

**APÊNDICE G – Produto Educacional**

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

**Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional**

**PROFQUI**

## **UNIDADE TEMÁTICA**



Fonte: Site Veja/Abril, 2013<sup>6</sup>

# **POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA: Um inimigo invisível**

**Gislaine Penha Rossetto**

---

<sup>6</sup> Disponível em <<https://veja.abril.com.br/saude/poluicao-do-ar-pode-aumentar-risco-de-insuficiencia-cardiaca-e-cancer-de-pulmao/>> Acessado em: 13/04/2020

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

### **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Variação de temperatura e pressão entre as camadas da atmosfera terrestre.....	11
Figura 2. Poluição atmosférica afeta 300 milhões de crianças no mundo.....	19
Figura 3. Modelo para demonstrar o efeito estufa.....	26
Figura 4. Formação da chuva ácida.....	34

### **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1. Principais poluentes, fontes de emissão e efeitos.....	20
Quadro 2. Algumas reações de formação da chuva ácida.....	35

### **LISTA DE ESQUEMAS**

Esquema 1. Reação de formação do ácido carbônico.....	33
Esquema 2. Ionização do ácido carbônico com formação do ânion bicarbonato.....	33

## SUMÁRIO

<b>1-INTRODUÇÃO: uma abordagem para o professor.....</b>	<b>6</b>
<b>2-AULA 1 – Avaliação diagnóstica e apresentação da temática.....</b>	<b>6</b>
2.1-Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	6
2.2 Recurso didático.....	6
2.3 Cronograma.....	6
2.4 Na sala de aula.....	6
2.5 Aprofundamento teórico.....	10
2.6Atividades experimentais.....	13
<b>3- AULA 2- Poluição um problema real.....</b>	<b>17</b>
3.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	17
3.2 Recurso didático.....	17
3.3 Cronograma.....	17
3.4 Na sala de aula.....	17
<b>4- AULA 3 –Aprofundando a química da poluição.....</b>	<b>19</b>
4.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	19
4.2 Recurso didático.....	19
4.3 Cronograma.....	19
4.4Na sala de aula.....	19
4.5 Aprofundamento teórico.....	21

<b>5- AULA 4 – Construção de mapa conceitual.....</b>	<b>29</b>
5.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	29
5.2 Recurso didático.....	29
5.3 Cronograma.....	29
5.4 Na sala de aula.....	29
<b>6- AULA 5 – Chuva ácida.....</b>	<b>31</b>
6.1Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	31
6.2 Recurso didático.....	31
6.3 Cronograma.....	31
6.4 Na sala de aula.....	31
6.5 Aprofundamento teórico.....	33
<b>7- AULA 6 – Visita.....</b>	<b>38</b>
7.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	38
7.2 Cronograma.....	38
7.3 Na sala de aula – visitação.....	38
<b>8- AULA 7 – Compartilhando o que aprendemos.....</b>	<b>39</b>
8.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	39
8.2 Recurso didático.....	39
8.3 Cronograma.....	39
8.4 Na sala de aula.....	39

<b>9- AULA 8 – Finalização da Unidade Temática</b>	<b>41</b>
9.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula	41
9.2 Recurso didático	41
9.3 Cronograma	41
9.4 Na sala de aula	41
<b>10- AVALIAÇÃO</b>	<b>42</b>
<b>11- CONCLUSÃO</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>45</b>
<b>MATERIAL DE APOIO</b>	<b>48</b>
Material de apoio 1– Questionário avaliação diagnóstica	48
Material de apoio 2- Slides da aula 1	49
Material de apoio 3– Roteiro dos experimentos	54
Material de apoio 4 – Sugestões de notícias	56
Material de apoio 5 – Slides aula 3	68
Material de apoio 6 – Slides aula 4	83
Material de apoio 7 – Questionário final	86
Material de apoio 8 – Lista de exercícios de revisão	88

## **1-INTRODUÇÃO: uma abordagem para o professor**

A educação não pode ser vista apenas como a instrução e aprendizagem de conteúdos que, muitas vezes, não fazem sentido para o aluno. É preciso que ela seja vista como uma formação para autonomia crítica e criativa do estudante. Nesse sentido, essa unidade temática é um material de apoio para você, professor, que pretende estimular o exercício pleno da cidadania através do estudo da Química Ambiental.

O tema poluição permite ao aluno conhecer e entender as transformações que ocorrem em seu meio, desenvolvendo o senso crítico da necessidade da conservação e a preservação do meio ambiente, bem como, seu papel e responsabilidade diante de problemas ambientais. Diante disso, se vê a importância de serem trabalhadas questões ambientais na educação básica, pois como queremos desenvolver uma sociedade mais sustentável e responsável ambientalmente, se isso não é discutido e problematizado na escola?

Com isso, a Unidade Temática construída, trabalha a química ambiental com foco na poluição atmosférica e na sua relação direta com os conteúdos de química, viabilizando ao aluno uma motivação maior para a aprendizagem. Além de estabelecer intrínseca relação entre conteúdo químico e contexto do aluno, as atividades propostas podem ser realizadas com materiais de fácil disponibilidade e com foco em estratégias pedagógicas para promoção do aprendizado ativo, visando um maior engajamento dos alunos.

A operacionalização das atividades foi realizada colocando o aluno numa postura investigativa e responsável pela própria construção do seu conhecimento. O produto educacional consiste numa Unidade Temática com o tema gerador “Poluição atmosférica: um inimigo invisível” e foi organizada em oito etapas interdependentes sendo que cada etapa pode ser trabalhada em 2h-aula.

O produto educacional construído através desse trabalho é recomendado para alunos do 1º ano do Ensino Médio. O tempo previsto para a conclusão da Unidade Temática é de 16h/aula. Mas cabe a você decidir, de acordo com os seus objetivos e com o tempo disponível, qual(is) atividade(s) serão desenvolvidas pois, as atividades apresentadas nessa unidade, podem ser aplicadas separadamente. Os conteúdos químicos que poderão ser trabalhados através da Unidade Temática “Poluição: um inimigo invisível” são os estados físicos da matéria,

propriedades físicas da matéria; forças intermoleculares, reações de neutralização, gases, porém a ênfase é dada ao conteúdo de funções inorgânicas. No decorrer das atividades, são sugerido materiais de apoio, os quais são disponibilizados no final da unidade temática, ou se você preferir pode acessar através do link <https://bit.ly/33F3gZX> o repositório criado no Google Drive com todos esses materiais.

Para finalizar, espera-se que esse trabalho te auxilie durante o planejamento e execução das suas aulas. Esperamos também que através do desenvolvimento dessa unidade temática e dos momentos de reflexão proporcionados durante as aulas, que o seu aluno, além de perceber a química aplicada ao seu cotidiano, possa compreender nossa responsabilidade de cuidar e preservar o meio ambiente.

## **2-AULA 1 – Avaliação diagnóstica e apresentação da temática**

### **2.1-Objetivos que se pretende alcançar com a aula**

- ❖ Conhecer a concepção prévia dos alunos com relação a temas ambientais que serão trabalhados no decorrer da unidade;
- ❖ Perceber a importância da atmosfera para a manutenção da vida na terra;
- ❖ Conhecer a divisão da atmosfera terrestre e as suas implicações químicas;
- ❖ Compreender a organização das moléculas nos diferentes estados físicos, as forças intermoleculares;
- ❖ Compreender as propriedades físicas da matéria aplicadas à temática atmosfera;
- ❖ Aplicar algumas propriedades dos gases à temática atmosfera;

### **2.2 Recurso didático**

- ❖ Data show;
- ❖ Computador;
- ❖ Laboratório de ciências ou sala de aula com espaço amplo.

### **2.3 Cronograma**

- ❖ Aplicação do questionário (Material de apoio 1);
- ❖ Apresentação do tema "poluição" para os alunos (sugestão de slides no Apêndice B);
- ❖ Vídeo “Você já pensou na nossa atmosfera hoje?”;
- ❖ Discussão da importância para a vida e a composição química da atmosfera;
- ❖ Discussão sobre algumas propriedades químicas dos gases aplicadas no estudo da atmosfera;
- ❖ Atividades experimentais.

### **2.4 Na sala de aula**

Professor, nesse primeiro momento, apresente para aos alunos a unidade que você aplicará a partir de agora, mostre o tema e as atividades que serão desenvolvidas nas próximas aulas. O importante nesse momento não é explicar ou discutir sobre poluição, mas apresentar a unidade e criar expectativas nos alunos. Ressalte que durante as próximas aulas os alunos poderão compreender e



contribuir, através de atitudes transformadoras, a amenizar os problemas ambientais que existem na sua região e no mundo.

Após a apresentação da unidade, você pode aplicar o questionário (Material de apoio 1) com o objetivo de verificar os conhecimentos que os alunos possuem sobre a temática da unidade. Para iniciar a discussão, assista o vídeo com os alunos através do link <https://www.youtube.com/watch?v=ALDzZc53bkM&t=131s>. Nesse vídeo, são demonstradas, de forma didática e ilustrativa, as consequências da poluição atmosférica para o ambiente como um todo. Solicite aos alunos que durante a execução do vídeo eles anotem os principais pontos e o que eles identificaram como interessante e novo. Depois, discuta sobre as anotações e mostre interesse nos posicionamentos feitos. Nesse momento, escute, para que durante o desenvolvimento da unidade você consiga focar e trabalhar, a partir das dúvidas, curiosidades e equívocos levantados nessa primeira etapa, tanto através do questionário como na discussão sobre o vídeo.

Com isso, você pode começar a trabalhar sobre a atmosfera. Inicie esse momento, com o seguinte questionamento: O que é atmosfera terrestre? Não sinto nada sobre minha cabeça, então, será que ela realmente existe? Se ela existe, será que tem massa? E se tem massa, por que não morremos com o peso dela sobre nós? Coloque as palavras atmosfera terrestre no centro do quadro, e comece fazendo os questionamentos citados acima. Vá colocando no quadro todas as ideias dos alunos, mesmo que sejam absurdas ou sem fundamentos. Permita que eles discutam entre si, mas não explique ou diga o que está ou não certo. Após essa discussão inicial, utilize o texto a seguir como recurso para aprofundamento no tema, e posteriormente a apresentação dos conteúdos aos alunos: composição química da atmosfera, importância da atmosfera e propriedades dos gases. Para isso, você pode utilizar slides com imagens e animações, de forma atrativa e cativante (Material de apoio 2).

Professor, caso julgue importante e interessante, você pode trabalhar mais detalhadamente os conceitos de organização das moléculas nos diferentes estados físicos, forças intermoleculares, energia cinética, propriedades dos gases, densidade, camadas da atmosfera (suas características e composição), através de algumas sugestões de experimentos que podem ser trabalhados para o

aprofundamento desses conceitos. Aconselha-se que cada experimento seja realizado por um grupo de até 5 alunos (Material de apoio 3).

No final solicite para a próxima aula que os alunos tragam notícias sobre poluição (ou você pode utilizar as sugestões de notícias do material de apoio 4), mas peça que sejam notícias atuais e de preferência notícias da sua região. Solicite também que os alunos leiam essa notícia em casa e retirem dela os pontos importantes, interessantes ou até mesmo suas dúvidas.

## **2.5 Aprofundamento teórico**

A atmosfera terrestre é uma grande camada de gases que envolve a Terra, e traz para ela as condições ideais para que a vida se mantenha. Ela fornece tanto o oxigênio para a respiração animal, como também o dióxido de carbono utilizado pelas plantas no processo da fotossíntese. Outra grande importância é de servir como uma barreira que congela o vapor de água, formando cristais de gelo que caem novamente para a superfície, fazendo com que a quantidade de água não diminua no planeta (GIRARD, 2016).

A atmosfera também funciona como um “escudo protetor”, que impede as radiações cósmicas de alta energia de chegarem até a superfície terrestre. Além disso, ela modera o clima, impedindo que parte do calor seja disseminado para o espaço. Sem essa importante camada de gases, a Terra teria extremos de frio e de calor, impossibilitando haver vida como a conhecemos. A importância vital da atmosfera terrestre, também pode ser compreendida com o trecho abaixo:

A atmosfera terrestre deve ser vista como um grande ‘cobertor’ do planeta. Ela protege a Terra e todas as suas formas de vida de um ambiente muito hostil que é o espaço cósmico, que contém radiações extremamente energéticas. Ela também se constitui em um componente fundamental do Ciclo Hidrológico, pois age como um gigantesco condensador que transporta água dos oceanos aos continentes. A atmosfera tem também uma função vital de proteção da Terra, pois absorve a maior parte da radiação cósmica e eletromagnética do Sol: apenas a radiação na região de 300-2.500 nm (ultravioleta, a UV, visível infravermelha, a IV) e 0,01-40 m (ondas de rádio) é transmitida pela atmosfera e atinge nossas cabeças. Desta forma, é também essencial na manutenção do balanço de calor na Terra, absorvendo a radiação infravermelha emitida pelo sol e aquela reemitida pela Terra. Estabelecem-se assim condições para que não tenhamos as temperaturas extremas que existem em outros planetas e satélites que não têm atmosfera (MOZETO, 2001, p.42).

Os gases que formam a atmosfera não são perdidos para o espaço por causa da ação da gravidade. A composição química varia verticalmente de acordo com a

região da atmosfera (troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera), bem como a densidade, pressão e temperatura. No geral, os principais constituintes da atmosfera são nitrogênio ( $N_2$ ), oxigênio ( $O_2$ ), vapor d'água ( $H_2O$ ), argônio (Ar) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ) (LENZI; FAVERO, 2014).

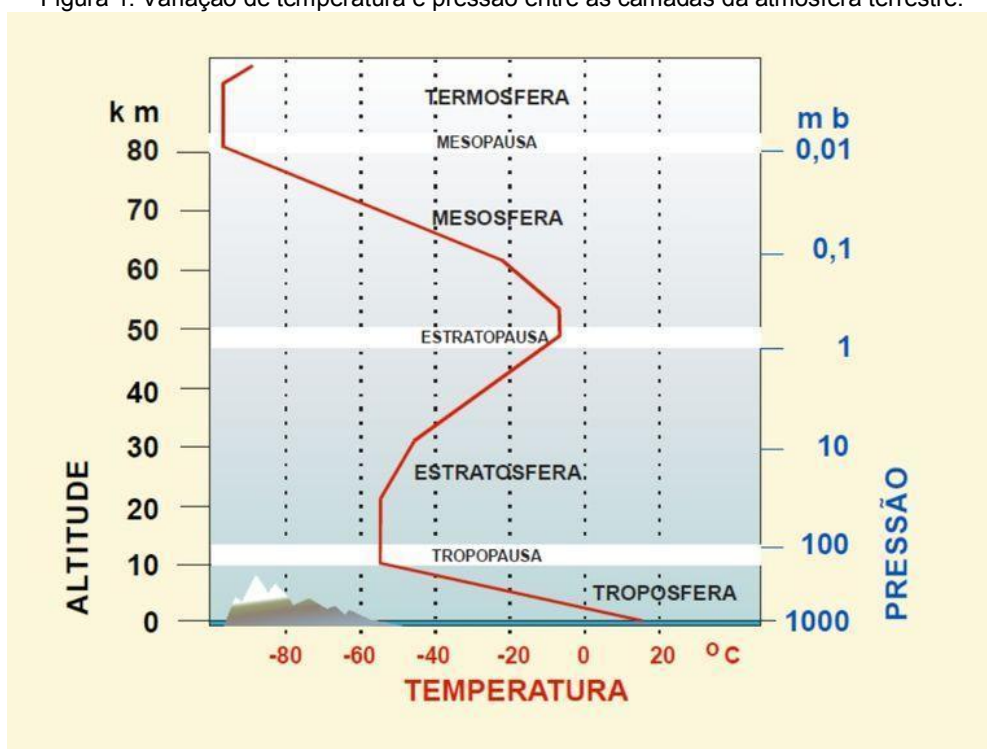
Em uma análise horizontal, a quantidade de água é variável na atmosfera terrestre, dependendo de fatores como a localização, porém a concentração dos demais gases é praticamente constante. Isso ocorre devido à grande movimentação horizontal do ar na troposfera. Evidentemente que essa constância na composição é considerando-se a ausência de poluição. Além desses constituintes gasosos e vapor d'água, a atmosfera possui partículas de diversos tamanhos, por exemplo, a poeira e os micro-organismos. De acordo com o tamanho, essas partículas podem ser classificadas como aerossóis (partículas pequenas) ou particulados (partículas maiores).

Partículas transportadas pelo ar variam em tamanho, desde aquelas que são visíveis, tais como poeira, até outras que podem ser vistas apenas com um microscópio de alta resolução. Partículas minúsculas, com diâmetros de menos de cerca de  $10\mu m$ , são denominados aerossóis; partículas maiores são chamadas de particulados (ou materiais particulados). Ambos os tipos de partículas podem ser líquidos ou sólidos (GIRARD, 2016, p. 32)

Muitas vezes, por não visualizarmos, um indivíduo poderia pensar que na atmosfera não tem “nada”, mas ela é constituída por gases, então ela é matéria. Por consequência, ocupa espaço e possui massa. Além disso, pode alterar seu volume (compressão ou expansão). Mesmo sem percebermos, os gases da atmosfera exercem pressão sobre as nossas cabeças: todos os seres vivos e tudo que está na superfície da terra está sujeito a essa pressão. Todos os seres vivos que habitam a superfície terrestre dependem da pressão atmosférica para se manterem vivos. Entende-se por pressão atmosférica “[...] como sendo o peso de ar ( $O_{2(g)} + N_{2(g)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + \text{etc.}$ ), isto é, a massa ( $m$ ) do ar sob a ação da gravidade ( $\gamma$ ), exercido verticalmente sobre a superfície de um corpo. “(LENZI; FAVERO, 2014).

Com o aumento da altitude a pressão atmosférica diminui. Isso acontece, pois ao se distanciarmos da superfície terrestre, a gravidade vai se tornando menor, com isso, a quantidade de ar também diminui. Como a pressão atmosférica está ligada à massa de ar acima da região considerada, quando maior a altitude, menor a quantidade de ar, menor será a pressão também. Pode-se perceber a variação da pressão, bem como a da temperatura na Figura 1.

Figura 1. Variação de temperatura e pressão entre as camadas da atmosfera terrestre.



Fonte: VAREJÃO; 2006, p. 105.

## 2.6 Atividades experimentais

O primeiro experimento proposto trata sobre a diferença na espessura da troposfera nos polos e na região do equador. A troposfera é a camada mais próxima da superfície da terra, e mesmo sendo a camada mais fina, contém grande parte da massa de toda a atmosfera. É nessa região que acontecem grande parte dos fenômenos meteorológicos e o que caracteriza essa região é a mudança vertical da temperatura, a qual diminui com o aumento da altitude. Essa mudança de temperatura se dá, pois o sol, ao aquecer a superfície terrestre, aumenta a energia cinética das moléculas gasosas e isso acarreta no aumento do espaço ocupado (volume), diminuindo a densidade desses gases. Com isso, o ar quente sobe e o ar frio (mais denso) desce. Ao chegar no alto, as moléculas vão perdendo a energia cinética e o processo inverso volta a acontecer. Todo esse movimento de gases, chamado de convecção, permite que a energia térmica seja distribuída e também que possíveis gases poluentes sejam diluídos na troposfera.

A troposfera possui uma espessura de aproximadamente 11 km de altura nas regiões próximas a linha do equador e 8 km na região dos polos. Essa variação na espessura é devida à diferença de temperatura, nos polos ela é mais baixa e na

região tropical ela é mais alta. Como consequência disso, os gases ocupam um volume menor nos pólos e maior na região tropical. Para ilustrar esse fenômeno em sala de aula, o professor pode trabalhar com o experimento proposto abaixo, que é realizado com materiais de fácil disponibilidade, pois uma das dificuldades encontradas por professores e escolas na realização de atividades práticas é o difícil acesso a reagentes e vidrarias.

O título do experimento é *“Balão que murcha e enche sozinho”*.

❖ Materiais necessários:

- Garrafa;
- Balão;
- Dois recipientes;
- Água quente e fria.

❖ Procedimento:

- 1-Colocar um balão na boca da garrafa;
- 2- Colocar água quente em um dos recipientes e água fria no outro;
- 3-Colocar a garrafa com o balão preso no recipiente com água quente e depois no recipiente com água fria.

❖ Discussão

- 1-Solicitar aos alunos que escrevam, em grupos, o que aconteceu no experimento e que proponham uma hipótese da explicação do fenômeno.
- 2- Logo após, discutir as hipóteses e relacionar com a diferença de espessura da troposfera. A bexiga encheu ao colocar na água quente devido ao aumento da energia cinética das moléculas de gases presentes dentro da garrafa. Aumentando a velocidade das moléculas gasosas, aumenta o volume ocupado por elas, com isso o balão enche (o mesmo que acontece com os gases da troposfera na região tropical). Colocando a garrafa com o balão na água fria, a bexiga murcha devido à diminuição

da velocidade das moléculas, ocupando um volume menor (o mesmo que acontece com os gases da troposfera na região dos pólos).

O segundo experimento proposto trata sobre a influência da pressão atmosférica, demonstrando na prática a sua existência. Além disso, podemos fazer uma discussão sobre os estados físicos da matéria e interação intermolecular, ressaltando que o que muda de um estado físico para outro é a organização e a distância entre as moléculas. No estado sólido, as moléculas estão mais próximas, dando a esse estado uma grande resistência e dificultando a sua compressão (diminuir o volume). No estado líquido, a interação intermolecular é mais eficiente, fazendo com que as moléculas estejam mais próximas, dando aos líquidos a possibilidade maior de compressão. Já no estado gasoso, as moléculas estão distantes umas das outras, devido à fraca e quase nula interação entre as moléculas. Por isso, comprimir ou expandir um gás é muito mais fácil do que um líquido ou um sólido.

Outra possível abordagem é sobre a influência da temperatura no processo de compressão e expansão. Aumentar a temperatura, ou seja, fornecer energia na forma de calor para uma substância é aumentar a energia cinética das moléculas, com isso, a substância ocupa um volume maior quando a temperatura aumenta. Outra variável que também é influenciada pela temperatura é a pressão, que aumenta juntamente com a temperatura. Isso ocorre, pois a pressão é identificada pela força com que as partículas se chocam com as paredes do recipiente, então, com o aumento da temperatura, aumenta a velocidade das moléculas, conseqüentemente, aumenta a força do choque das moléculas com o recipiente (pressão).

O nome do experimento é *“Garrafa que engole o ovo”*

❖ Materiais necessários:

- Um ovo cozido descascado;
- Uma garrafa de vidro com gargalo menor que o ovo;
- Algodão;
- Fósforos;

-Álcool.

❖ Procedimento:

1-Molhe o algodão com um pouco de álcool.

2-Coloque o algodão dentro da garrafa de vidro.

3-Risque palitos de fósforos e jogue dentro da garrafa de vidro, ou coloque uma pequena bola de algodão em chamas dentro do frasco, com a ajuda de uma pinça.

4-Tampe a boca da garrafa com o ovo cozido.

❖ Discussão

1-Solicite aos alunos que escrevam, em grupos, o que aconteceu no experimento e que proponham uma hipótese da explicação do fenômeno.

2- Logo após, discuta as hipóteses e relacione com a ação da pressão atmosférica. Ao colocar o algodão em chamas dentro da garrafa, aumentamos a temperatura do gás, ou seja, aumentamos a energia cinética das moléculas, consequentemente aumentamos seu volume. Quando o ovo é colocado no gargalo da garrafa e a combustão do algodão cessa, a temperatura diminui, com isso, a pressão também diminui, dessa forma, a pressão atmosférica fica maior que a pressão no interior da garrafa, fazendo com que o ovo seja empurrado pela ação da pressão atmosférica para dentro da garrafa.

### **3- AULA 2- Poluição um problema real**

#### **3.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula**

- ❖ Perceber a poluição atmosférica como um problema ambiental que está presente no cotidiano das pessoas;
- ❖ Proporcionar aos alunos momentos de discussões sobre poluição a partir de reportagens;
- ❖ Compreender o problema poluição e identificar suas causas e consequências;

#### **3.2 Recurso didático**

- ❖ Post-its;
- ❖ Notícias relacionadas à poluição (em anexo sugestões de reportagens);

#### **3.3 Cronograma**

- ❖ Estratégia pedagógica: mural de fatos e notícias;
- ❖ Estratégia pedagógica: árvores de problemas;
- ❖ Debate sobre as construções feitas no mural de fatos e notícias;

#### **3.4 Na sala de aula**

Professor, chegou a hora dos alunos conhecerem o problema da poluição e perceber o quanto ela faz parte do cotidiano das pessoas. Para isso, inicie a aula com a estratégia “Mural de fatos e notícias”. Essa atividade permitirá ao aluno discutir e debater sobre poluição através de fatos reais, proporcionando uma visão maior sobre o tema e formando conceitos e ideias que serão aprofundadas nas atividades posteriores.

Divida a turma em grupos de no mínimo três e no máximo cinco alunos para que debatam e exponham suas anotações feitas em casa. Durante esse momento, circule pela sala, incentive as discussões, questione e atue como um mediador estabelecendo ligações entre o conteúdo teórico e os problemas ilustrado nas notícias.

Os alunos podem elaborar ou extrair problemas ou questionamentos a serem pesquisados posteriormente. Podem também estabelecer relações entre as



reportagens, até mesmo relações divergentes. Para fechamento dessa atividade, solicite que os alunos utilizem sua criatividade e construa um mural de fatos e notícias sobre o tema poluição. Para isso, eles podem utilizar uma cartolina, folha de flip-chart ou um espaço na parede da sala.

Para complementar e aprofundar faça a atividade com os alunos intitulada “árvore de problemas”. Para isso, os alunos permanecerão em grupos. Através da atividade anterior os alunos tiveram contato e a oportunidade de conhecer e aprofundar sobre o tema, agora solicite que identifiquem as suas causas e consequências. Nessa atividade os alunos construirão uma árvore, uma representação gráfica, onde o tronco seria o problema, as causas seriam as raízes e as consequências seriam os galhos e flores.

O problema poluição deve ser colocado no centro do papel (pode ser folhas de flip-chart, ou folhas tamanho A3). Para a construção da árvore de problemas podem ser utilizado post-its. Com essa atividade, se pretende que o aluno compreenda o problema poluição e identifique suas causas e efeitos. Após a construção da árvore, você pode promover uma discussão ou debate em sala de aula.

## **4- AULA 3 –Aprofundando a química da poluição**

### **4.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula**

- ❖ Perceber a poluição atmosférica como um problema ambiental que está presente no cotidiano das pessoas;
- ❖ Compreender como a ação do homem contribui para problemas ambientais;
- ❖ Ampliar e construir os conhecimentos sobre a química da poluição; funções inorgânicas – ácidos, bases, sais e óxidos; saúde e poluição; poluição x desenvolvimento econômico;
- ❖ Valorizar atitudes que contribuem para a preservação do meio ambiente, principalmente a qualidade do ar.

### **4.2 Recurso didático**

- ❖ Data show;
- ❖ Computador;

### **4.3 Cronograma**

Aula expositiva e dialogada sobre os assuntos (sugestão de slide no material de apoio 5):

- ❖ Química da poluição;
- ❖ Funções inorgânicas – ácidos, bases, sais e óxidos;
- ❖ Saúde e poluição;
- ❖ Poluição x desenvolvimento econômico;

### **4.4Na sala de aula**

Após a discussão realizada na aula anterior, apresente de forma expositiva e dialogada o assunto. Para isso, utilize o texto “Aprofundamento teórico” como recurso.

No final da aula, solicite aos alunos que reflitam em casa sobre a figura 2 sugerida abaixo e respondam os questionamentos ao lado.

Figura 2. Poluição atmosférica afeta 300 milhões de crianças no mundo.



Fonte: Site EURONEWS, 2016<sup>7</sup>

Observe a foto.

1. Identifique o problema ambiental representado e sua mais preocupante consequência.
2. O aumento da população mundial implica também o aumento do número de veículos em circulação no planeta. O que isso representa para o meio ambiente global?
3. A poluição atmosférica tem graves efeitos sobre os seres humanos, os animais e as plantas. A chuva ácida, a destruição da camada de ozônio a intensificação do efeito estufa afetam de maneira indireta e direta todas as formas de vida e trazem consigo muitos riscos e perigos. Isso é provocado por veículos e resíduos eliminados por fábricas e usinas, causando uma diminuição na qualidade de vida das pessoas. Agora reflita e escreva no seu caderno, "O que você acha que pode ser feito para diminuir os efeitos da contaminação atmosférica? Como você pode contribuir para isso?"

---

<sup>7</sup><<https://pt.euronews.com/2016/10/31/poluicao-atmosferica-afeta-300-milhes-de-criancas-no-mundo>>. Acessada em: 2/07/2019

#### 4.5 Aprofundamento teórico

Na legislação ambiental brasileira, poluentes atmosféricos são compostos que estão presentes na atmosfera em uma concentração que podem afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral (BRASIL, 1990). Uma pessoa inala, diariamente, cerca de 20.000 litros de ar. Se nesse ar estiver presente algum tipo de poluente atmosférico, ele irá para o pulmão, podendo causar problemas respiratórios ou outros problemas de saúde. (GIRARD, 2016). De acordo com o Quadro 1, podemos perceber os riscos e prejuízos da poluição para a saúde humana e os principais poluentes e suas fontes de emissão.

Quadro 1. Principais poluentes, fontes de emissão e efeitos.

Poluente	Fontes	Efeitos
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> ) - é um gás tóxico e incolor, pode ser emitido por fontes naturais ou por fontes antropogênicas e pode reagir com outros compostos na atmosfera, formando material particulado de diâmetro reduzido.	Fontes naturais, como vulcões, contribuem para o aumento das concentrações de SO <sub>2</sub> no ambiente, porém na maior parte das áreas urbanas as atividades humanas são as principais fontes emissoras. A emissão antropogênica é causada pela queima de combustíveis fósseis que contenham enxofre em sua composição. As atividades de geração de energia, uso veicular e aquecimento doméstico são as que apresentam emissões mais significativas.	Entre os efeitos a saúde, podem ser citados o agravamento dos sintomas da asma e aumento de internações hospitalares, decorrentes de problemas respiratórios. São precursores da formação de material particulado secundário. No ambiente, podem reagir com a água na atmosfera formando chuva ácida.
Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> ) - é um gás poluente com ação altamente oxidante, sua presença na atmosfera é fator chave na formação do ozônio troposférico. Além de efeitos sobre a saúde humana apresenta também efeitos sobre as mudanças climáticas globais.	As fontes podem ser naturais (vulcanismos, ações bacterianas, descargas elétricas) e antropogênicas (processos de combustão em fontes móveis e fixas). As emissões naturais são em maior escala que as antropogênicas, porém, em razão de sua distribuição sobre o globo terrestre, tem menor impacto sobre as concentrações deste poluente nos centros urbanos.	Altas concentrações podem levar ao aumento de internações hospitalares, decorrente de problemas respiratórios, problemas pulmonares e agravamento à resposta das pessoas sensíveis a alérgenos. No ambiente pode levar a formação de smog fotoquímico e a chuvas ácidas.

Continua

Poluente	Fontes	Efeitos
Monóxido de Carbono (CO) - é um gás inodoro e incolor, formado no processo de queima de combustíveis.	É emitido nos processos de combustão que ocorrem em condições não ideais, em que não há oxigênio suficiente para realizar a queima completa do combustível. A maior parte das emissões em áreas urbanas são decorrentes dos veículos automotores.	Este gás tem alta afinidade com a hemoglobina no sangue, substituindo o oxigênio e reduzindo a alimentação deste ao cérebro, coração e para o resto do corpo, durante o processo de respiração. Em baixa concentração causa fadiga e dor no peito, em alta concentração pode levar a asfixia e morte.

Fonte: Adaptado de site oficial Ministério do Meio Ambiente<sup>8</sup>

A origem dos poluentes é diversa, podendo ser antropogênica ou natural (geoquímica e biogênica). As fontes geoquímicas são oriundas dos fenômenos da natureza, como por exemplo, erupções de vulcões. As biogênicas são aquelas devidas a processos vitais, como por exemplo, quando a vegetação rasteira gera grandes quantidades de isopreno. Este composto participa na formação de ozônio na troposfera, o qual é considerado poluente se estiver nessa região da atmosfera. As fontes naturais são estabelecidas através de protocolos internacionais, os quais são utilizados para a realização de inventários dessas fontes de emissões. Esses protocolos são recomendados por agências internacionais como EPA (*United States Environmental Protection Agency*) ou EC (*European Commission*). Já os poluentes de origem antropogênica são aqueles oriundos de processos devido à ação do homem (LENZI; FAVERO, 2014).

Os poluentes atmosféricos podem ser classificados como primários ou secundários. Os poluentes primários são aqueles que são diretamente emitidos por algum processo, por exemplo, os gases liberados nos automóveis. Já os poluentes secundários, são substâncias que são produzidas por reações químicas entre os poluentes primários e outros compostos da atmosfera, ou seja, os poluentes secundários não são diretamente liberados para a atmosfera pela fonte poluidora (FRANCISCO, 2012). Pode-se citar como exemplos de poluentes primários o monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), compostos orgânicos voláteis e partículas em suspensão, e de poluentes secundários os nitratos e ozônio (GUARIEIRO; VASCONCELLOS; SOLCI, 2011).

<sup>8</sup> Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html>> Acessado em 29 jun. 2020.

O monóxido de carbono (CO) é classificado dentro das funções inorgânicas como óxido. Óxidos são substâncias binárias (possuem apenas dois elementos diferentes em sua estrutura química) sendo que o mais eletronegativo é o oxigênio (MOL, 2005). Os óxidos podem ser iônicos ou moleculares, de acordo com a ligação química existente. Por exemplo,  $\text{NO}_2$  é classificado como óxido molecular, pois a ligação entre N e O é covalente (molecular).

Os óxidos, de acordo com seu comportamento químico, principalmente o seu comportamento ao reagir com a água, podem ser classificados como óxidos ácidos, óxidos básicos, óxidos neutros ou óxidos anfóteros. Os óxidos ácidos são formados quando o oxigênio se liga, geralmente, a um ametal, e apresentam caráter covalente. Ao reagir com a água formam substâncias ácidas, ou seja, que liberam  $\text{H}^+$  em solução aquosa, e que ao reagirem com bases formam sais e água (FAVALLI; SILVA; ANGELO, 2012). Podemos citar como exemplo de óxidos ácidos o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ).

Os óxidos básicos são formados pela ligação do oxigênio com átomos dos elementos pertencentes aos grupos dos metais alcalinos e alcalinos terrosos, o metal presente em sua fórmula, geralmente apresenta carga +1 ou +2. Ao reagirem com a água formam substâncias básicas, ou seja, que formam  $\text{OH}^-$  em solução aquosa, e quando reagem com ácidos formam sais (FAVALLI; SILVA; ANGELO, 2012). Podemos citar como exemplos de óxidos básicos o óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ) e o óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ ).

Os óxidos neutros são compostos covalentes, ou seja, são formados pelo oxigênio ligado a um ametal. Não reagem com água, ácido ou base e alguns exemplos são o monóxido de carbono (CO) e o monóxido de mononitrogênio (NO). Os óxidos anfóteros se apresentam de dois modos: em presença de um ácido se comportam como óxidos básicos e em presença de uma base se comportam como óxidos ácidos. No geral, são sólidos iônicos, pouco solúveis em água e, ao reagirem com ácidos e bases fortes, produzem sal e água (ATKINS, 2006).

Como citado anteriormente, os principais constituintes da poluição atmosférica incluem diversos óxidos – CO,  $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_x$ . A principal fonte de monóxido de carbono (CO) é a queima de combustíveis nos automóveis, que segundo o Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso - PCPV (2011), nas regiões urbanas,

correspondem a cerca de 95% do total das emissões de CO. A combustão de hidrocarbonetos (principal constituinte da gasolina) com quantidade adequada de oxigênio forma dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Porém, como no motor de um carro a quantidade de oxigênio é limitada, pode acontecer uma combustão incompleta e um dos produtos dessa reação ser o monóxido de carbono (CO) (GUARIEIRO; VASCONCELLOS; SOLCI, 2011). Ressalta-se que todo o processo de combustão de material orgânico, biomassa, materiais fósseis, geram monóxido de carbono (CO) se a quantidade de oxigênio for inferior a proporção estequiométrica (LENZI; FAVERO, 2014).

O monóxido de carbono também possui fontes naturais, como por exemplo, a decomposição anaeróbica de vegetais em pântanos libera grande quantidade de metano ( $\text{CH}_4$ ) o qual é oxidado pelo oxigênio da atmosfera formando CO. Outra fonte natural desse óxido são os animais ruminantes, os quais durante seu processo digestivo liberam o gás metano, que é oxidado a CO ao reagir com o oxigênio atmosférico. Porém, as fontes naturais não estão concentradas apenas em um determinado local, elas são distribuídas por toda a Terra. Diferentemente das fontes antropogênicas, que se concentram, em geral, próximas as grandes cidades, aumentando o nível de CO nesses locais. Além disso, alguns microrganismos presentes no solo removem o CO da atmosfera, mas como nas grandes cidades o solo está sendo coberto por camadas de asfalto, a quantidade de CO na atmosfera desses locais só tende a crescer, pois a formação é grande e a remoção de CO da atmosfera é reprimida (GIRARD, 2016).

Mesmo o CO sendo considerado um poluente atmosférico, as concentrações encontradas normalmente não são tóxicas para os seres humanos. Porém, quando se trata de lugares fechados e com a liberação desse gás, ele pode causar a morte ou sérios problemas de saúde. Isso ocorre devido à ligação forte que acontece entre o CO e a hemoglobina (substância responsável pelo transporte de oxigênio para o corpo). Normalmente, a hemoglobina se liga ao oxigênio, formando o complexo oxi-hemoglobina, o qual é carregado pela corrente sanguínea a todas as partes do corpo. Porém, quando ocorre a intoxicação por monóxido de carbono, ele desloca o oxigênio da hemoglobina e, assim, reduz a quantidade de oxigênio disponível para o organismo (LENZI; FAVERO, 2014). Isso pode causar a fadiga, diminuição da capacidade física, tontura, vômitos e até mesmo a morte. Devido ao risco desse gás

e também as características pouco perceptíveis (não tem cor nem odor), é importante evitar permanecer em locais fechados e com motores de veículos ligados.

Os combustíveis fósseis (carvão mineral, gás natural e derivados do petróleo) apresentam quantidades grandes de enxofre, e ao serem queimados, seja em caldeiras, usinas siderúrgicas, termoeletricas ou nos automóveis, liberam quantidades grandes de  $\text{SO}_2$ . Além das emissões antropogênicas citadas anteriormente, podemos ressaltar as fontes naturais de  $\text{SO}_2$ , como erupções vulcânicas. Porém, na maior parte das áreas urbanas, as atividades humanas são as principais fontes emissoras (MARTINS; ANDRADE, 2002)

Os estudos de Martins *et al.* (2002) sobre a relação entre poluição atmosférica e os atendimentos médicos por pneumonia e gripe, mostraram que mesmo com o nível de  $\text{SO}_2$  não ultrapassando os limites aceitáveis, esse poluente continuou afetando a morbidade e mortalidade por problemas respiratórios em idosos. Com isso, os autores desse trabalho sugerem que os limites de qualidade de ar sejam reavaliados. Dessa forma, pode-se afirmar que os óxidos de enxofre são prejudiciais a saúde do ser humano e sua emissão deve ser reduzida.

Outro poluente atmosférico são os óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), que são formados a partir de fontes naturais ou antropogênicas. As emissões naturais incluem a ação de alguns microrganismos em processos metabólicos (nitrificação e desnitrificação), bactérias decompositoras que destroem compostos nitrogenados contidos em restos de vegetais e animais mortos e também durante tempestades, onde relâmpagos fornecem a energia de ativação necessária para a transformação do  $\text{N}_2$  em  $\text{NO}$  e  $\text{NO}_2$  (KRUGER; LOPES, 1997 p.95).

Óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) também podem ser formados pela intervenção do homem, principalmente pela queima de combustíveis fósseis e biomassa. Nos automóveis à combustão, as condições de alta temperatura e pressão necessárias para a formação de  $\text{NO}_x$  são suficientes, por esse motivo, os automóveis são uma das principais fontes de poluição, sendo assim, contribuem muito para a ocorrência de problemas ambientais. O dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), por exemplo, é um gás altamente reativo, extremamente tóxico e forte agente oxidante que reage com diversos outros compostos presentes na atmosfera e os produtos dessas reações

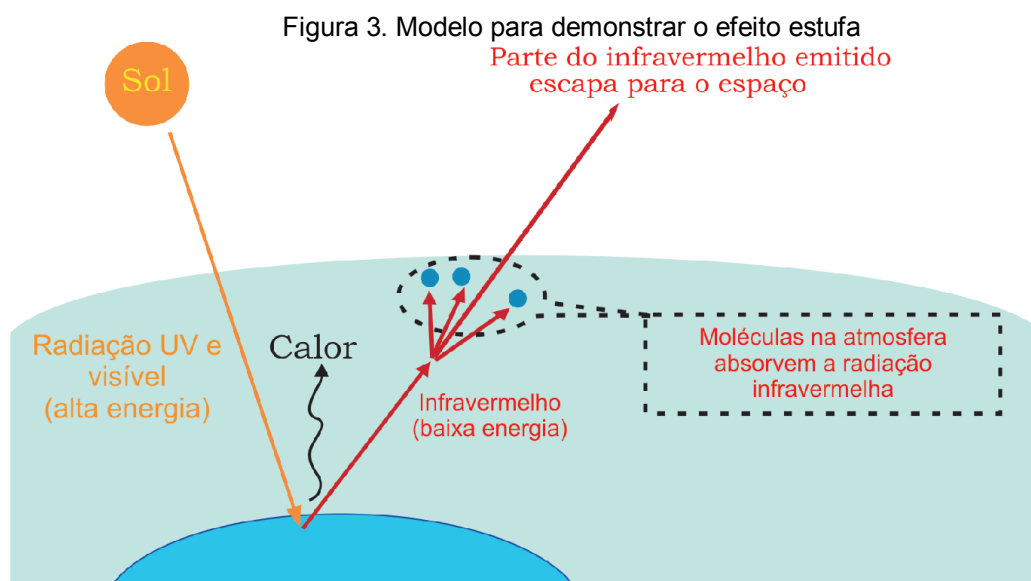


podem causar muitos problemas ambientais e de saúde para os seres humanos (CHICONI, 2015).

Outro óxido de grande relevância para a química da atmosfera é o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que tem como origem processos biogênicos e também antrópicos. Não apresenta características de poluente, porém juntamente com a água da atmosfera é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa (LENZI; FAVERO, 2014). O efeito estufa é um fenômeno natural e vital para a vida no planeta, ele é ocasionado por gases que estão presentes na atmosfera, que permitem a passagem dos raios solares, porém absorvem o calor, interferindo na temperatura da terra. De acordo com Girard (2016, p.47):

Uma vez que a Terra absorve radiação solar a fim de manter um equilíbrio de energia o planeta deve irradiar, na média, a mesma quantidade de energia de volta para o espaço. A terra faz isso emitindo radiação infravermelha (IV). Uma quantidade considerável da radiação IV de saída não escapa para o espaço, pois ela é reabsorvida por certos gases na atmosfera – chamados de gases do efeito estufa – e, em seguida é reirradiada de volta à Terra. Como resultado dessa absorção e reirradiação, a atmosfera é aquecida (GIRARD, 2016, p. 47).

Dessa forma, observa-se o fenômeno do efeito estufa demonstrado na Figura 3, em que parte da radiação proveniente do sol atinge a superfície terrestre e é absorvida, logo após é refletida sob a forma de radiação IV (calor). Uma parcela dessa radiação escapa para o espaço, porém parte é absorvida por gases presentes na atmosfera – gases do efeito estufa (GEE), como vapor d'água, dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio, metano e outros– e como resultado dessa absorção, esses gases emitem radiação IV novamente para a superfície terrestre, aquecendo e possibilitando que a vida na terra se mantenha (SILVA, 2009).



Fonte: SILVA et al., 2009, p. 273

Como dito anteriormente, o efeito estufa é um fenômeno natural, porém tem se intensificado, principalmente, devido à liberação de  $\text{CO}_2$  pela queima de combustíveis fósseis por indústrias, termoeletricas e automóveis. Dessa forma, o  $\text{CO}_2$  e os demais GEE se acumulam na atmosfera, e suas concentrações aumentam, resultando no aquecimento de todo o planeta (ESPÍNDOLA, 2020).

De acordo com o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), o qual produz estimativas das emissões desses gases no Brasil, no ano de 2016 para o setor de energia e PIUP (Processos Industriais e Uso de Produtos), as fontes derivadas de petróleo foram responsáveis por 57% das emissões de  $\text{CO}_2$  desses setores, o que corresponde a 296 milhões de toneladas de  $\text{CO}_2$ e (equivalência de dióxido de carbono). Esse cenário mostra a importância do petróleo para a matriz energética do país e a necessidade de buscar a redução e substituição desse combustível (SEEG, 2018).

Diante disso, podemos perceber que a intervenção do homem sobre o planeta com o surgimento das indústrias, a exploração dos recursos naturais, a queima de combustíveis fósseis, dentre outros, vem trazendo impactos negativos sobre o meio ambiente, bem como, danos à saúde do ser humano. Com relação aos riscos de saúde, muitos são os problemas decorrentes da poluição. Diariamente, muitas pessoas se expõem a uma grande quantidade de poluição atmosférica, principalmente nas regiões mais populosas, com alto número de veículos e indústrias. Essa exposição excessiva está relacionada a diversas doenças, principalmente as do aparelho respiratório (MARTINS *et.al.*, 2002). Na revisão

sistemática realizada por Dapper, Spohr e Zanini (2016) com relação aos efeitos da poluição atmosférica na população do estado de São Paulo, os autores verificaram a diversidade de doenças estudadas relacionadas à poluição atmosférica, não se restringindo apenas a problemas do sistema respiratório, mas também ao baixo peso ao nascer, incidência e mortalidade por câncer, partos prematuros e anemia falciforme. Contudo, os seres humanos não são os únicos afetados pela poluição atmosférica, os gases tóxicos perturbam o desenvolvimento natural das plantas, tornando-as menos resistentes às intempéries, doenças e parasitas (MEDEIROS, 2005, p.31).

## **5- AULA 4 – Construção de mapa conceitual**

### **5.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula**

- ❖ Construir um mapa conceitual de forma que contribua para a aprendizagem;
- ❖ Sintetizar e organizar os conceitos e informações discutidos nas aulas anteriores;
- ❖ Desenvolver capacidade argumentativa;

### **5.2 Recurso didático**

- ❖ Data show;
- ❖ Computador;
- ❖ Folhas tamanho A4;

### **5.3 Cronograma**

- ❖ Explicar o que é um mapa conceitual e como construir (sugestão de slide no material de apoio 6);
- ❖ Construção pelo professor de um mapa conceitual sobre ligações químicas;
- ❖ Construção pelos alunos em coletivo de um mapa conceitual sobre poluição e funções inorgânicas;
- ❖ Orientações sobre trabalho avaliativo;

### **5.4 Na sala de aula**

Nessa aula, é hora de sintetizar e organizar as ideias e conceitos, para isso, utilize a estratégia “Mapa conceitual”. Essa atividade consiste na construção de um esquema visual, que possibilita representar as relações entre conceitos, bem como suas causas, consequências e relações que existem entre elas. Para essa atividade, uma sugestão é dividir a turma em grupos e disponibilizar os slides trabalhados na aula anterior. Os slides podem ser substituídos por algum texto ou artigo sobre o assunto trabalhado. Dividir os slides, texto ou artigo entre os grupos e solicitar que cada grupo retire os conceitos, ideias e exemplos que julgarem importante e escrevam em uma folha de ofício.

Logo após, cada grupo irá no quadro na frente da sala e colocará seus conceitos, não esquecendo de colocar as palavras de ligações entre um conceito e

outro. Ao irem no quadro os grupos devem relacionar os conceitos retirados na sua parte, com os conceitos já esquematizados dos outros grupos. Importante ressaltar que cada grupo pode reorganizar o mapa, se isso for necessário, fazendo novas ligações e relações.

Cada grupo, no final de sua participação, deve ler e explicar as relações feitas no mapa conceitual. Nesse momento, professor, incentive os alunos a discutirem suas ideias e ligações feitas, e preste atenção nas dificuldades e erros dos alunos. Oriente e seja um mediador, proporcionando um ambiente de argumentação e defesa de suas ideias, pois assim os alunos construirão seus próprios conhecimentos. O mapa conceitual será construído de forma coletiva no quadro da sala, sendo que os conceitos, ideias e exemplos são colocados em uma folha tamanho A4 e as setas e palavras de ligações podem ser feitas com canetões ou giz, dependendo do tipo de quadro.

Outra forma de conduzir esse momento é da construção do mapa conceitual em grupos, e não a turma toda como sugerido anteriormente. Essa escolha você pode fazer de acordo com o tempo disponível. Pois, se a construção do mapa for toda em grupos, a atividade demandará mais tempo. Para a atividade dessa maneira, você pode solicitar aos grupos a construção do mapa através de uma folha tamanho A3 e post-its, as setas e palavras de ligações podem ser feitas utilizando canetinhas. Como trabalho avaliativo, sugere-se que os alunos, posteriormente, construam um texto dissertativo sintetizando as ideias colocadas no mapa conceitual.

## **6- AULA 5 – Chuva ácida**

### **6.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula**

- ❖ Compreender a formação da chuva ácida;
- ❖ Ampliar e aplicar os conhecimentos sobre funções inorgânicas no tema chuva ácida;
- ❖ Identificar as causas e consequências da chuva ácida para o ambiente;
- ❖ Reconhecer a relação chuva ácida e poluição atmosférica;
- ❖ Conhecer o funcionamento e importância do conversor catalítico nos escapamentos dos veículos;
- ❖ Compreender os conceitos químicos envolvidos no conversor catalítico;

### **6.2 Recurso didático**

- ❖ Data show;
- ❖ Computadores (laboratório de informática)

### **6.3 Cronograma**

- ❖ Explicação chuva ácida e sua relação com a poluição;
- ❖ Utilização do recurso LabVirt;
- ❖ Atividade e discussão sobre “Como combinar desenvolvimento econômico e preservação ambiental?”

### **6.4 Na sala de aula**

Inicialmente, apresente de forma expositiva e dialogada o assunto “Chuva Ácida”. Para isso, utilize o texto “Aprofundamento teórico” (disponibilizado adiante) como recurso. Você pode retomar diversos conteúdos químicos através da temática chuva ácida: reações químicas explicando o que são produtos e reagentes e mostrando as reações químicas envolvidas na formação da chuva ácida; funções inorgânicas, ácidos e óxiácidos, mostrando as reações de formação da chuva ácida através dos óxidos presentes na poluição; escala de pH, mostrando que a chuva é considerada prejudicial, ou seja, é chamada de chuva ácida com o pH abaixo de 5,6; ao explicar sobre o conversor catalítico dos automóveis, ressaltar o conceito de catalisador e suas aplicações em outras áreas; ao explicar sobre o funcionamento do conversor, mostrar que a ligação química dos poluentes é enfraquecida, com isso

a reação acontece de forma mais rápida, com isso, você pode falar sobre o conceito de transformação química, sobre a quebra e formação de novas ligações químicas; demonstrar através das reações que acontecem no conversor catalítico a lei...

Com o objetivo de intensificar a aprendizagem dos alunos a sugestão é que o professor utilize o Laboratório Didático Virtual- LabVirt. Essa ferramenta é uma iniciativa criada pela Universidade de São Paulo – USP, e nela você encontra links para simulações de assuntos da química. Para essa aula, pode-se utilizar a simulação através do link: [http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim\\_qui\\_chuvasacidass.htm](http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_chuvasacidass.htm)

A simulação é interativa, isso faz com que o aluno participe e teste seus conhecimentos sobre o assunto discutido em aula. No início, é demonstrada a destruição de uma estátua com o passar do tempo. Um jovem percebe esse acontecimento e relaciona com o que o professor de química falou nas suas aulas. Posteriormente, esse aluno leva a questão para a sala de aula e toda a explicação sobre a classificação das funções inorgânicas, óxidos e as características que alguns óxidos possuem de reagirem com a água formando ácidos é feita através dessa dinâmica de discussão entre alunos e professor.

Depois da utilização do recurso, retornar à sala de aula para discutir a proposta feita na simulação do LabVirt sobre a relação poluição e desenvolvimento econômico. Para contribuir com esse momento, solicite que os alunos façam a leitura da reportagem com o título: “*Como combinar desenvolvimento econômico e preservação ambiental?*”, disponível no site <https://veja.abril.com.br/ciencia/como-combinar-crescimento-economico-e-preservacao-ambiental/>

Professor, na próxima aula a sugestão é a realização de uma visita em alguma indústria, com o objetivo de entender melhor os processos de produção e como a empresa lida com a questão ambiental, principalmente com a poluição atmosférica. Essa unidade foi aplicada na cidade de Farroupilha – RS, por isso a escolha foi de visitar a empresa Tondo Embalagens, a qual possui um selo verde atestando que todo o processo industrial cumpre com os requisitos ambientais. Por isso, peça para os alunos pesquisarem em casa sobre a empresa que visitarão e como é o processo de produção. Solicite também que os alunos anotem suas dúvidas e questionamentos com relação à empresa e oriente que o foco deve ser

compreender qual a preocupação da empresa com relação aos poluentes produzidos por ela.

### **6.5 Aprofundamento teórico**

A água da chuva muitas vezes é associada a “água pura” ou “água limpa”. Porém, não apresenta a pureza que popularmente lhe atribuem. Isso é devido às características peculiares tanto físicas quanto químicas da água. Durante o caminho natural da água da chuva (precipitação) ela dissolve vários gases que estão presentes na atmosfera, isso porque água possui uma alta capacidade de dissolução. Esse processo que a água percorre até o solo é conhecido como lavagem da atmosfera. Para Coelho (2005, p.7) “A precipitação representa um eficiente meio de remoção de muitos poluentes na atmosfera”. Dessa forma, um estudo sobre a composição química da água da chuva pode demonstrar o nível de poluição atmosférica da região em análise (FORNARO, 2006).

Em algumas regiões, principalmente nas regiões com maior número de indústrias e carros, as impurezas oriundas do “desenvolvimento” e da atividade humana reagem com a água formando substâncias como ácido sulfúrico, tornando a composição da água da chuva prejudicial à natureza. Quando isso ocorre, essa chuva é chamada de “chuva ácida” e está diretamente ligada à poluição atmosférica (MIRLEAN; VANS; BAISCH, 2000).

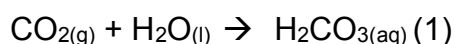
Sem água não haveria vida em nosso planeta. Ela é de extrema importância para a vida de todos os seres vivos que habitam a Terra. Por isso, é preciso usar a água de maneira sustentável e responsável, pois ela é essencial para o funcionamento e manutenção do corpo humano, para a irrigação na agricultura, para o funcionamento dos ecossistemas, tanto aquáticos quanto terrestres, para a geração de energia nas usinas hidrelétricas, etc. A evaporação da água doce das principais fontes hídricas (rios, lagos, açudes e represas) é importante na formação de chuva e da umidade do ar. Medeiros (2005) traz a importância da água para o corpo humano:



A água é um dos elementos de maior importância para todas as formas de vida na terra. Ela está presente em todos os organismos vivos, fazendo parte de uma infinidade de substâncias e órgãos. Este líquido é responsável por praticamente todos os processos que ocorrem no corpo humano, tal como, a digestão, circulação, absorção dos nutrientes, eliminação de substâncias; possui também a função reguladora da temperatura, constitui metade do nosso sangue, atua como lubrificante nas junções ósseas, tornando-a não só essencial para o organismo humano, mas para todos os tipos de vida (MEDEIROS, 2005, p.9).

Diante da importância da água, percebemos a responsabilidade que temos em cuidar desse bem comum e vital para todos os seres vivos. Porém, ainda há muito que ser feito para vivermos com qualidade sem destruir os recursos naturais ainda existentes. Muitos problemas ambientais, oriundos do desenvolvimento econômico sem preocupação com a questão ambiental, estão surgindo e se agravando. A poluição atmosférica, intensificação do efeito estufa, aquecimento global e chuva ácida são problemas ambientais que vêm causando destruição e desequilíbrio nos ecossistemas.

A chuva naturalmente possui um pH ácido, próximo de 5,6, com esse valor de pH a água da chuva é considerada normal. Esse pH ácido é explicado devido à presença em grande quantidade do CO<sub>2</sub> no ar (COELHO, 2005), que se dissolve na água formando um ácido fraco, o ácido carbônico, de acordo com a reação abaixo:



Esquema 1. Reação de formação do ácido carbônico.

O ácido carbônico sofre ionização em solução aquosa, formando baixas concentração acidificantes de íons hidrônio, possui dois hidrogênios ionizáveis, porém apenas a 1ª ionização contribui significativamente para a acidez, conforme a seguinte reação:

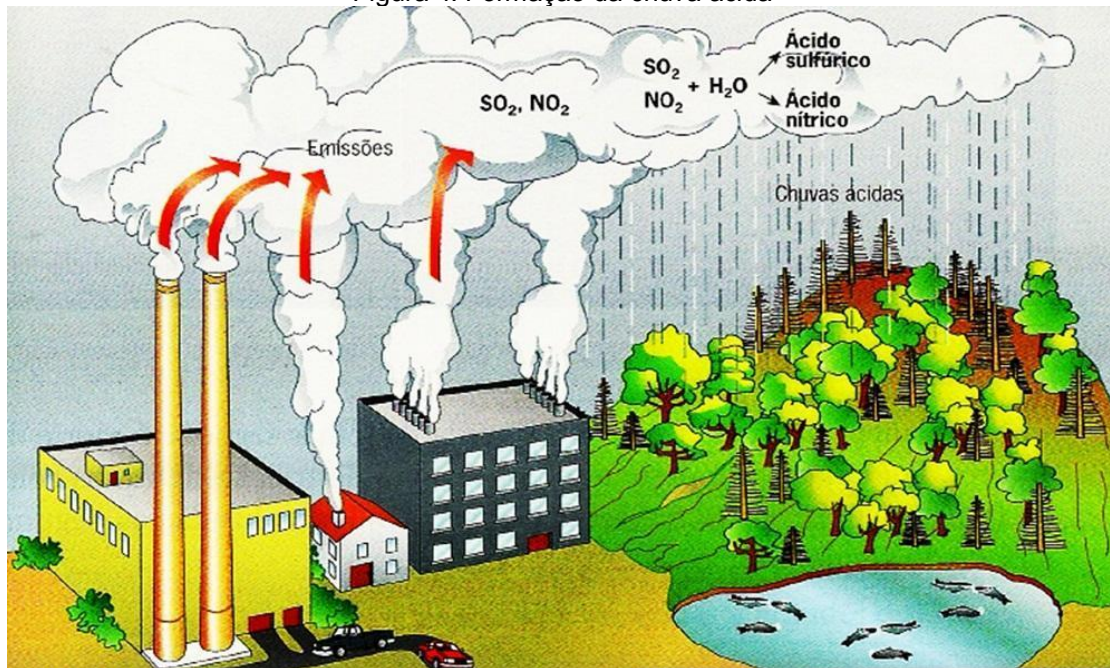


Esquema 2. Ionização do ácido carbônico com formação do ânion bicarbonato.

Convencionou-se que “chuva ácida” é para um valor de pH menor que 5,6 (GIRARD; 2016, p.130). Na Figura 4 é demonstrada a formação da chuva ácida, que ocorre quando alguns óxidos se encontram na atmosfera e, ao entrar em contato com o vapor de água, formam substâncias ácidas (ácido sulfúrico- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e ácido nítrico - HNO<sub>3</sub>) que solubilizadas na água da chuva, a tornam ácidas. Estes óxidos são dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e monóxido de nitrogênio

(NO) principalmente, e são liberados primordialmente pela queima de combustível dos automóveis e das indústrias (MARTINS; ANDRADE, 2002).

Figura 4. Formação da chuva ácida



Fonte: CURADO, 2019. Site conhecimento científico<sup>9</sup>

O Quadro 2 demonstra a formação dos principais ácidos envolvidos no fenômeno da chuva ácida, o ácido sulforoso (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) e ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Quadro 2. Algumas reações de formação da chuva ácida

Formação do ácido sulforoso (H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> )	Formação do ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
O dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> ) é produzido diretamente como subproduto da queima de combustíveis fósseis que são muito impuros, e contém grandes quantidades de enxofre em sua composição.	O dióxido de enxofre também pode sofrer oxidação na atmosfera e formar o trióxido de enxofre (SO <sub>3</sub> ), que por sua vez, em contato com a água da chuva irá formar o ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), que é um ácido forte.
$\text{SO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 (\text{aq})$ $\text{H}_2\text{SO}_3 (\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{HSO}_3^- (\text{aq})$	$\text{SO}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3 (\text{g})$ $\text{SO}_3 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq})$ $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$

Fonte: Site USP s.d.<sup>10</sup>

Os problemas ambientais ocasionados pela chuva ácida são diversos e preocupantes, afetando não só a vida do homem, mas de todo o ambiente:

<sup>9</sup> Disponível em: <<https://conhecimentocientifico.r7.com/o-que-e-a-chuva-acida/>> Acessado em: 14 jul. 2020

<sup>10</sup> Disponível em: <[http://www.usp.br/qambiental/chuva\\_acidafront.html](http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html)> Acessado em: 14 jul. 2020

contaminação do solo, lagos e rios, impossibilitando a vida nesses locais; corrosão nas construções de casas, edifícios, monumentos históricos; morte de plantas e árvore (DRUMM *et al.*, 2013).

Alguns métodos que amenizam os impactos causados pela chuva ácida sobre o ambiente foram desenvolvidos, como exemplo, pode-se citar o uso de calcário no solo. Calcário é uma rocha sedimentar constituída em maior percentual por carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Quando o íon carbonato se forma através da solubilização do calcário, ocorre a hidrólise do ânion, formando  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{OH}^-$ . Essas espécies químicas podem reagir com os íons  $\text{H}^+$  do solo e diminuir a sua acidez. De acordo com Peruch (2002, p.23) “Fazendeiros também adicionam calcário moído ao solo, porque o calcário é um material alcalino que aumenta a capacidade tampão do solo em oposição à acidez vinda da chuva ácida.”

Outra iniciativa é o uso de catalisadores nos automóveis, os catalisadores recebem gases carregados de poluentes (inclusive  $\text{NO}_x$  e  $\text{CO}$ ) e liberam gases tratados com uma quantidade reduzida de substâncias tóxicas. A relevância da utilização dos catalisadores é evidenciada abaixo:

A mistura de gases saindo de um motor inclui monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), hidrocarbonetos ( $\text{HC}$ ) não-queimados e os óxidos nitrogenados designados como  $\text{NO}_x$ . Durante o processo de catálise, os hidrocarbonetos transformam-se em vapor de água, o monóxido de carbono transforma-se em gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e os óxidos de nitrogênio transformam-se em nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), além de ser evitada a formação de oxidantes fotoquímicos, evitando desta maneira a formação de ozônio ( $\text{O}_3$ ) e aldeídos, que são altamente tóxicos (FERREIRA; LIU, 2006, p. 2156).

Além dos conversores catalíticos, outro fator que contribuiu para a redução das emissões de poluentes pelos automóveis é a mudança nos padrões dos combustíveis. Mas, muito mais importante do que amenizar os efeitos da chuva ácida, seria encontrar formas de preveni-la. Para isso, é preciso uma conscientização e mudança de hábitos na população e das indústrias. Podemos citar algumas atitudes que ajudariam a diminuir a ocorrência de chuvas ácidas: incentivo a utilização de metrô, transporte público ou de caronas para a locomoção; redução do consumo de energia elétrica. Porém, é necessário esforços dos governantes para que outras atitudes sejam tomadas: regularizar e fiscalizar o uso de filtros em chaminés e fábricas; reflorestar áreas desmatadas; aplicar punições a veículos desregulados.

As reações e produtos químicos popularmente são mencionados como causadores de problemas ambientais. Porém, como vimos nos exemplos citados anteriormente, do uso do calcário por fazendeiros, dos conversores catalíticos nos automóveis e do desenvolvimento de novos padrões de combustíveis, essa mesma química, quando bem usada, pode contribuir na preservação do meio ambiente.

## **7- AULA 6 – Visita**

### **7.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula**

- ❖ Vivenciar as discussões realizadas em sala de aula sobre poluição;
- ❖ Ampliar os conhecimentos sobre desenvolvimento econômico e preservação ambiental;
- ❖ Estimular a reflexão sobre cidadania;
- ❖ Estimular o senso crítico;

### **7.2 Cronograma**

- ❖ Compartilhar os questionamentos feitos na aula anterior sobre a empresa que será realizada a visita;
- ❖ Discutir e ampliar esses questionamentos através das contribuições dos demais colegas;
- ❖ Visita à empresa Tondo embalagens;
- ❖ Retorno a escola e discussão sobre as experiências vivenciadas na visita.

### **7.3 Na sala de aula - visitação**

Chegou a hora de vivenciar na prática alguns conceitos trabalhados em sala de aula. As visitas técnicas são atividades que ampliam e facilitam a aprendizagem dos alunos, pois durante a visitação os alunos têm a oportunidade de conhecer e interagir com os colegas, docentes e funcionários da empresa, de forma mais próxima e efetiva, num ambiente diferente e dinâmico. Por isso, a importância dessa atividade, que aproxima a teoria da prática e também do mercado profissional, e ainda colabora para a iniciação científica, pois trabalha com questionamentos, verificação e observação.

Inicie esse momento ainda na sala de aula, pedindo que os alunos compartilhem seus questionamentos feitos na aula anterior. Solicite que os demais alunos contribuam com as colocações dos colegas. Logo após, durante a visitação estimule os alunos a perguntarem e observarem, bem como anotar as respostas para os questionamentos levantados por eles. Após a visitação, proporcionar um momento de discussão sobre as experiências vivenciadas na visitação.

## **8- AULA 7 – Compartilhando o que aprendemos**

### **8.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula**

- ❖ Desenvolver habilidades cognitivas como alfabetização visual, interpretação de imagens e síntese de informações;
- ❖ Criar um infográfico como meio de veicular informações sobre poluição para a comunidade escolar;
- ❖ Proporcionar momentos de reflexão sobre a responsabilidade que temos de cuidar e preservar o meio ambiente;
- ❖ Valorizar atitudes que contribuem para a preservação do meio ambiente, principalmente a qualidade do ar.

### **8.2 Recurso didático**

- ❖ Laboratório de informática;

### **8.3 Cronograma**

- ❖ Explicar o que são infográficos e mostrar exemplos;
- ❖ Dividir os alunos em grupos de no máximo 5 alunos.
- ❖ Solicitar que os alunos selecionem e organizem as informações que estarão no infográfico;
- ❖ Montar um esboço no papel de como as informações serão divididas;
- ❖ Utilizar de alguma ferramenta para a construção do infográfico;

### **8.4 Na sala de aula**

Para a finalização da unidade temática, solicite aos alunos que construam um infográfico para a sintetização e publicação das informações sobre poluição nas mídias sociais da escola. O infográfico é uma ferramenta de representação de informações gráfico-visual, sendo mais atrativo e transmitindo a informação de forma mais rápida e eficiente. Essa ferramenta valoriza o texto escrito ao unir a linguagem visual e verbal melhorando o entendimento da informação.

Sendo assim, o infográfico pode ser utilizado no processo de ensino-aprendizagem como mais uma ferramenta que contribui para a eficiência desse processo. Nele estará o conteúdo de forma a combinar textos, imagens e gráficos,

tornando a compreensão desse conceito mais dinâmica e desenvolvendo habilidades como interpretação.

Com isso, para iniciar a aula, explique para os alunos o que são infográficos e mostre exemplos. Importante mostrar também, que essa ferramenta tem sido muito utilizada em jornais, revistas e folders com o objetivo de divulgar uma notícia de forma atrativa e rápida. Logo após essa explanação, leve os alunos até o laboratório de informática e solicite que selecionem as informações sobre poluição atmosférica que estarão no infográfico. Os alunos podem buscar essas informações em sites de notícias, artigos ou no material estudado nas aulas anteriores.

Depois de selecionadas as informações, é hora de criar um esboço. Nele os alunos devem organizar como as informações estarão distribuídas no infográfico. Importante ressaltar que as informações selecionadas devem ter uma ligação, não deve ser apenas um amontoado de informações sem conexão. Por exemplo, um grupo pode fazer um infográfico sobre as fontes poluidoras, outro sobre as consequências da poluição para a saúde humana, e outro grupo sobre os principais constituintes da poluição.

Após feito o esboço, o professor deve escolher uma ferramenta para a construção do infográfico. Há várias ferramentas disponíveis para isso, o mais usual é o “powerpoint” ou o programa online “Canva”. Uma outra opção é fazer manualmente em forma de cartaz e posteriormente expor na escola. A opção escolhida nessa unidade temática é a utilização da ferramenta Canva para a construção do infográfico e divulgação posterior no Facebook na escola.

## **9- AULA 8 – Finalização da Unidade Temática**

### **9.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula**

- ❖ Desenvolver habilidades cognitivas como alfabetização visual, interpretação de imagens e síntese de informações;
- ❖ Criar um infográfico como meio de veicular informações sobre poluição para a comunidade escolar;
- ❖ Proporcionar momentos de reflexão sobre a responsabilidade que temos de cuidar e preservar o meio ambiente;
- ❖ Valorizar atitudes que contribuem para a preservação do meio ambiente, principalmente a qualidade do ar.

### **9.2 Recurso didático**

- ❖ Laboratório de informática;

### **9.3 Cronograma**

- ❖ Finalização do infográfico;
- ❖ Apresentação e explicação do infográfico para o restante da turma;
- ❖ Encerramento da unidade temática;
- ❖ Aplicação de um questionário (Material de apoio 7) para verificação das aprendizagens desenvolvidas;

### **9.4 Na sala de aula**

Nessa aula, será o fechamento da unidade temática, para isso você pode preparar uma apresentação dos infográficos produzidos na aula passada. Após a apresentação, aplicar o questionário final com o objetivo avaliar as aprendizagens que foram construídas ao longo das aulas.



## 10- AVALIAÇÃO

É importante que a avaliação seja feita de forma contínua durante toda a aplicação da Unidade Temática, prevalecendo os aspectos qualitativos sobre os quantitativos. A avaliação não pode ser vista como classificatória ou num momento onde o aluno mostra o quanto memorizou os conceitos que foram trabalhados em aula, porém ela deve ser elaborada de forma que possibilite ao aluno a oportunidade de expressar suas ideias e conhecimentos sobre o assunto. Dessa forma, as perguntas que estarão nas atividades ou provas, devem ser subjetivas, permitindo ao aluno a revelar as hipóteses que construiu e até mesmo as que ainda faltam construir.

Ao aluno expressar suas ideias e conhecimentos, o professor não irá somente dizer o que está certo ou errado, mas através das respostas dos alunos, o professor poderá refletir sobre quais estratégias pedagógicas irá utilizar para interagir e mediar a aprendizagem. Ou seja, a avaliação pode ser um importante instrumento para se escolher caminhos, pontuar futuras ações e intervir de maneira mais eficaz. Com isso, para uma avaliação mediadora, o professor precisa observar e prestar muita atenção no aluno, não somente na prova que ele entrega, mas durante as discussões, ouvindo seus argumentos e posicionamentos, propondo-lhe novas questões, desafiando e guiando-o para um caminho de aprendizagem e autonomia.

Compreendendo a avaliação dessa maneira, a Unidade Temática apresentada nesse trabalho foi construída pensando e estimulando você, professor, a olhar para o aluno durante todo o processo, avaliando qualitativamente, não uma avaliação somente do produto final, mas de toda a caminhada de aprendizagem. Em vários momentos, te instigamos a ouvir e refletir sobre os argumentos e hipóteses levantadas pelos alunos. Os momentos de discussão e troca de ideias foram diversos, possibilitando esse olhar mais individual e profundo de cada aluno.

Podemos citar alguns princípios colocados por Jussara Hoffman (2018) sobre o que significa avaliar na concepção mediadora:

1.Oportunizar aos alunos muitos momentos de expressar suas ideias;  
2.Promover discussão entre os alunos a partir de situações problematizadora; 3.Realizar várias tarefas individuais, menores e sucessivas, buscando entender as respostas apresentadas pelos estudantes; 4.Em vez do certo/errado e da atribuição de pontos, fazer comentários sobre as tarefas dos alunos, auxiliando-os a localizar as dificuldades, oferecendo-lhes oportunidades de descobrirem melhores soluções; 5.Transformar os registros de avaliação em anotações significativas sobre o acompanhamento dos alunos em seu processo de construção de conhecimento. (2018, p.72-73)

Através desses princípios essa Unidade Temática foi elaborada, então, para isso observe o crescimento do aluno durante as aulas, às respostas dadas aos questionamentos, aos seus posicionamentos, bem como sua participação nas discussões, evidentemente, que as atividades escritas realizadas pelos alunos também são instrumentos para a sua avaliação.

## 11- CONCLUSÃO

Espera-se que o produto educacional apresentado nesse trabalho, contribua para a sua prática pedagógica, pois é um material com atividades fáceis, simples e que necessitam de poucos recursos. Porém, essas atividades possuem um grande potencial em proporcionar ao aluno uma formação para a vida, uma formação cidadã.

Além disso, o nosso desejo é que esse material te sirva de apoio e te auxilie no planejamento de suas aulas, nos estudos de aprofundamento, ou seja, no dia a dia de sala de aula. Pois, muitas vezes, a carga horária elevada impede que o professor faça uma busca sobre abordagens diferenciadas para os conteúdos que trabalharão em suas aulas.

Nossa expectativa, é que através do desenvolvimento da Unidade Temática “Poluição: um inimigo invisível” e principalmente dos momentos de reflexão proporcionados durante as aulas, que o aluno, além de compreender o mundo natural em que está inserido, possa contribuir, participar e modificar a sua realidade, fundamentado nos conhecimentos construídos na escola. Além disso, que o aluno seja capaz de compreender nossa responsabilidade de cuidar e preservar o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente** – CONAMA Nº 003 de 28 de junho de 1990 estabelece os padrões de qualidade do ar, in Diário Oficial da União, de 22/08/90, Seção I, p. 15.937 a 15.939.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários**. Brasília- DF: 2011. Site oficial do MMA. Disponível em < [https://www.mma.gov.br/estruturas/163/publicacao/163\\_publicacao27072011055200.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/163/publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf) > Acessado em: 05/10/2020

COELHO, Juliana Cardoso. **A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de química em criciúma (SC)**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGET. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis- SC, 2005.

COELHO, Lucia Helena Gomes. **Aperfeiçoamento de métodos para a determinação de componentes ácidos e básicos em amostras de água da chuva**. Dissertação de mestrado. Instituto de Química. Universidade de São Paulo – USP. São Paulo – SP, 2005.

CORRADINI, Fernando. **Efeito da temperatura do líquido de arrefecimento na produção de emissões poluentes de motor de ignição por faísca**. Trabalho de curso. Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP, 2005.

DAPPER, Steffani Nikoli; SPOHR, Caroline; ZANINI, Roselaine Ruviano. **Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo**. Revista Estudos Avançados, v.30, n.86, São Paulo- SP, jan./abr. 2016.

DRUMM, Fernanda Caroline *et al.* **Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET, v. 18, n. 1, p. 66-78, Abr 2014.

ESPÍNDOLA, Gabriel Lopes. **Redução das emissões de CO<sub>2</sub> do setor de transportes brasileiro aplicando a metodologia de Diagrama de Fontes de Carbono**. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Bacharel em Engenharia Química, Rio de Janeiro – RJ, 2020.

FARNARO, Adalgiza. **Águas de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil?** Revista USP, São Paulo-SP, n.70, p. 78-87, junho/agosto 2006.

FERREIRA, Potiguara Chagas; LIU, Andréa Santos. **A importância do uso de conversor catalítico em automóveis para o meio ambiente**. In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-

Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. Resumo. São José dos Campos – SP, p.2156 – 2158, 2006.

GIRARD, James; **Princípios de Química Ambiental**. Rio de Janeiro:LTC, 2016.

GUARIEIRO, Lilian; VASCONCELLOS, Pérola; SOLCI, Maria Cristina. **Poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustíveis fósseis e biocombustíveis: uma breve revisão**. Revista Virtual Química, v.3, n. 5, p. 434 – 445, 2011.

FAVALLI, Leonel Delvai; SILVA, Karina Alessandra Pessoa da; ANGELO, Elisangela Andrade. **Projeto Radix: ciências**. 2.ed. São Paulo: Scipione, 2012.

FRANCISCO, R.P; **Estudo termodinâmico da queima de combustíveis em caldeiras usando balanços de energia**.2012. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Energia) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Universidade Federal de São João Del-Rei. São João Del Rei – MG, 2012.

HOFFMANN, Jussara; **Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade**. 34 ed. – Porto Alegre: Mediação, 2018.

KRUGER, Verno; LOPES, Cesar Valmor Machado; **Propostas para o ensino de química: águas**. Porto Alegre: UFRGS, 1997.

LENZI, Ervim; FAVERO, Luzia OtiliaBortotti; **Introdução à Química da atmosfera: ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro:LTC, 2014.

MARTINS, L. C. et al. **Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil**. Revista de Saúde Pública, v.36, n.1, p.88-94. 2002.

MARTINS, C. R; ANDRADE, J. B.**Química atmosférica do enxofre (IV): emissões, reações em fase aquosa e impacto ambiental**.Revista Química Nova, v.25, n.2, Abril/Maio,SãoPaulo-SP, 2002.

MIRLEAN, Nicolai; VANZ, Argeu; BAISCH, Paulo. **Níveis e origens da acidificação das chuvas na região do Rio Grande, RS**. Revista Química Nova. v.23 n.5, p. 590 – 593, São Paulo set./out. 2000.

MEDEIROS, S. B; **Química Ambiental**. 3 ed. Revista e ampliada. Recife, 2005.

MÓL, Gerson de Souza; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. (Coordenadores) **Química e Sociedade**. São Paulo-SP:Nova Geração, 2005.

MOZETO, Antonio; **Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, edição especial, p. 41 – 49, maio 2001.

PERUCH, Maria da Glória Buglione; **Mecanismo da redução de SO<sub>2</sub> utilizando carvão vegetal atividade e grafite**.Curso de Pós-Graduação em Química. Centro de Ciências Físicas e Matemáticas – CFM, Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC. Florianópolis, SC. 2002

SEEG. **Emissões dos setores de energia, processos industriais e uso de produtos.** Disponível em:<<http://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2018/01/Emissoes-dos-Setores-de-Energia-e-Processos-Industrias-Documento-de-Analise-2018.pdf>>. Acesso em 11 jul. 2020.

SILVA, Cristina Neves da. **Ensinando a química do efeito estufa no Ensino Médio: possibilidades e desafios.** Revista Química Nova na Escola. v.31, n.4 , nov, 2009.

SITE VEJA/ABRIL; Imagem da reportagem da revista Veja: **Poluição do ar pode aumentar risco de insuficiência cardíaca e câncer de pulmão.**Disponível em<<https://veja.abril.com.br/saude/poluicao-do-ar-pode-aumentar-risco-de-insuficiencia-cardiaca-e-cancer-de-pulmao/>> Acessado em: 13/04/2020

SITE EURONEWS; Imagem da reportagem: **Poluição atmosférica afeta 300 milhões de crianças no mundo.** Disponível em<<https://pt.euronews.com/2016/10/31/poluicao-atmosferica-afeta-300-milhes-de-criancas-no-mundo>>. Acessada em: 2/07/2019

## MATERIAL DE APOIO

### Material de apoio 1– Questionário avaliação diagnóstica

(O questionário está disponível para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX> )

### QUESTIONÁRIO

1- Qual o grau de importância você daria para o trabalho de temas ambientais na sala de aula?

- ( ) Muito importante  
( ) Importante  
( ) Pouco importante  
( ) Nada importante  
( ) Não sei opinar

2- Você acredita que a abordagem de temas ambientais na escola pode contribuir para uma mudança nas atitudes dos alunos?

- ( ) Contribui muito  
( ) Contribui  
( ) Contribui pouco  
( ) Não contribui em nada  
( ) Não estou certo(a) sobre isso

3- Nos livros didáticos de Química, você percebe a inserção de questões ambientais?

- ( ) Sim  
( ) Não  
( ) Sim, mas muito pouco

4- Quais dos assuntos abaixo você estudou durante sua formação na educação básica?

- ( ) Camada de ozônio  
( ) Efeito estufa  
( ) Aquecimento global  
( ) Chuva ácida  
( ) Lixo  
( ) Poluição  
( ) Outros \_\_\_\_\_

5- Em qual (ou quais) disciplina(s) você estudou os assuntos da questão anterior?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6- Você possui cuidados ou preocupações no ambiente de trabalho e/ou estudo em relação ao meio ambiente? Cite algum.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7- Onde você costuma ouvir/ler sobre questões ambientais:

- ( ) Televisão ( ) Jornais ou revistas  
( ) Escola ( ) Outros \_\_\_\_\_

8- Quais as expectativas com relação as atividades que serão desenvolvidas durante a Unidade Temática?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9- Baseado nos conhecimentos construídos ao longo da sua formação, defina cada fenômeno abaixo:

a) Camada de ozônio

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) Efeito estufa

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

c) Aquecimento global

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

d) Chuva ácida

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

e) Lixo

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

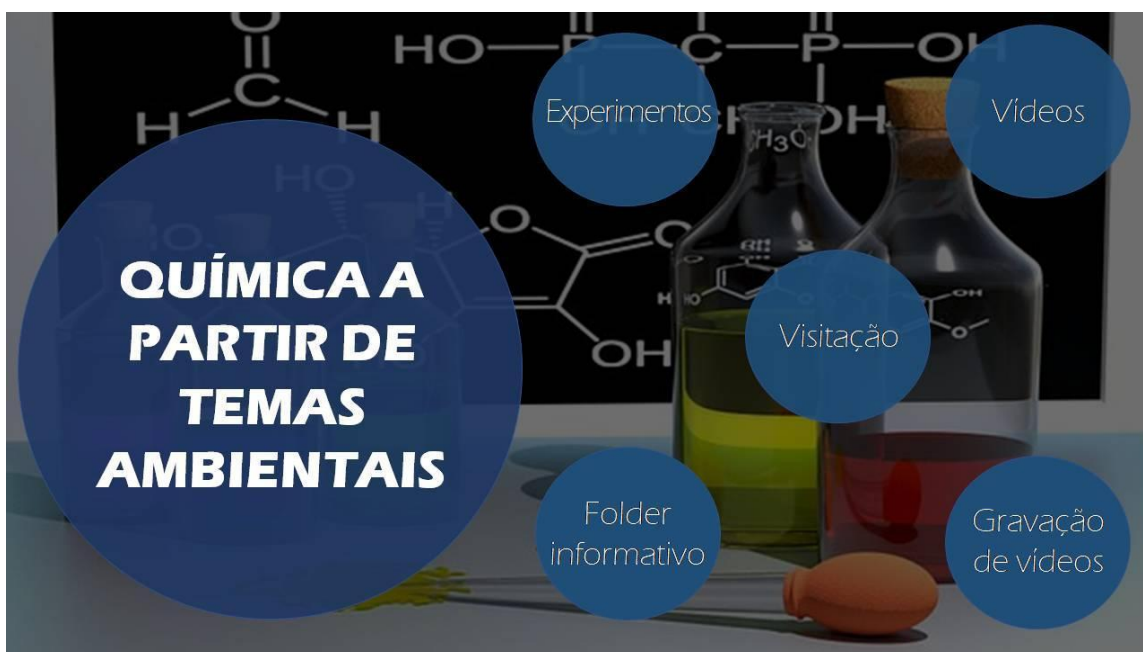
f) Poluição

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Muito obrigada por sua participação!

**Material de apoio 2- Slides da aula 1**

(Os slides estão disponíveis para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX> )





## Questionário

Seja sincero! Escreva aquilo que realmente acredita!

Duração: 20 minutos

## Anotem os pontos

mais importantes e o que

acharam interessante  
no vídeo!

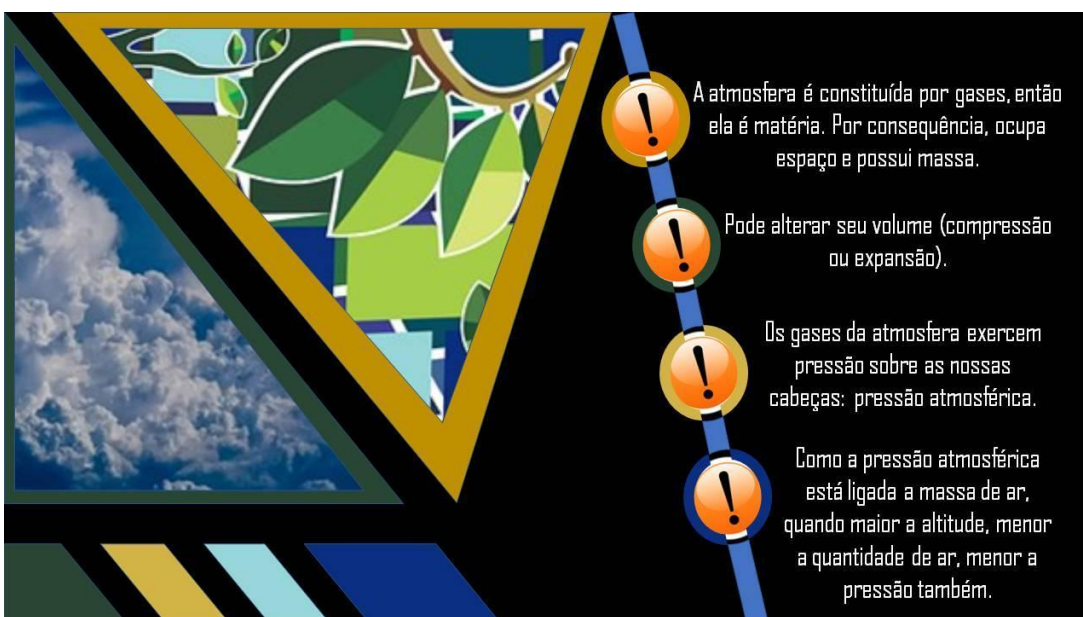




## ATMOSFERA TERRESTRE

### Importância...

- Fornece o oxigênio para a respiração animal e dióxido de carbono utilizado pelas plantas no processo da fotossíntese.
- Impede que a água seja perdida para o espaço e consequentemente, diminua sua quantidade;
- Atua como um "escudo protetor" que impede as radiações cósmicas de alta energia chegarem até a superfície terrestre.
- Modera o clima barrando parte do calor de ser disseminado pelo espaço.



- A atmosfera é constituída por gases, então ela é matéria. Por consequência, ocupa espaço e possui massa.
- Pode alterar seu volume (compressão ou expansão).
- Os gases da atmosfera exercem pressão sobre as nossas cabeças: pressão atmosférica.
- Como a pressão atmosférica está ligada a massa de ar, quando maior a altitude, menor a quantidade de ar, menor a pressão também.



**Material de apoio 3– Roteiro dos experimentos**

(Os roteiros estão disponíveis para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX> )

**Experimento - Grupo 1**

Nomes: \_\_\_\_\_

**Ovo na garrafa****❖ Materiais necessários:**

- Um ovo cozido descascado;
- Uma garrafa de vidro com gargalo menor que o ovo;
- Algodão;
- Fósforos;
- Álcool.

**❖ Procedimento:**

- 1-Molhe o algodão com um pouco de álcool.
- 2-Coloque o algodão dentro da garrafa de vidro.
- 3-Risque palitos de fósforos e jogue dentro da garrafa de vidro, ou colocar uma pequena bola de algodão em chamas dentro do frasco, com a ajuda de uma pinça.
- 4-Tampe a boca da garrafa com o ovo cozido.

**❖ Antes do experimento...**

- Previsão do que irá acontecer

---

---

---

---

**❖ Depois do experimento...**

- Relato do que aconteceu

---

---

---

---

- Baseado em nossas discussões em sala de aula e na sua pesquisa, explique o fenômeno que foi descrito no item anterior;

---

---

---

---

**Bom trabalho!!**

## Experimento - Grupo 2

Nomes: \_\_\_\_\_

### **Balão que murcha e enche sozinho**

❖ Materiais necessários:

- Garrafa;
- Balão;
- Dois recipientes;
- Água quente e fria.

❖ Procedimento:

- 1-Colocar um balão na boca da garrafa;
- 2- Colocar água quente em um dos recipientes e água fria no outro;
- 3-Colocar a garrafa com o balão preso no recipiente com água quente e depois no recipiente com água fria.

❖ Antes do experimento...

- Previsão do que irá acontecer

---

---

---

---

❖ Depois do experimento...

- Relato do que aconteceu

---

---

---

---

- Baseado em nossas discussões em sala de aula e na sua pesquisa, explique o fenômeno que foi descrito no item anterior;

---

---

---

---

**Bom  
trabalho!!**



**Material de apoio 4 – Sugestões de notícias**

(As notícias estão disponíveis para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX> )

## **Mortes causadas pela poluição do ar aumentam 14% em 10 anos, aponta ministério da Saúde**

**Doenças isquêmicas do coração ocupam o primeiro lugar na causa de mortes, seguido das doenças cerebrovasculares e do câncer. No ano passado, internações por problemas respiratórios custaram R\$ 1,3 bilhão ao SUS.**

Um estudo do Ministério da Saúde aponta que o número de mortes classificadas como decorrentes da poluição do ar aumentou 14% em dez anos. Foram 38.782 em 2006 para 44.228 mortes em 2016, de acordo com o estudo "Saúde Brasil 2018", divulgado nesta semana em que é celebrado o Dia Mundial do Meio Ambiente.

Poluição é responsável por 1 a cada 4 mortes prematuras no mundo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a estimativa é que ocorram anualmente 4,2 milhões de mortes prematuras atribuídas à poluição do ar ambiente no mundo. Desse total, 91% ocorrem em países de baixa e média rendas do Pacífico e Sudeste Asiático.

A organização também estima que a poluição do ar tenha sido responsável, no ano de 2016, por cerca de 58% de mortes prematuras por doenças cerebrovasculares (DCV) e doenças isquêmica do coração (DIC); 18% por doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e infecção respiratória aguda baixa; e 6% por câncer de pulmão, traqueia e brônquios.

Acessado em 14/10/2019.  
em: <https://outline.com/qVcjC5> Atualizado 07/06/2019.

Notícia completa

## **Poluição atmosférica causa duas vezes mais mortes do que se pensava, diz estudo**

**A poluição atmosférica mata a cada ano de forma prematura 8,8 milhões de pessoas no mundo, o dobro do que era estimado até agora, segundo um novo estudo publicado nesta terça-feira (12).**

Entre 40% e 80% destas mortes, baseadas em cifras de 2015, são causadas por ataques cardíacos, AVCs e outros tipos de doenças cardiovasculares, segundo os autores da pesquisa, publicada na revista *European Heart Journal*.

Isto significa que a poluição atmosférica provoca anualmente mais mortes que o tabaco, responsável por 7,2 milhões de óbitos no mesmo ano, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS).

"Pode-se evitar fumar, mas não se pode evitar estar submetido ao ar poluído", indicou um dos responsáveis do estudo, o professor Thomas Münzel, da Universidade de Mainz (Alemanha).

Em nível mundial, os estudos haviam cifrado até agora o número total de mortes em cerca de 4,5 milhões.

Estes cálculos também são superiores aos da Agência Europeia do Meio Ambiente (AEMA).

Em seu informe anual publicado em outubro, a AEMA considerou que a poluição do ar com partículas muito finas (PM<sub>2,5</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>, emitido pelos motores a diesel) e ozônio foi responsável em 2015 por 518.000 mortes prematuras na Europa e por 480.000 na UE.

Os autores do estudo consideram "urgente" rebaixar os tetos de exposição às partículas finas.

O limite anual médio para as PM<sub>2,5</sub> fixado pela UE é de 25 microgramas por metro cúbico, ou seja, 2,5 vezes mais que as recomendações da OMS.

"Dado que a maior parte de partículas finas e de outros poluentes atmosféricos na Europa procedem da combustão de energias fósseis, é urgente passar a outras fontes de energia", segundo Lelieveld.

"Até agora, estávamos nos concentrando no risco de câncer relacionado com a poluição do ar ou nos efeitos imediatos no aparelho respiratório. Agora, compreendemos melhor seu vínculo com os problemas cardíacos, os efeitos sobre o cérebro ou a reprodução", declarou à AFP o diretor da AEMA, Hans Bruyninckx, em uma entrevista independente da publicação do estudo.

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em:

<https://outline.com/9TpmDMA> Atualizado em: 12/03/2019



## **Petrobras aparece em lista de maiores empresas emissoras de CO2 do mundo**

**As 20 companhias, todas petrolíferas, foram responsáveis por 35% das emissões de dióxido de carbono no planeta de 1965 a 2017**

Um relatório internacional produzido pelo Climate Accountability Institute mostra as 20 empresas que mais emitem gases do efeito estufa em todo o mundo. De acordo com os dados, as 20 companhias, todas petrolíferas, foram responsáveis por 35% das emissões de dióxido de carbono no planeta de 1965 a 2017.

A [Petrobras](#) aparece em 20ª colocação no ranking de maiores emissores.

Por meio de nota, a Petrobras informou que tem buscado aplicar tecnologias para reduzir a intensidade de carbono emitida, como a reinjeção do gás nos poços de petróleo no subsolo (em vez de seu lançamento na atmosfera). De acordo com a empresa, de 2009 a 2018, foi evitada a emissão de mais de 120 milhões de toneladas de dióxido de carbono e a estimativa é, até 2025, reinjetar 40 milhões de toneladas no subsolo.

“Atualmente, a Petrobras apresenta, dentre as grandes produtoras de óleo e gás natural, o segundo melhor desempenho em emissões relativas (CO2/barril) nas atividades de exploração e produção. A Petrobras assumiu o compromisso de crescimento zero das emissões operacionais no horizonte até 2025 (ano base 2015), mesmo com o aumento da produção, firmando metas de redução de intensidade de emissões de 32% na exploração e produção de petróleo e 16% no refino”, encerra a nota.

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em:

<https://outline.com/e9JUUN> Atualizada em: 10/10/2019

## **Poluição do ar pode ter efeito em doença arterial, diz estudo**

### **Aterosclerose coronariana pode ter ligação direta com a poluição do ar**

A China precisa rever os níveis de dióxido de nitrogênio que são permitidos existirem no ar. É o que indicam os resultados de uma nova pesquisa da Universidade de Buffalo, nos Estados Unidos, a poluição do ar no país possui efeitos consideráveis sobre a aterosclerose coronariana, doença cardiovascular que altera funções arteriais e reduz o fluxo sanguíneo no corpo humano. Embora estudos parecidos tenham sido feitos nos Estados Unidos e na Europa, esse é o primeiro a investigar a conexão direta entre a poluição do ar e o cálcio na artéria coronária na China. Recentemente, o país passou a se preocupar em reduzir os altos níveis de poluição existentes em algumas regiões, como no Norte.

Meng Wang, um dos nomes envolvidos na pesquisa, é professor-assistente de saúde ambiental na Escola de Saúde Pública da Universidade e diz que o estudo fornece dados importantes para compreender os efeitos dos poluentes globalmente. “Este estudo pode fornecer evidências de que a aterosclerose coronariana é uma via patológica pela qual a exposição à poluição do ar aumenta o risco de morte por doença cardíaca coronária. A aterosclerose é um processo ao longo da vida. Como tal, os efeitos da exposição à poluição do ar na aterosclerose são provavelmente crônicos”, disse, em nota, Wang.

Ao estabelecer uma relação entre a poluição e a condição de saúde, é possível fornecer uma chance para que as instituições controlem a exposição das pessoas diante da poluição antes que ela se torne mais prejudicial à saúde.

O estudo centrou-se nos níveis de dióxido de nitrogênio e PM2.5, que são partículas finas que podem ser facilmente inaladas. A pesquisa também analisou a proximidade do tráfego e usou o dióxido de nitrogênio como um indicador mais preciso das emissões veiculares. O resultado mostra que o risco de um maior escore de cálcio na artéria coronária aumentou em 24,5% para cada 20 microgramas por metro cúbico de aumento de ar no dióxido de nitrogênio.

Em 2015, mais de 95% da população chinesa estava exposta a concentrações de PM2.5 e dióxido de nitrogênio acima do nível mínimo do estudo, de acordo com Wang. “Como mais de 40% de todas as mortes são atribuíveis a doenças cardiovasculares, a contribuição potencial de poluentes do ar para doenças cardiovasculares na China é muito grande”, disse o professor.

Acessada em 14/10/2019. Notícia completa em:

<https://outline.com/mZutUb> Atualizada em 13/07/2019. Por **Maria Eduarda Cury**.

## **Doze governadores manifestam apoio a acordo de redução da emissão de gases**

**Governadores de 11 estados e do Distrito Federal estão de acordo com as metas estabelecidas pelo Brasil para enfrentamento das mudanças climáticas, informou o Fórum Brasileiro de Mudanças do Clima. Amapá, Amazonas, Distrito Federal, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e São Paulo manifestaram-se de forma favorável ao cumprimento do Acordo de Paris.**

O Brasil é signatário do Acordo de Paris, no qual foi pactuada a redução da emissão de gases no planeta. Os países envolvidos no acordo concordaram com a meta de manter o aumento da temperatura média global abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais. Os signatários devem ainda se empenhar em limitar o crescimento dessa temperatura a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais. Cada país deveria entregar a chamada Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), com medidas a serem tomadas.

O documento brasileiro foi entregue em setembro de 2015 e estabelece o compromisso do país de chegar em 2025 com níveis de emissão de gases de efeito estufa 37% abaixo do verificado em 2005. Em 2030, a proporção deverá chegar a 43%. Para atingir essas metas, o Brasil deverá garantir que sua matriz energética seja composta por 18% de bioenergia sustentável e 45% de energias renováveis. Outro compromisso é restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas.

Na última quinta-feira (25), o assunto estava em pauta no Fórum Clima 2019: Riscos atuais e ação dos estados, realizado no Rio de Janeiro. O evento foi organizado com o objetivo desenvolver relações com os governos estaduais para apoio às mudanças necessárias para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em: <https://jovempan.com.br/noticias/brasil/doze-governadores-manifestam-apoio-a-acordo-de-reducao-da-emissao-de-gases.html> Atualizada em: 28/04/2019. Por Joven Pan

**Ambientalistas pedem volta da inspeção veicular; medida está prevista em lei**

**Entidades ambientalistas protocolaram um pedido ao Ministério Público Federal (MPF) nesta quinta-feira, 2, que pede a volta da inspeção veicular nos veículos automotivos, caminhões, motos e ônibus, sobretudo nas áreas mais poluídas do Brasil. Eles argumentam que o fim da medida acabou com a garantia de melhora da qualidade do ar.**

A inspeção veicular foi obrigatória em São Paulo e no Rio de Janeiro até recentemente, e está prevista em lei desde 1997. A representação, assinada por 30 entidades e entregue à Deborah Duprat, procuradora federal dos Direitos do Cidadão, diz que o fim da inspeção continuará a provocar um “elevado número de mortes” em função da poluição, principalmente nesses dois estados do sudeste, embora outras regiões também sejam motivo de preocupação.

Cerca de 50 mil pessoas morrem anualmente no Brasil por causa da poluição do ar, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS). Os grupos mais vulneráveis são crianças e idosos.

Segundo Carlos Bocuhy, presidente do Instituto Brasileiro de Proteção Ambiental (Proam), uma das entidades que assina a representação, uma resolução do Conselho Nacional de Trânsito (Contran) de 5 de abril de 2017 dava um prazo até o final de 2019 para a volta da inspeção. Porém, em abril do ano passado houve contestações por parte dos departamentos estaduais e a medida segue suspensa.

Para Lisiane Becker, do Instituto Mira-Serra, a suspensão da inspeção veicular é extremamente prejudicial à saúde pública.

“A sociedade brasileira deve cobrar essa inadimplência que é extremamente prejudicial à saúde pública, evitando a altíssima conta a ser paga pelo sistema público de saúde”.

Bocuhy acrescenta que, como os catalisadores de motos têm baixa durabilidade, a indústria automotiva posterga a adequação a um padrão mais moderno e, com uma frota antiga (no caso dos caminhões, por exemplo, tem, em média, 11 anos), a situação só tende a se agravar.

“A inspeção sozinha não resolve o problema da poluição dos veículos, mas ajuda muito no controle das emissões e não pode, de forma alguma, ser descartada como atualmente.”

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em: <https://jovempan.com.br/noticias/brasil/ambientalistas-pedem-volta-da-inspecao-veicular-medida-esta-prevista-em-lei.html> Atualizada em: 02/05/2019. Por Jovem Pan

**Poluição afeta todos os órgãos do corpo humano, diz estudo**

## **Cientistas afirmam que poluição pode causar problemas de pele e ossos, vários tipos de câncer e obstáculos à fertilidade**

Dois estudos publicados nesta sexta-feira, 17, revelam que não apenas nossos pulmões estão sofrendo consequências do ar que respiramos. Da cabeça ao dedão do pé, todos os órgãos são potenciais alvos de danos causados pela poluição.

Cientistas do Forum of International Respiratory Societies afirmam que a poluição pode atingir o corpo cronicamente, “afetando cada órgão”. “Isso acontece porque partículas ultrafinas que passam para o pulmão e causam inflamação são “sugadas” pelas células e levadas via corrente sanguínea para todas as partes do corpo”, diz Dean Schraufnagel, professor da Universidade de Illinois, em Chicago, que liderou a pesquisa e falou ao The Guardian. Ele diz que esse processo pode causar problemas de pele e ossos, vários tipos de câncer e obstáculos à fertilidade.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), a poluição do ar é uma “emergência de saúde pública”. Novas análises indicam que 8,8 milhões de mortes prematuras todos os anos são causadas pela poluição. É uma causa maior do que o tabaco.

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em:  
<https://jovempan.com.br/noticias/mundo/poluicao-afeta-todos-os-orgaos-do-corpo-humano-diz-estudo.html> Atualizada em: 17/05/2019. Por Joven Pan