fábricas da zona. O que fazem? Que tipos de desperdício produzem? Como eliminam esses desperdícios?
- Convidar um investigador de qualidade do ar para ir à sala de aula. Incentivar os alunos a elaborar questões e a fazê-las ao cientista sobre os tipos, as causas e os níveis de poluição atmosférica na comunidade.

Avaliação

- **Estas questões podem ajudar o professor na avaliação dos alunos:**
O que são poluentes atmosféricos?
Quais as fontes de poluição atmosférica?
- **Avaliação pré-atividade**
Pergunta para debate na aula:
Qual o aspeto da poluição atmosférica? Quais as causas da poluição atmosférica?
- **Avaliação durante a atividade**
Observações dos alunos:
Durante a atividade, solicitar aos alunos que anotem as observações realizadas no decorrer da actividade, como indicado na secção Procedimento. Analisar o que os alunos estão a escrever e a desenhar no bloco de notas.



- **Avaliação pós-atividade**

Informar os outros/Concepção de um mapa:

Elaborar um esquema da escola. Para cada local de teste, cortar o desenho de um frasco no papel colorido, anotar a sua posição no ranking e o local onde o frasco esteve colocado.

Essa informação deve posteriormente ser usada para colocar cada frasco recortado no local correto no mapa. Pedir aos alunos para observar o esquema e efectuarem conclusões sobre a distribuição dos fracos. Que conclusões podem ser retiradas do esquema? Anote as conclusões dos alunos em cartões. Expor o esquema e os cartões com as conclusões num corredor da escola para outros elementos da comunidade escolar terem a oportunidade de observar.

RECURSOS

- Filme: Como construir turbinas eólicas
- Filme: Como as turbinas eólicas geram eletricidade

RECURSOS EXTERNOS

<https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=82&sub2ref=316>

<https://qualar.apambiente.pt/qualar/index.php>

<http://eekwi.org/job/chemeng.htm>

<https://www.epa.gov/iaq-schools>

<https://www.teacherstryscience.org/lp/got-dirty-air-your-eyes-only>

<https://www.teacherstryscience.org/ngssl/got-dirty-air-your-eyes-only-ngss>

CRÉDITOS

Esta actividade foi originalmente criada pelo Integrated Teaching and Learning Program no College of Engineering and Applied Science da Universidade do Colorado, disponibilizada na plataforma Teachers Try Science e adaptada pela Ciência Viva.

