

Guia de Atividades Didáticas Sobre a Poluição do Ar

Manuais Ambientais

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

0
g
0
1



Governo do Estado de São Paulo
Mário Covas • *Governador*

Secretaria de Estado do Meio Ambiente
Ricardo Tripoli • *Secretário*

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Dráusio Barreto • *Diretor Presidente*

Apresentação

Na medida que tomamos consciência de que as questões ambientais não se prendem somente às áreas verdes e às riquezas naturais, mas que o ambiente engloba o homem e o seu entorno, em qualquer lugar que ele viva, a solução dos problemas que degradam o ambiente urbano revestem-se de uma urgência, cada vez mais premente.

Numa cidade que hoje caracteriza-se como uma megalópole, um dos problemas ambientais graves é a questão da poluição do ar. É da poluição do ar que trata este Guia de Atividades Didáticas Sobre a Poluição do Ar. Foram reunidas informações gerais sobre a questão e, para levar até a escola esta discussão de uma forma prática e concreta são oferecidos exercícios e experiências possíveis de serem realizadas por professores de diversas disciplinas.

A Escola é sem dúvida um ambiente mais do que propício para se discutir questões que dizem respeito a toda comunidade, uma vez que concentra um grande contingente de crianças e jovens, além de adultos formadores de opinião - o corpo docente, administradores e auxiliares. Encampar a educação ambiental enriquece o trabalho pedagógico da Escola, uma vez que se trata de uma vertente que exige, pela sua própria natureza, o exercício da transdisciplinaridade, envolvendo todas as áreas do conhecimento através da interrelação das disciplinas da grade curricular.

Ricardo Tripoli
Secretário do Meio Ambiente

Guia de Atividades Didáticas sobre a Poluição do Ar
São Paulo, 2000 - 2ª edição

CLASSIF.:	
AUTOR:	
TOMBO:	

Ficha catalográfica (preparada pela Biblioteca da SMA/ CEAM)

S24g São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente/ Coordenadoria de
Educação Ambiental.

Guia de atividades didáticas sobre a poluição do ar – São Paulo:
SMA/ CEAM, 2000, 2ª edição.
44p. il.

1. Poluição do ar 2. Atividades didáticas – Guia 1. Título

CDU 614.72 (815.6):37

Relação de figuras e quadros

	Pág
Figura 1 - Evolução da frota de veículos automotores na RMSP (1.000 veículos)	6
Figura 2 - Padrões normais de circulação do ar (A) e uma situação de inversão térmica (B)	7
Figura 3 - Doenças respiratórias e poluição do ar, em adultos com mais de 65 anos	9
Figura 4 - Partículas inaláveis - Contribuição média das principais fontes poluidoras na cidade de São Paulo	9
Figura 5 - Partículas inaláveis - Penetração das partículas no sistema respiratório	9
Figura 6 - Monóxido de carbono - Total de ultrapassagens do padrão por mês na RMSP (1981-1994)	10
Figura 7 - Concentração de material carbonáceo na poeira de São Paulo e algumas cidades dos Estados Unidos	11
Figura 8 - Mortalidade por bronquite após o "smog" de 1952 na Inglaterra	12
Figura 9 - Cadinho coberto por copo de boca larga	16
Figura 10 - Funil invertido sobre a cápsula	16
Figura 11 - Efeito estufa	16
Figura 12 - Quatro tempos de um motor de explosão	18
Figura 13 - Proporção de ar combustível	19
Figura 14 - Preparação e exposição das lâminas	26
Figura 15 - Adaptação de uma lupa	26
Figura 16 - Utensílios para um experimento com pó de enxofre	32
Figura 18 - Cartão índice de fumaça tipo Rengelmann reduzido	38
Quadro 1 - Mudança de tamanho da população mundial entre 1800 e 1987	6
Quadro 2 - Identificação e caracterização dos poluentes do ar	8
Quadro 3 - Índices de qualidade do ar	8
Quadro 4 - PI - Partículas inaláveis	10
Quadro 5 - Efeitos do monóxido de carbono na saúde	11
Quadro 6 - O ₃ - Ozônio	12
Quadro 7 - Alguns poluentes e suas fontes	23
Quadro 8 - Tabela de pI de algumas substâncias	30
Quadro 9 - Concentração de SO ₂	31

1

Poluição do ar: uma questão de saúde, cidadania e educação

Poluição ambiental é a alteração desfavorável do meio causada pelos subprodutos e resíduos que resultam da atividade do homem e, às vezes, de fenômenos naturais. Essa alteração pode implicar em mudanças na transferência de energia, no nível de radiações, na composição física e química do meio e na abundância de certos organismos. As mudanças podem afetar o homem direta ou indiretamente, por intermédio da água, do ar, dos alimentos, ou ainda interferir nas suas oportunidades de recreação e apreciação da natureza.

Nestas últimas décadas, enquanto se conseguia controlar a emissão de poluentes pelas indústrias, crescia assustadoramente um outro fator de poluição do ar - os veículos automotores.

Hoje, o problema que precisa ser enfrentado é principalmente o da poluição causada por caminhões, ônibus e automóveis, visível em parte nas estradas e na cidade, em forma de fumaça preta saindo dos canos de escapamento. Mas há uma grande parcela invisível: é uma mistura de gases sem cor que os veículos movidos a álcool e à gasolina lançam diariamente sobre São Paulo. São gases tóxicos que envenenam o ar. E como o número de carros nas ruas cresce diariamente, cresce também a poluição. No inverno, estação em que pouco venta e quase não chove, ocorre com mais frequência o fenômeno da inversão térmica, o que agrava a situação. O nível de sujeira no ar ultrapassa os limites considerados suportáveis para a saúde da população.

A responsabilidade pela situação geral de poluição da cidade, evidentemente, não é só do proprietário do veículo. O problema é que o tamanho da população e a cidade foram crescendo e o planejamento seguiu uma direção que privilegiou muito pouco o transporte coletivo; abriram-se ruas e avenidas que só trouxeram vantagens para os carros de passeio. Diante deste quadro, faz-se necessária a implantação de políticas públicas voltadas para a solução do problema, que serão bem sucedidas na medida que se contar com a participação dos cidadãos.

A seguir, serão apresentadas sucintamente informações básicas sobre o tema.

Quadro 1 - Mudança de tamanho da população mundial entre 1800 e 1987

Mudança de tamanho da população	No período compreendido entre	Tempo decorrido
1 a 2 bilhões	1800 a 1925	125 anos
2 a 3 bilhões	1925 a 1960	35 anos
3 a 4 bilhões	1960 a 1974	14 anos
4 a 5 bilhões	1974 a 1987	13 anos

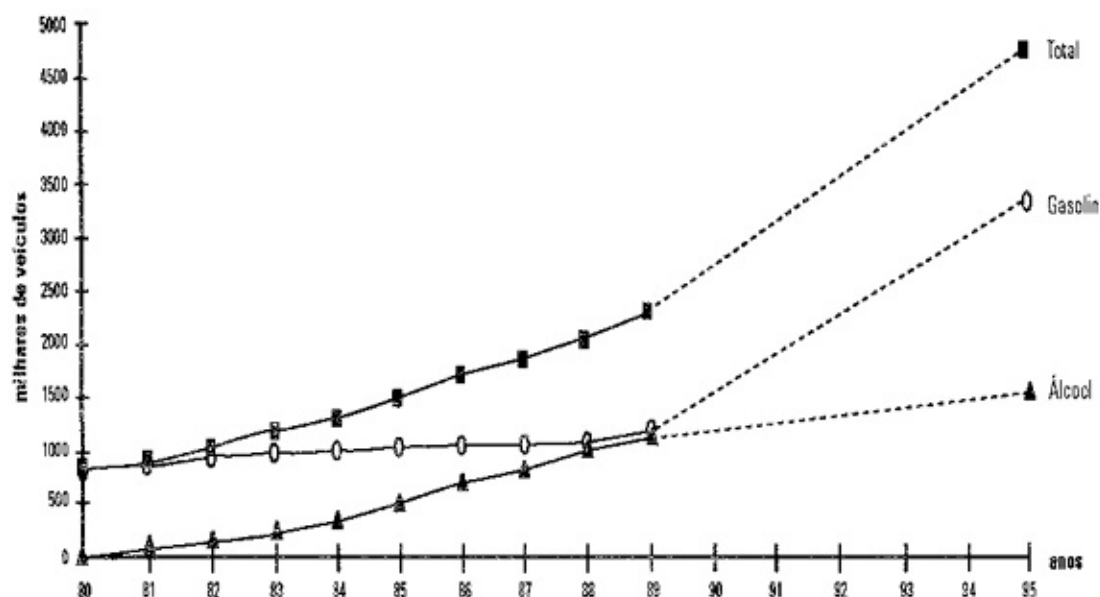


Figura 1 - Evolução da frota de veículos automotores na RMSP (1000 veículos)

Dispersão de poluentes

A qualidade do ar é determinada por dois fatores: a quantidade de poluentes emitidos para a atmosfera e a capacidade da atmosfera de dispersar esses poluentes.

A capacidade da atmosfera de dispersar os poluentes é determinada por fatores meteorológicos. Os fatores meteorológicos que mais afetam a qualidade do ar são a velocidade do vento e a ocorrência de inversões térmicas.

Os movimentos atmosféricos determinam a frequência, duração e concentração de poluentes. Vários estudos comprovam que existe uma relação entre os altos índices de poluição

e os fenômenos meteorológicos inversão térmica, ventos fracos, calmarias, presença de altas pressões e outros) que caracterizam uma determinada região.

A influência da topografia é importante devido ao aquecimento diferenciado do solo. Os picos das montanhas aquecem e esfriam mais rapidamente que os vales, reforçando correntes localizadas e inversões térmicas durante a noite. A presença de um vale é geralmente desfavorável à dispersão dos poluentes. As camadas de ar frio, mais denso, se acumulam no fundo dos vales, aumentando a estabilidade e, portanto, facilitando o acúmulo dos poluentes.

A região metropolitana de São Paulo está situada na latitude do Trópico de Capricórnio, em uma área rebaixada do Altiplano Atlântico, o que dificulta a dispersão dos poluentes. A topografia da região se caracteriza por elevações que chegam a alcançar de 650m a 1.200m de altitude. Ao Sul, a área está limitada pela Serra do Mar e de Paranapiacaba.

Estudos sobre a ventilação mostram que a direção predominante do vento na região é a sudeste. Há também uma variação na velocidade do vento: mais intenso durante o dia devido ao calor solar, diminuindo à medida que começa o esfriamento noturno. A brisa marítima atua, principalmente, no período da tarde e, dependendo da direção do vento de grande escala, sua velocidade pode aumentar. Quando os sistemas intensos de grande escala (altas ou baixas pressões atmosféricas) atuam sobre a região, anulam os efeitos da brisa e da topografia em relação à direção do vento, que passa a ser a mesma em toda a região.

Inversão térmica

Em condições normais, a atmosfera vai esfriando na medida que aumenta a altitude. O ar quente sobe mais rapidamente (aliás, é por isso que os balões sobem) e carrega os poluentes para as camadas mais altas da atmosfera.

Algumas vezes, e com muita frequência no inverno, por causa da maneira como os raios do sol incidem sobre a Terra, ou pelo movimento das massas de ar, uma camada de ar quente instala-se acima das camadas mais frias, como que aprisionando-as. É o fenômeno conhecido por inversão térmica. E, se não estiver ventando, os poluentes demoram muito para se dispersar.

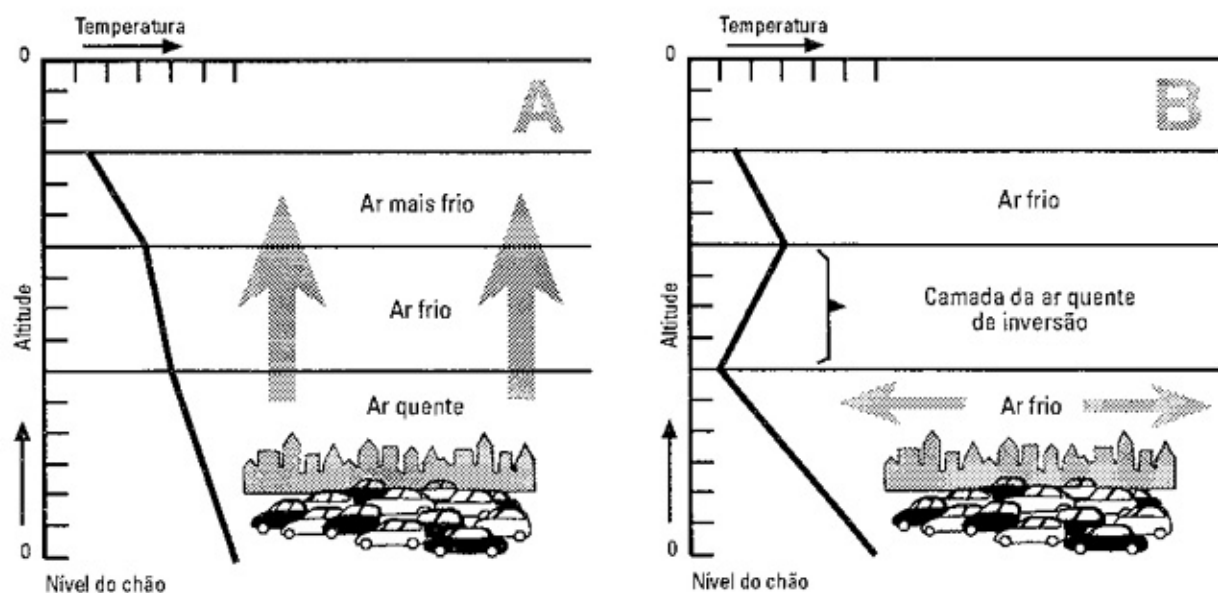


Figura 2 - Padrões normais de circulação do ar (A) e uma situação de inversão térmica (B)

Vários estudos sobre as inversões térmicas ocorridas na Região Metropolitana de São Paulo mostraram que durante o período de inverno estes fenômenos tendem a provocar condições desfavoráveis à dispersão de poluentes, porque as inversões ocorrem muito perto da superfície do solo, com muita frequência durante o período da noite e de madrugada, e durante muitas horas consecutivas.

Principais poluentes e seus efeitos na saúde

Os quadros 2 e 3 mostram resumidamente as características, as consequências negativas à saúde e os índices de concentração que definem episódios agudos de poluição do ar.

Quadro 2 - *Identificação e caracterização dos poluentes do ar*

POLUENTES	CARACTERÍSTICAS
Partículas em suspensão	Mistura de partículas sólidas e líquidas suspensas no ar, visualizadas como poeira ou fumaça.
Compostos orgânicos voláteis	Materiais como gasolina, solventes, soluções de limpeza que ficam no ar em estado de vapor.
Dióxido de carbono, também chamado de gás carbônico	Subproduto normal das combustões e da respiração de animais e plantas; é matéria prima para a fotossíntese. Sua taxa no ar está crescendo, e é um dos maiores responsáveis pelo efeito estufa.
Monóxido de carbono	Gás invisível, inodoro, letal a partir de certa dosagem, que se combina com a hemoglobina de forma estável, prejudicando o transporte de O_2 .
Óxidos de nitrogênio e de enxofre	Convertidos, respectivamente, em ácido nítrico e ácido sulfúrico, ao se combinarem com o vapor de água existente na atmosfera. São responsáveis pelas chuvas ácidas.
Chumbo e outros metais pesados	O chumbo, em particular, é muito perigoso, mesmo em concentrações baixas; danifica células do cérebro, podendo levar à morte. Até alguns anos atrás, colocava-se na gasolina tetraetilato de chumbo, para controlar seu poder detonante. No entanto, os altos níveis de chumbo verificados no sangue das pessoas fez com que se abandonasse esse aditivo. O Brasil produz gasolina sem chumbo desde 1989.
Ozônio	O ozônio (O_3), embora importantíssimo quando nas camadas superiores da atmosfera, por proteger contra os raios ultravioleta, é altamente tóxico para animais e vegetais. No nível do chão, portanto, é um forte poluente.
Outras substâncias tóxicas no ar	Substâncias causadoras de câncer, como materiais radioativos, o benzeno, o cloreto de vinila e o amianto.

Quadro 3 - *Índices de qualidade do ar*

Poluentes	PADRÕES DE QUALIDADE DO AR		CRITÉRIOS PARA EPISÓDIOS AGUDOS DE POLUIÇÃO DO AR ($\mu g/m^3$)		
	TEMPO DA AMOSTRAGEM (h)	CONCENTRAÇÃO ($\mu g/m^3$)	ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA
Partículas totais em suspensão (PTS)	24	240	375	625	875
Dióxido de enxofre (SO_2)	24	365	800	1600	2100
Monóxido de carbono (CO)	8	9 ppm	15 ppm	30 ppm	40 ppm
Fumaça (FMC)	24	150	250	420	500
Dióxido de nitrogênio (NO_2)	1	320	1130	2260	3000
Partículas inaláveis (PI)	24	150	250	420	500
Ozônio (O_3)	1	160	200	800	100

O Plano de Emergência é acionado quando as concentrações dos poluentes ultrapassam os critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar. As medidas tomadas em cada caso, são as seguintes:

Atenção - É um nível de advertência, recomenda-se que evitem o uso desnecessário de carros.

Alerta - Podem ser restringidos o uso de veículos e a operação de processos industriais.

Alerta prolongado - Pode ser decretado feriado no município onde se verificar o aumento de poluição e proibida a circulação de veículos.

Emergência - São tomadas medidas mais drásticas, com a paralisação de toda e qualquer fonte de poluição.

Os efeitos da poluição na saúde

As pesquisas médicas realizadas com animais confirmam que a exposição a ambientes poluídos pelos gases venenosos emitidos por veículos diminui a resistência do aparelho respiratório e agrava as doenças já existentes. Isto pode ser observado em nós mesmos e através das pesquisas desenvolvidas pelo Laboratório de Poluição Atmosférica da Faculdade

de Medicina da Universidade de São Paulo. A garganta e a cabeça podem começar a doer, os olhos a arder e lacrimejar, uma sensação de cansaço e mal estar, além do agravamento dos sintomas para aqueles que já sofrem de doenças do aparelho respiratório, como a asma e a bronquite, principalmente as crianças, os velhos, os cardíacos e aqueles que têm pressão alta.

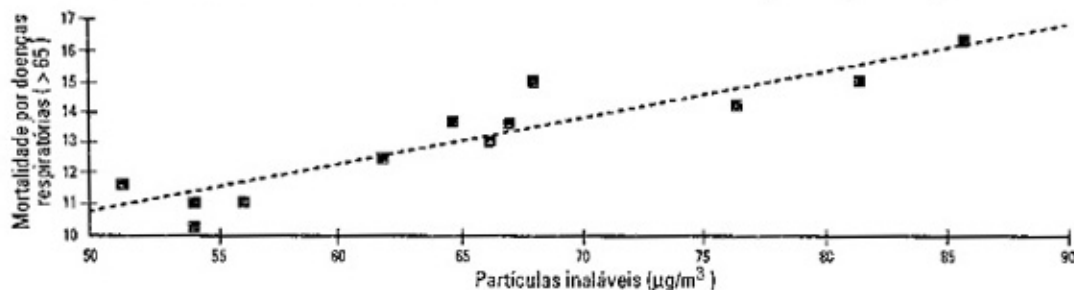


Figura 3 - *Doenças respiratórias e poluição do ar, em adultos com mais de 65 anos*

De um modo geral, existe uma quantidade máxima de cada poluente que não deve ser ultrapassada, durante todo o ano, para que a saúde da população esteja sempre protegida. Para cada poluente também existe uma quantidade máxima que não pode ser atingida durante o período de um dia - ou de algumas horas -, sob pena da saúde das pessoas serem afetadas mais rapidamente. Essas quantidades estão definidas nas nossas leis, com base em estudos científicos, constituindo o que chamamos de "Padrões de Qualidade do Ar", que estão sendo constantemente ultrapassados em várias regiões da cidade.

Respirar sempre ar poluído compromete a saúde, as substâncias poluidoras vão agindo lentamente sobre o organismo das pessoas.



* Formado na atmosfera devido a emissão de gases e partículas inaláveis provenientes principalmente de veículos e indústrias.

Figura 4 - *Partículas inaláveis - Contribuição média das principais fontes poluidoras na cidade de São Paulo*

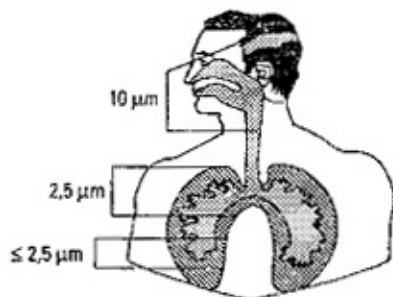


Figura 5 - *Partículas inaláveis - Penetração das partículas no sistema respiratório*

A fumaça, a poeira e a fuligem são os poluentes mais visíveis. Os especialistas chamam esses poluentes de material particulado (MP). Percebe-se a presença do material particulado nas cidades olhando a sujeira dos edifícios, a poeira que se acumula nos móveis das casas, a cor de um algodão utilizado para limpar a pele etc.

O problema está nas ruas, principalmente aquelas por onde passam muitos veículos. Os ônibus e caminhões que usam óleo diesel como combustível soltam fumaça preta; os automóveis levantam o pó que se deposita nas ruas e soltam também uma fuligem muito fina pelos canos de escapamento. Até o desgaste dos pneus em contato com o asfalto produz poeira.

O material particulado pode causar muitos problemas à saúde. Poeiras mais grossas ficam retidas no nariz e na garganta, provocam incômodo, irritação e ajudam outras doenças,

como a gripe, a tomar conta do organismo com mais facilidade. Poeiras mais finas chegam até o fundo dos pulmões e podem fazer mal principalmente às crianças, aos idosos e aos que sofrem de asma, bronquite ou do coração. Se essas pessoas permanecem por algum tempo num local da cidade muito poluído por pó, ficam mais vulneráveis a uma crise aguda e podem até morrer.

Quadro 4 - *PI - Partículas Inaláveis*

Local de amostragem	Valores máximos diários (Padrão 150 µ/m - 24h)					Número de dias em que foi ultrapassado o padrão (Padrão 150 µg/m - 24h)					Número de vezes em que foi atingido o Estado de Atenção				
	1991	1992	1993	1994	1995*	1991	1992	1993	1994	1995*	1991	1992	1993	1994	1995*
Parque Dom Pedro	187	173	206	296	216	08	03	08	45	10	----	----	----	05	----
Santana	----	159	163	----	168	----	02	01	----	02	----	----	----	01	----
Moóca	190	189	228	242	208	08	07	24	21	10	----	----	----	01	----
Cambuci	176	171	111	259	267	02	02	----	34	15	----	----	----	02	01
Parque do Ibirapuera	184	140	169	402	178	04	----	01	24	01	----	----	----	04	----
Nossa Senhora do Ó	173	158	172	217	167	05	01	04	07	02	----	----	----	----	----
São Cotatano do Sul	463	182	185	324	197	109	11	09	36	03	39	----	----	07	----
Congonhas	264	160	175	219	207	16	02	03	11	02	01	----	----	----	----
Lapa	215	187	169	207	180	24	02	02	09	01	----	----	----	----	----
Cerqueira Cesar	257	201	185	201	161	50	11	12	07	01	01	----	----	----	----
Penha	183	167	157	189	182	09	01	01	01	05	----	----	----	----	----
Guarulhos	296	286	282	522	218	48	15	32	65	17	03	01	02	12	----
Santo André - Centro	286	168	233	353	239	19	03	17	17	06	02	----	02	01	----
Diadema	199	177	164	213	350	17	06	04	07	05	----	----	----	----	01
Santo Amaro	224	233	174	307	189	17	11	07	13	09	----	----	----	----	----
Osasco	235	152	181	257	247	08	01	19	34	23	----	----	----	03	----
Santo André - Capuava	196	134	152	208	162	01	----	08	02	05	----	----	----	----	----
S. B. C. - Vila Pauletás	219	199	215	310	282	12	07	14	35	12	----	----	----	09	02
Taboão da Serra	209	150	211	289	216	22	----	24	43	17	----	----	----	03	----
São Miguel Paulista	206	224	196	200	232	13	10	04	04	06	----	----	----	----	----
Moóca	142	90	217	138	130	----	----	03	----	----	----	----	----	----	----

*Dados registrados de janeiro a julho de 1995

O monóxido de carbono (CO) é um dos gases que mais poluem a cidade. Mais de 1.800.000 toneladas de CO, segundo a CETESB, foram jogadas sobre São Paulo em 1994. E 94% dessa sujeira toda vem dos escapamentos dos carros. Uma sujeira que ninguém vê: o CO é incolor, não tem cheiro nem gosto e não irrita os olhos. Mas seus efeitos sobre a saúde são muito sérios. Acontece que a hemoglobina - uma substância do sangue que captura o oxigênio que respiramos para levá-lo a todo o corpo - tem atração muito grande pelo monóxido de carbono (210 vezes maior do que a que tem pelo oxigênio). E a hemoglobina combinada com o monóxido de carbono (carboxihemoglobina), impede que o processo de respiração ocorra de forma perfeita, fica saturada desse gás e, por isso, não leva para as células o oxigênio de que elas necessitam para viver.

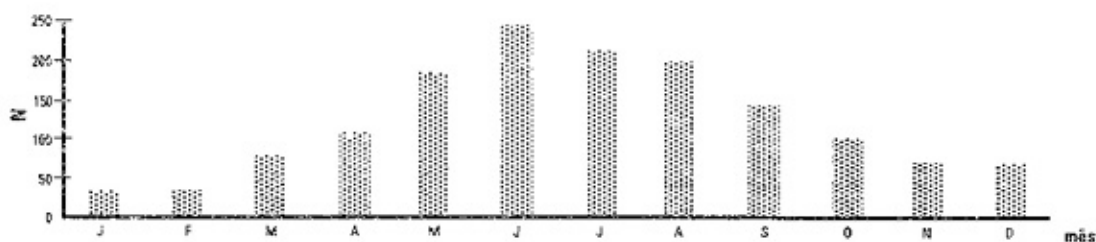


Figura 6 - *Monóxido de carbono - Total de ultrapassagens do padrão por mês na RMSP (1981 - 1994)*

O CO pode causar tonturas, vertigens e até a morte. Por exemplo: quando alguém fica com o automóvel em funcionamento numa garagem sem ventilação, morre por asfixia, depois de algum tempo. É o monóxido de carbono, sem dúvida, um dos poluentes mais perigosos no ar da cidade, e ele sai em grandes quantidades dos veículos movidos à gasolina. Os carros a álcool jogam aproximadamente 20% menos CO na atmosfera do que os carros movidos à gasolina, mas também contribuem.

Existem, ainda, os poluentes secundários que recebem esta denominação por não serem lançados diretamente no ambiente, mas sim produzidos a partir de um coquetel de substâncias que estão no ar.

Quadro 5 - Efeitos do monóxido de carbono na saúde

QUANTIDADE DE CO (ppm) necessária para desativar a hemoglobina (tempo de exposição = 1h)	Porcentagem de hemoglobina desativada	Efeito na saúde
55 - 80	3	- diminuição da atividade cardíaca - alteração do fluxo sanguíneo
110 - 170	6	- problemas de visão - diminuição da capacidade de trabalho
280 - 275	10 - 20	- pequenas dores de cabeça - problemas psicomotores
575 - 860	20 - 30	- dores de cabeça intensas - náuseas
860 - 1153	30 - 40	- náuseas - vômitos - diminuição da visão - dor de cabeça intensa
1430 - 1710	50 - 60	- convulsão - coma
1710 - 2000	60 - 70	- coma
2000 - 2280	70 - 80	- diminuição da atividade cardíaca e respiratória, às vezes fatal - morte

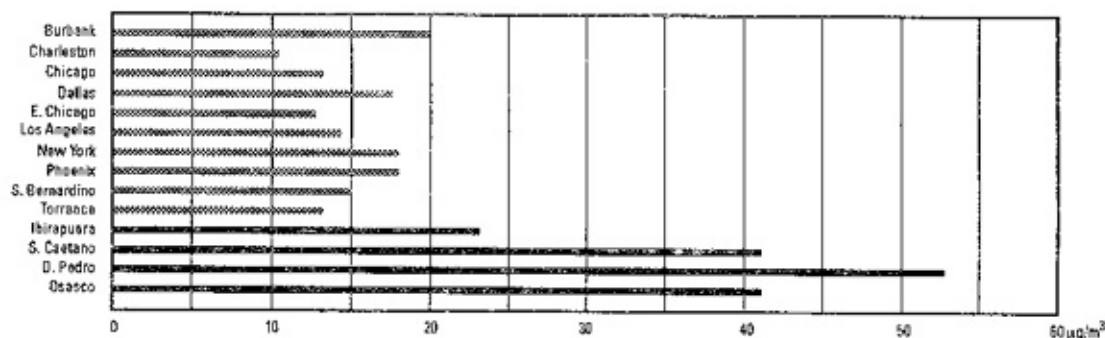


Figura 7 - Concentração de material carbonáceo na poeira de São Paulo e algumas cidades dos Estados Unidos

Ozônio

O ozônio é um gás invisível, com cheiro marcante, composto de três átomos de oxigênio (O_3), que está presente na Terra na alta atmosfera e na superfície.

Na alta atmosfera, entre 10 a 40 km, circunda completamente o planeta, protegendo-o dos raios ultravioleta que vêm do espaço. Sem este filtro natural a vida, na forma em que a conhecemos, não seria possível. Por isso a redução da camada de ozônio coloca-se entre os temas ambientais mais preocupantes. E ela encontra-se em perigo, hoje, devido ao ataque de compostos químicos de longa duração, como o clorofluorcarbono e outros gases, lançados pelo homem no ambiente e responsáveis pelo que se conhece como "buraco de ozônio". Estes "assassinos" do ozônio estão contidos, por exemplo, nos sprays, nos produtos de refrigeração e nas resinas expandidas, trazendo um aumento da temperatura planetária com conseqüências inimagináveis para o clima.

Na superfície, há também a presença de ozônio, porém em quantidades reduzidas. Graças a sua propriedade de destruir as bactérias, ele é empregado para depuração da água potável, da água de piscinas e de esgotos. Este uso controlado não é danoso quando o ozônio vem diluído. Passa a constituir problema quando produzido pela reação entre o dióxido de nitrogênio e os hidrocarbonetos na presença de luz solar. Produz uma névoa venenosa e de mau cheiro chamada "smog" fotoquímico, que inibe a fotossíntese prejudicando as plantas, corroendo metais e provocando distúrbios na saúde das pessoas.

As causas deste e de outros problemas ambientais advêm do estilo de vida dos países industrializados e de uma insuficiente consciência ecológica. A economia de energia, a redução de veículos automotores e o emprego reduzido de substâncias químicas são meios eficazes de se combater o efeito estufa e a poluição do ar.

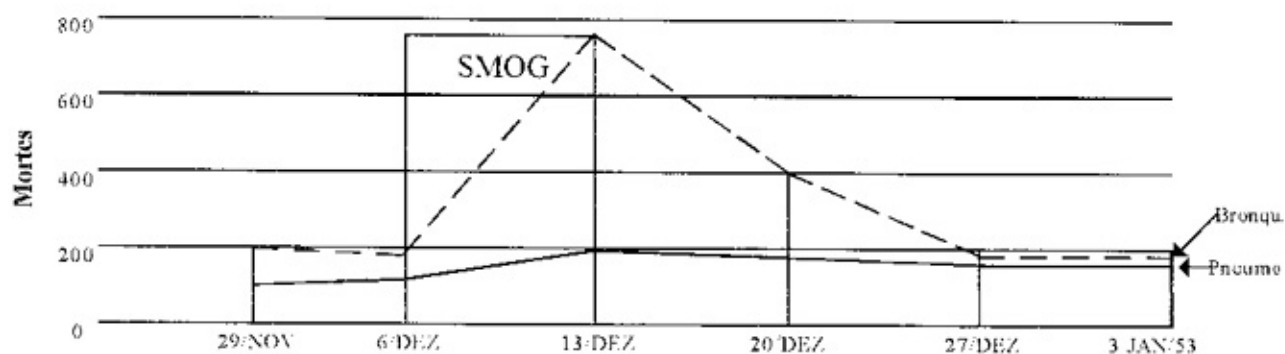


Figura 8 - Mortalidade por bronquite após o "smog" de 1952 na Inglaterra

Quadro 6 - O₃ - Ozônio

		Valores máximos diários (Padrão = 160 mg/m ₃ - 1 hora)								
ANO		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995*
LOCAL										
Pq. D. Pedro II		334	333	273	335	380	185	410	240	269
Moóca		329	327	339	517	476	224	523	309	218
Congonhas		251	201	356	315	236	272	233	173	131
Lapa		584	582	269	415	380	---	242	237	674

*Dados registrados de janeiro a julho de 1995.

Chuva ácida

Os químicos atestam que o SO₂, quando se junta com a água, pode produzir uma das substâncias mais corrosivas de que se tem notícia: o ácido sulfúrico. É essa substância responsável pelas "chuvas ácidas" que os especialistas em meio ambiente em todo o mundo apontam como a causadora da destruição de matas e vegetação e também de monumentos de alto valor histórico.

Educação e Cidadania

Conhecer, sensibilizar, conscientizar e promover o engajamento em defesa do ambiente dizem respeito não só à educação, mas também à cidadania: à educação, porque é função da Escola, através de vivências multi e interdisciplinares, proporcionar experiências que colocam o aluno em contato com o meio em que vive, permitindo-lhe compreender a formação e o funcionamento da cidade, do ponto de vista dos processos dinâmicos em que se constituem os diversos ecossistemas que a compõe; à cidadania, porque a questão ambiental é, pela própria natureza, social. Ela afeta grupos, comunidades, regiões e países. É política: exige do indivíduo que se posicione enquanto cidadão, enquanto alguém que se reconhece com deveres e direitos como membro de uma sociedade; exige do poder público uma atuação abrangente e integradora, uma vez que os problemas não podem ser resolvidos no âmbito de uma determinada esfera de poder, necessitando um compromisso de todos os segmentos governamentais e não governamentais.

2

Atividades didáticas sobre a poluição do ar

Este capítulo contém atividades dirigidas aos educadores para subsidiá-los em sua prática de educação ambiental, e que podem ser integradas em disciplinas específicas ou fazer parte de uma abordagem multidisciplinar. Os conceitos aqui trabalhados podem ser ampliados, se necessário, recorrendo às referências bibliográficas.

GASES EMITIDOS PELO CANO DE ESCAPAMENTO

Conceitos a serem trabalhados:

- poluição do ar por veículos automotores
- impacto ambiental
- danos à saúde

Sugestão de disciplinas: Ciências

Grau: 1ª a 4ª séries do ensino fundamental

Objetivo

- Verificar a sujeira lançada no ar pelos canos de escapamento de carros.

Procedimento

- Arranjar uma meia branca, pode ser velha. Quando o cano de escapamento estiver frio, colocá-la nesse cano.
- Em um lugar aberto, isto é importante, pedir para um adulto ligar o motor e deixá-lo ligado por alguns minutos. Desligar o carro. Esperar esfriar.
- Pedir a um adulto que tire a meia do carro.
- Examinar a meia. Ela estará cheia de poluentes que normalmente são invisíveis para nós.

Observação: A presença de poluentes é concreta e o exercício pode ser feito com carro a álcool, gasolina e diesel, para que se comparem os resultados.

COMBUSTÃO COMPLETA

ATIVIDADE

2

Conceitos a serem trabalhados:

- poluição do ar por veículos automotores
- matérias primas
- transformações químicas
- oxidação
- combustão
- impacto ambiental
- danos à saúde

Sugestão de disciplinas: Química, Biologia.

Grau: Ensino médio

Introdução

Certas formas de poluição podem ter conseqüências sobre o planeta, ameaçando o conjunto da biosfera.

A produção de gás carbônico, proveniente da utilização de combustíveis, é um destes casos. O aumento da taxa de gás carbônico pode provocar um notável aquecimento na atmosfera da Terra.

Um meio gasoso mais rico em CO_2 deixa passar mais facilmente as radiações de curto comprimento de onda, vindas do Sol, com maior valor energético, e, por outro lado, pode reter as radiações térmicas de origem terrestre, pois o CO_2 , como o vapor d'água, H_2O , absorve os raios infravermelhos.

As combustões são, em geral, fonte apreciável de CO_2 . Nesta atividade, será estudada a combustão de um composto orgânico, cujos produtos serão identificados.

Objetivo

-Identificar os compostos resultantes da combustão.

Pré-Requisitos

Os alunos deverão saber:

1. Que a combustão é uma reação de oxidação.
2. Escrever a equação química da combustão completa de compostos orgânicos.
3. Identificar o dióxido de carbono utilizando água de cal.

Material necessário

- | | |
|-------------------------------------------|--------------------------|
| • 1 caixa de fósforos | • 1 cadinho de porcelana |
| • Álcool etílico | • 1 copo de vidro |
| • 1 cápsula de porcelana | • Água destilada |
| • 1 funil de vidro | • 1 béquer de 250 ml |
| • Hidróxido de cálcio | • 1 bastão de vidro |
| • 1 pinça de madeira para tubos de ensaio | • 1 proveta de 10 ml |

Sugestão: O hidróxido de cálcio pode ser substituído por hidróxido de bário. Neste caso, substitua a expressão "água de cal" por "água de barita".

Preparação Prévia: Prepare 10 ml de solução aquosa de hidróxido de cálcio saturada.

Procedimento

1. Coloque cerca de 2 ml de álcool na cápsula de porcelana. Sabendo que o álcool é um líquido volátil, sua pressão de vapor seria alta ou baixa?
2. Aproxime, cuidadosamente, um palito de fósforo aceso e observe se é necessário encostar a chama no líquido para inflamá-lo. Como explica este fato? De que cor é a chama do álcool em combustão?
3. Cubra o cadinho com um copo de boca larga. O que observa nas paredes do copo? O que acontece com a chama depois de um certo tempo?
4. Inflame novamente o álcool. Pegue um funil de vidro, previamente banhado em solução de hidróxido de cálcio e inverta-o sobre a cápsula. O que ocorre nas paredes internas do funil?



Figura 9 - *Cadinho coberto por copo de boca larga*



Figura 10 - *Funil invertido sobre a cápsula*

5. De acordo com o que observou, que compostos se formam quando ocorre combustão completa de um combustível? Complete a seguinte equação química:



Resultado e Discussão

A combustão de um composto é dita completa quando todo o carbono é transformado (oxidado) em gás carbônico, pelo oxigênio do ar.

O combustível líquido utilizado, o álcool etílico, é incolor e tem odor característico. É inflamável, queimando com chama azul não fuliginosa. Como sua pressão de vapor é alta, é volátil, evapora-se com facilidade.

Ao mostrar as paredes do copo para os alunos, alerte-os para que não as toquem. Informe-os de que o líquido condensado nas paredes é água, resultante da combinação do hidrogênio do combustível com o oxigênio do ar. O gás carbônico é identificado pela formação de um precipitado branco de aspecto leitoso, nas paredes internas do funil. A reação que origina o precipitado é a seguinte:



Incentive os alunos a pensarem nas conseqüências de um aumento de temperatura na Terra, causado pelo aumento da taxa de gás carbônico. Além dos efeitos sobre a flora e a fauna, que certamente serão citados, é possível que seja levantada a possibilidade de fusão dos gelos polares, causando uma elevação do nível dos mares. Isto acarretaria a submersão de uma parte das terras emersas, inclusive de grandes cidades aí existentes. Essas afirmações estão ilustradas na Figura 11.

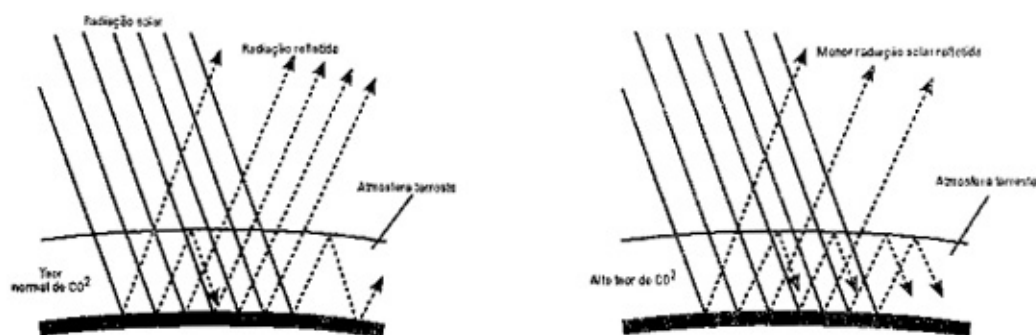


Figura 11 - *Efeito Estufa*

COMBUSTÃO INCOMPLETA

ATIVIDADE

3

Conceitos a serem trabalhados:

- poluição do ar por veículos automotores
- matérias primas
- transformações físicas e químicas
- reações químicas
- aspiração
- compressão
- explosão
- descarga
- potência
- combustão
- proporção
- danos à saúde
- impacto ambiental

Sugestão de disciplinas: Química, Física, Biologia, Matemática.

Grau: Ensino médio

Introdução

Como o estudo experimental das combustões incompletas apresenta algumas dificuldades, esta atividade consiste no estudo e discussão de um texto, dado a seguir, sobre motores de combustão interna.

Objetivos

- Reconhecer o monóxido de carbono como um dos poluentes do ar.
- Identificar os veículos movidos à gasolina como uma das principais fontes de CO atmosférico.
- Identificar as maneiras de diminuir a emissão de CO pelos veículos movidos à gasolina.

Pré-Requisito

Os alunos deverão saber interpretar gráficos.

Texto

Uma das principais causas de poluição do ar, especialmente nas grandes cidades, é o automóvel e demais veículos movidos à gasolina. O monóxido de carbono que emitem é um gás incolor, inodoro e bastante inerte quimicamente. Apesar disso, é um componente atmosférico dos mais danosos para os animais, inclusive para o Homem, devido a sua capacidade de combinar-se com a hemoglobina do sangue. A hemoglobina é uma proteína que contém ferro e que transporta o oxigênio dos pulmões para todos os tecidos do corpo: transporta também o gás carbônico destes para os pulmões. A combinação entre o monóxido de carbono e a hemoglobina forma um composto estável; desta maneira, a hemoglobina perde sua capacidade de ligar-se ao oxigênio e ao gás carbônico e, conseqüentemente, de transportá-los através dos tecidos.

Na região da Grande São Paulo, a atmosfera apresenta, durante todo o decorrer do ano, concentrações de CO bastante acima dos níveis aceitáveis; veículos movidos à gasolina são responsáveis pela emissão de cerca de 47,7% da quantidade total de CO. O trecho a seguir apresenta uma visão geral do funcionamento de um motor de combustão interna, necessária à compreensão do fenômeno de emissão de monóxido de carbono.

- Motor de explosão ou combustão interna

Os motores de explosão são máquinas térmicas que aproveitam a força expansiva dos gases produzidos por misturas explosivas, formadas por ar e um gás combustível.

Os motores de explosão ou combustão interna, usados pelos automóveis e por aviões, têm em geral "quatro tempos", explicados a seguir:

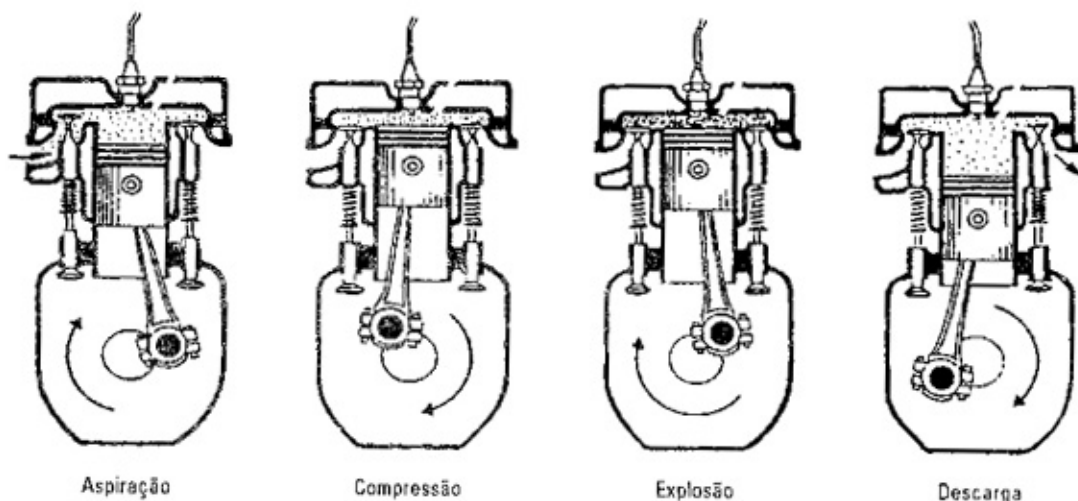


Figura 12 - *Quatro tempos de um motor de explosão*

Nos motores de explosão, a mistura de gases é feita no carburador, o qual transforma o combustível (gasolina, óleo, etc.) em gás.

A parte principal do motor é o cilindro, que possui duas aberturas, munidas de válvulas, que se abrem e fecham automaticamente.

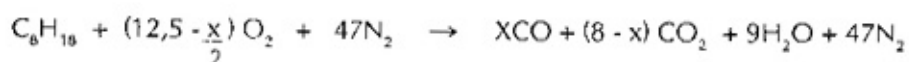
Funciona da seguinte maneira:

- 1º tempo - Aspiração:** o pistão se movimenta para baixo; pela válvula A, penetra a mistura explosiva do carburador.
- 2º tempo - Compressão:** o pistão sobe e comprime a mistura no interior do cilindro; as válvulas se encontram fechadas.
- 3º tempo - Explosão:** o êmbolo chega até próximo ao fundo do cilindro, comprimindo o gás; a vela produz, então, uma centelha, que provoca a explosão dos gases, que empurram o pistão para fora.
- 4º tempo - Descarga:** terminada a explosão, o pistão volta ao fundo do cilindro, expulsando os gases formados. Reinicia-se, então, o ciclo.

O monóxido de carbono é eliminado no 4º tempo, juntamente com os demais gases formados no interior do cilindro. Se a combustão da gasolina fosse completa, ocorreria a seguinte reação:



Portanto, se a combustão fosse completa, a proporção entre os reagentes seria de 1735 g de ar para 114 g de gasolina, ou seja, 15,1/1. Entretanto, quando o veículo é acelerado, uma quantidade maior de gasolina é injetada no carburador e, conseqüentemente, nos cilindros. Como resultado, ocorre um desequilíbrio entre a proporção de gasolina e de ar; a mistura explosiva torna-se relativamente pobre em oxigênio e ocorre uma combustão incompleta, segundo a reação:



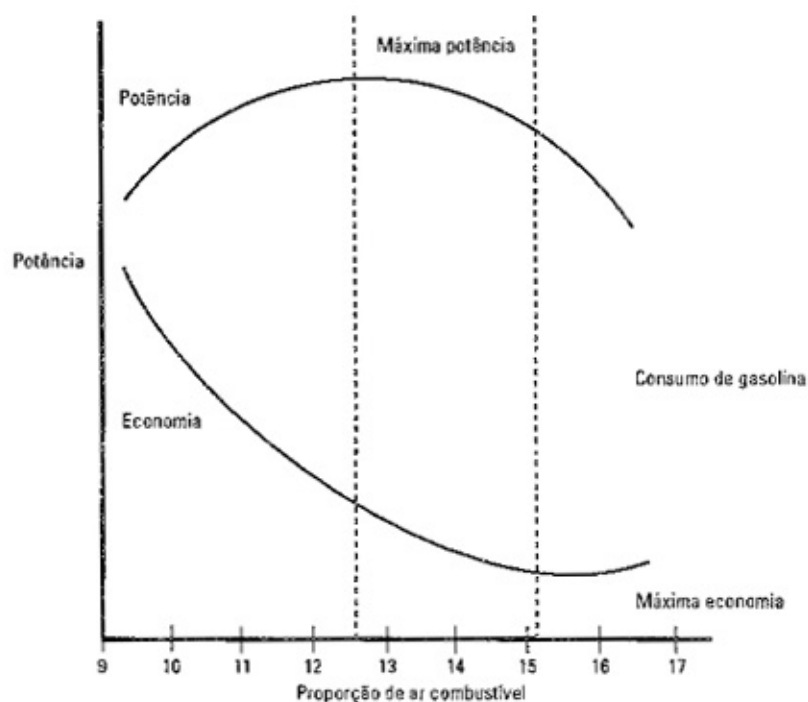


Figura 13 - *Proporção de ar combustível*

Quanto maior a proporção de ar na mistura, maior a quantidade de oxigênio que participará da reação; assim, haverá menor quantidade de CO emitido e maior quantidade de CO_2 . Examinando novamente a equação de combustão completa da gasolina, podemos verificar que, nessa situação, não há formação de CO, mas apenas de CO_2 .

Convém lembrar que, além do CO e do CO_2 , os veículos movidos à gasolina emitem óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, óxidos de enxofre e outros gases, além de partículas de fumaça.

Uma das formas de reduzir a emissão de monóxido de carbono pelos veículos com motor de combustão interna é regular adequadamente a carburação, para conseguir uma proporção conveniente de combustível e oxigênio dentro dos cilindros. Têm sido tentados, também, o uso de catalisadores, a realização da queima do combustível em atmosfera mais rica em oxigênio e a refrigeração da câmara de combustão após a explosão. Os resultados conseguidos ainda estão longe de ser considerados satisfatórios, mas, certamente, as pesquisas prosseguirão, pois o controle da poluição atmosférica causada pelo monóxido de carbono só será possível, quando a emissão de gases pelos veículos de motores à explosão puder ser completamente controlada.

Discussão

Peça aos alunos que analisem cuidadosamente o gráfico apresentado no texto e proponha algumas perguntas, como as seguintes:

- Qual a proporção de ar/combustível em que o veículo desenvolve potência máxima? Nesta situação, a combustão seria completa? Quais os gases eliminados, então, pelo escapamento?
- Qual a proporção de ar/combustível em que o veículo opera em condições de máxima economia? Nesta situação, a combustão seria completa? Quais os gases eliminados, então, pelo escapamento?
- Um aumento da quantidade de combustível injetado no cilindro corresponde sempre a um aumento de potência? Até que ponto (proporção ar/combustível) esta afirmação seria verdadeira?

Peça aos alunos que, pesquisando em livros de Biologia, ou discutindo o assunto com o professor daquela matéria, expliquem o seguinte fato: "Tanto o CO_2 como o CO combinam-se com a hemoglobina do sangue; entretanto, só este último é prejudicial à vida dos animais".

TRÂNSITO, TEMPO E ESPAÇO

Conceitos a serem trabalhados:

- tempo
- distância e direção
- velocidade média
- estatística
- porcentagem
- cartografia
- cidadania

Sugestão de disciplinas: Geografia, Matemática, Física.

Grau: 8ª série do ensino fundamental e ensino médio

Esta atividade faz parte do SPACE-São Paulo, um programa de Aprendizagem Compartilhada em Equipe desenvolvida pelo LMD - Laboratório Multidisciplinar do Colégio Bandeirantes.

Aluno(a): _____ Série: _____

O aluno deverá preencher os itens de 1 a 10, e entregar na próxima aula.

1. O tempo médio de deslocamento da escola para sua casa

T médio = _____ min (apenas uma casa decimal)

* Meça o tempo de deslocamento da escola a sua casa, em minutos inteiros, a cada dia da semana, e marque na tabela abaixo:

2a.feira	3a.feira	4a.feira	5a.feira	6a.feira

* Ache o tempo médio (T médio) dos dias em que realizou a medida.

2. A distância média percorrida da escola à sua casa

S média = _____ km (apenas uma casa decimal)

* Meça a distância da escola à sua casa, em quilômetros inteiros e até uma casa decimal, a cada dia da semana (se houver variação do itinerário) e marque na tabela abaixo:

2a feira	3a.feira	4a.feira	5a.feira	6a.feira

* Ache a distância média (S média) dos dias em que realizou a medida

3. A velocidade média em seu percurso da escola para casa

V média = _____ / _____ km/hora (uma casa decimal)

O aluno deverá calcular a velocidade média no roteiro. O cálculo será feito através da seguinte relação:

$$V_{\text{média}} = \frac{S_{\text{média}} \times 60}{T_{\text{médio}}} \quad \text{a5s} \quad V_{\text{média}} = \frac{S_{\text{média}}}{\frac{T_{\text{médio}}}{60 \text{ min}}}$$

onde:

V médio é a velocidade média;
S média é a média de distâncias percorridas; e
T médio é a medida dos tempos de percurso.

Os arredondamentos da V média; S médio e T médio deverão obedecer o seguinte critério após os cálculos:

Ex.: média = 37,57 min média = 37,85 min média = 37,332 min
 entrar = 37,6 min entrar = 37,8 min entrar = 37,3 min

4. Direção de sua residência em relação à escola

Direção: ____ (N,S,E,O,NE,NO,SE,SO)

* Você pode buscar esta informação num mapa da cidade ou no Guia de São Paulo.

5. O meio de transporte que você utiliza para retornar da escola para sua casa

Meio de transporte: ____ (AP, AT, VC, OC, ME, IN) Use os códigos:

AP = a pé; AT = automóvel; VC = veículo contratado; OC = ônibus coletivo; ME = metrô;
IN = integração

6. O relevo do terreno em seu caminho de volta para casa

Relevo: ____ (TP, PD, PS, AC) Use os códigos:

TP = todo plano; PD = plano e em descida; PS = plano e em subida; AC = acidentado

7. Você observa rios em seu trajeto no retorno à sua casa?

Rios: ____ (S, N) - Use os códigos: S = sim; N = não

8. O professor poderá aproveitar a oportunidade para distribuir o questionário que coleta dados para inserir no Software do Transporte Solidário.

9. O esboço de seu itinerário da escola para casa

Esquematize o seu caminho de volta da escola para sua casa.

Utilize lápis e represente as vias com um traço simples, como se estivesse observando do topo. Procure respeitar as proporções entre as distâncias e marque os nomes das vias pelas quais passa, fazendo uma legenda numerada.

Utilize lápis das cores convencionadas para identificar a topografia do trajeto:

↗ aclives vermelho

→ plano azul

↘ declives verde

↗↘ acidentado amarelo

1º MOMENTO

1. Por que calculamos a média de dados de uma semana para tempo e espaço?
2. Compare o valor da velocidade média de seu percurso de retorno à casa com o de seus outros colegas. É grande a diferença de valor?
3. Você ficou parado muito tempo em seu trajeto?
4. Houve dias de maior demora? Quais as possíveis causas?
5. Até este ponto de nosso estudo, quais as matérias escolares que foram envolvidas?

2º MOMENTO

Vamos garimpar?

1. Quantos colegas de sua turma residem nas direções:

N: ____ S: ____ E: ____ O: ____

2. Quantos alunos residem próximo à escola num raio de 1 km? (intervalo de 0,1 km a 1 km)

3. Quantos de seus colegas voltam:

de metrô? ____ a pé? ____ de perua? ____ de integração? ____

de automóvel? ____ de ônibus coletivo? ____

3º MOMENTO

Meu nome é Armando Carone, sou aluno novo da 8a. série e embora tenha alguns amigos, não conheço a maior parte dos colegas. Normalmente vou para escola de transporte coletivo, mas gostaria de voltar de carona com um colega da 8a. série. Como poderia buscar no nosso banco de dados essa informação?

Meu endereço é: Rua Apinagés, 731 - Vila Pompéia - CEP-05017-000

IDENTIFICAÇÃO DE FONTES POLUIDORAS

Conceitos a serem trabalhados:

- vários tipos de poluição do ar
- fontes: - de origem natural - de transportes - de indústrias
- matérias primas
- impacto ambiental
- controle de poluição
- equilíbrio e ruptura do equilíbrio ambiental
- saúde e qualidade de vida
- cidadania

Sugestão de disciplinas: Física, Química, Biologia, Português.

Grau: Ensino médio

Objetivo

Identificar algumas fontes de poluentes emitidos para o ar atmosférico.

Introdução

Comentar os vários tipos de poluição atmosférica, como por exemplo:

- a) poluição de origem natural - resultante de processos naturais, como poeira, nevoeiros marinhos, cinzas, fumaças provenientes de queimadas de campos, gases vulcânicos, odores ligados à fermentação natural etc.;
- b) poluição relacionada aos transportes - resultante da ação de veículos automotores e aviões. Devido à combustão da gasolina, óleo diesel etc., os veículos automotores eliminam gases como o monóxido de carbono, óxido de enxofre, gás sulfuroso, dióxido de enxofre, entre outros;
- c) poluição em consequência dos fenômenos de combustão - resultante de ações de incinerações, cujos agentes poluentes são: monóxido de carbono, aldeídos etc.;
- d) poluição devida a atividades industriais - resultante dos resíduos siderúrgicos, fábricas de cimento, indústrias químicas, usinas de gás etc..

Falar sobre alguns agentes poluentes (fosfato, chumbo, pesticidas, radiações, monóxido de carbono, mercúrio etc.) e as consequências de sua ação no homem, plantas e animais.

Mencionar algumas medidas de controle da poluição do ar, tais como:

- planejamento das cidades quanto à localização das indústrias poluidoras, considerando as condições meteorológicas e topográficas (localização dos morros, direção e velocidade dos ventos, modificações de temperatura, umidade do ar, quantidade de chuva etc.) que podem influenciar, favorecendo ou prejudicando a dispersão dos poluentes;
- fiscalização das fontes poluidoras pelos órgãos governamentais;
- instalação de filtros antipoluentes e implantação de outras medidas (estudo da altura e localização de chaminés) para combater a poluição do ar;
- utilização de tecnologias adequadas para o controle da emissão de poluição por veículos;
- incentivo ao uso de energia elétrica, melhoria das condições de tráfego, manutenção e regulagem dos veículos etc..

Procedimento

Orientar os alunos para uma pesquisa de fontes de poluição do ar, pedindo que observem, na região onde moram (ou onde se localiza a escola), os tipos de indústrias existentes, os meios de transporte (se há muitos caminhões, ônibus, trens, carros etc.), identificando e relacionando algumas fontes poluidoras que alteram a composição do ar atmosférico, conforme o Quadro 7.

Quadro 7 - *Alguns poluentes e suas fontes*

FONTES	POLUENTES
Indústrias, veículos (queima de combustível)	monóxido de carbono
Indústrias, veículos (queima de combustível)	dióxido de carbono
Indústrias, veículos, residências, termoeletricas (queima de combustível)	dióxido de carbono
Indústrias de cloro, plásticos, papel e combustíveis de veículos	partículas de mercúrio
Indústrias de tintas, automóveis	partículas de chumbo
Aviões, automóveis, incineradores, queimadas	óxidos de nitrogênio
Automóveis (pneus)	partículas de amianto
lançamentos sobre as plantações, indústrias de inseticidas	inseticidas
Indústrias de cloro e de inseticidas clorados	cloro
Indústrias de cimento	cimento
Veículos, indústrias (queima de combustível)	hidrocarbonetos
Veículos, indústrias (queima de combustível)	partículas de carvão

Pedir que apresentem relatório, para discussão em classe, dos problemas causados ao homem, às plantas e animais quando expostos a cada um desses agentes poluidores.

EFEITO DA POLUIÇÃO DO AR EM ELÁSTICOS

Conceitos a serem trabalhados:

- poluição do ar
- impacto ambiental
- matérias primas

Sugestão de disciplinas: Ciências.

Grau: 1ª a 4ª série do ensino fundamental.

Objetivo

Verificar e comparar o efeito da poluição do ar em elásticos, em diversos ambientes.

Material necessário

- oito elásticos
- dois cabides de arame
- um saco plástico
- uma lupa

Procedimento

- Entortar o cabide para que ele fique quase retangular.
- Esticar quatro elásticos em cada um dos cabides, assegurando-se de que estejam bem esticados.
- Colocar um do lado de fora de casa, num local que não bata sol.
- Colocar o outro num plástico e fechá-lo bem. Colocá-lo dentro do armário.
- Após uma semana observar os elásticos com o auxílio da lupa.
- Comparar o estado dos elásticos que ficaram dentro e fora de casa esticando-os ao mesmo tempo.

Observações: Para tirar mais conclusões, comparar os níveis de poluição de diferentes pontos da cidade, observando o estado de cada elástico, terminado o prazo da experiência.

POLUIÇÃO DO AR SOBRE O MEIO AMBIENTE E OS SERES VIVOS*

ATIVIDADE

7

Conceitos a serem trabalhados:

- poluição do ar
- impacto ambiental
- meios de transporte
- efeitos da poluição nos seres vivos
- saúde e qualidade de vida
- cidadania

Sugestão de disciplinas: Ciências, Português, Geografia, Artes.

Grau: Ensino fundamental.

Objetivos

- Pesquisar os efeitos da poluição do ar sobre o ambiente e seres vivos.
- Identificar nas pesquisas os principais agentes causadores da poluição do ar.

Procedimento

- Trazer reportagens de jornais e revistas especializadas, livros, fotos e outros materiais, que abordem o tema da poluição do ar.
- Dividir a classe em subgrupos para discutir a atuação dos órgãos governamentais, da população e do indivíduo sobre os causadores da poluição do ar.

Resultado

Solicitar aos alunos proposta preventiva sobre a poluição do ar por veículos automotores, a médio e longo prazo.

* Atividade elaborada pelo Colégio Oswald de Andrade para 5ª série do ensino fundamental.

MEDIÇÃO DA POEIRA DO AR

Conceitos a serem trabalhados:

- poluição do ar
- material particulado
- microscopia
- matérias primas
- saúde e qualidade de vida

Sugestão de disciplinas: Biologia, Física, Química.

Grau: Ensino médio.

Objetivo

Comparar a quantidade de partículas presentes no ar, em diversos locais.

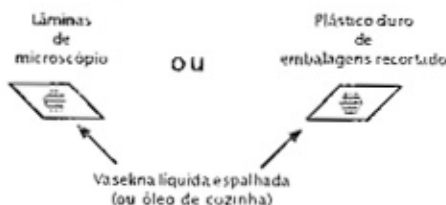
Material necessário

- 5 lâminas de microscópio ou 5 pedaços de plástico transparente, duro, como aqueles que revestem as lâminas de barbear
- vaselina incolor ou óleo de cozinha
- etiquetas



- 1 - Passar uma fina camada de vaselina incolor ou uma gota de óleo de cozinha, espalhada pela lâmina.
- 2 - Expor as lâminas por uma hora, em locais previamente escolhidos (pátio da escola, rua ao lado da escola, área próxima de uma pista movimentada etc.).
- 3 - Ao expor as lâminas, elas captarão a poeira do ar que ficará "fixada" na superfície; cuidar para não expor as lâminas próximo de árvore, muros etc., para não haver interferência nos resultados. Logo, as lâminas devem ser expostas a céu aberto.
- 4 - Etiquetar as lâminas, anotando os locais onde foram expostas.
- 5 - As lâminas, ao serem expostas, devem ficar a uma altura de 1 metro do solo, em todos os locais escolhidos.
- 6 - Com uma lupa, observar cuidadosamente cada lâmina, fazendo o seguinte:
 - determinar uma certa área na superfície da lâmina;
 - contar o número de partículas naquela área;
 - comparar os resultados das lâminas colocadas em áreas diferentes;
 - tentar encontrar as causas das diferenças.

Preparando as lâminas



Expondo as lâminas

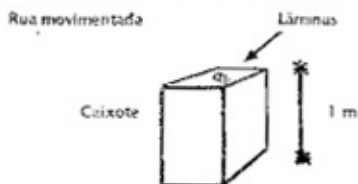


Figura 14 - Preparação e exposição das lâminas

Figura 15 - Adaptação de uma lupa

Caso a escola não tenha lupas, pode-se pegar um clipe ou um pedaço de fio de cobre bem fino, dobrar como mostra a Figura 15, e em seguida, mergulhar na água. Pela tensão superficial, uma gota de água ficará aprisionada e servirá como lente.

Outra alternativa é visitar uma ótica, falar dos seus projetos de estudos ambientais e solicitar uma lente para lupa. As óticas normalmente têm nos seus laboratórios dezenas delas. É só fazer a moldura e agradecer a contribuição da ótica aos jovens cientistas ambientais.

CHUVA ÁCIDA: INTERPRETAÇÃO DE TEXTO*

ATIVIDADE

9

Conceitos a serem trabalhados:

- poluição do ar
- agentes químicos poluidores
- distância
- velocidade dos ventos
- estatística
- saúde e qualidade de vida
- cidadania
- impacto ambiental

Sugestão de disciplinas: História, Geografia, Português, Matemática.

Grau: Ensino fundamental e ensino médio.

Introdução

O termo **chuva ácida** foi empregado pela primeira vez em 1872 por um cientista inglês, R.A. Smith, em sua monografia **O Ar e chuva: O início da Climatologia Química, a Chuva Ácida**. Embora a chuva ácida, formada por substâncias que as chaminés das indústrias e os escapamentos dos automóveis despejam na atmosfera, tenha surgido, provavelmente em meados do século passado, em decorrência da Revolução Industrial, somente há dez anos esse fenômeno começou a inquietar os ecologistas, para se converter, hoje, numa de suas mais obsessivas preocupações. "Trata-se talvez do mais sério problema ecológico do século", suspeita o patologista americano Leon Dochinger do Serviço de Florestas dos Estados Unidos. Significativamente, nada menos do que quatro simpósios internacionais, na Europa, foram dedicados ao tema, desde o final de março.

A precipitação ácida ocorre quando aumenta a concentração de dióxido de enxofre (SO_2) e óxido de nitrogênio (NO , NO_2 , N_2O_5), que produzem ácidos quando em contato com a água da chuva. Estes compostos são liberados na combustão de materiais de origem fóssil, como o petróleo e o carvão. A combustão destes materiais também dá origem a óxidos de carbono (CO e CO_2), pois existe carbono em sua composição, assim como na composição de outros materiais como o álcool comum ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).

As chuvas ácidas transformam a superfície de mármore (CaCO_3) do Parthenon, em Atenas, em gesso (CaSO_4), tornando-a macia e sujeita à erosão.

Fotografias da Cariátides, as ninfas sobre as quais se apóia o templo de Erektion, na Acrópole, mostram que, num período de dez anos (1955 a 1965), a chuva ácida destruiu os narizes das Cariátides e outros detalhes de suas figuras. O mesmo fenômeno é observado no Taj Mahal, na Índia, e no Coliseu, em Roma.

Mas a chuva ácida não atinge apenas monumentos de valor incalculável para a humanidade. Em alguns lugares, como nos países da Escandinávia, ela está matando os peixes dos lagos e rios; em outros, como na Alemanha, vai rapidamente dizimando as florestas. No sinistro mapa da devastação, pelo menos um ponto do território brasileiro já está assinalado - Cubatão, o sufocante pólo industrial da Baixada Santista.

Para medir o grau de acidez, o pH da água, os técnicos usam uma escala que vai de 0 a 14. Quanto mais baixo o número, maior o índice de acidez que avança numa progressão estonteante: o pH 1,0 é dez vezes mais ácido que o pH 2,0; cem vezes mais ácido que o pH 3,0, e assim por diante. A água destilada, quando rigorosamente pura, tem aproximadamente, pH 7,0; a água da chuva, normalmente, tem pH em torno de 5,6. Em diversos pontos do

* Texto baseado no artigo "As Chuvas da Morte", publicado na revista *Isto É*, em 9 de maio de 1984.

mundo, no entanto, tem-se registrado precipitações com índice de acidez próximo de 2,0; como observam os cientistas, é como se nesses lugares chovesse algo ainda mais ácido que o suco de limão, cujo pH é 2,1. A maioria dos peixes morre quando o pH dos rios e lagos atinge 4,5.

O Brasil, que, além de menos industrializado do que a Europa e os Estados Unidos, praticamente não precisa queimar carvão mineral ou óleo combustível para produzir energia - algo muito comum sobretudo na Europa, onde é escassa a energia hidrelétrica - já começa a exibir números assustadores. No centro de Cubatão, a Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental-CETESB, do governo do Estado de São Paulo, detectou, em 1983, índices de pH que iam de 4,7 a 3,7. Os maiores responsáveis por essa anomalia são os derivados de enxofre, que as chaminés das petroquímicas e siderúrgicas não cessam de despejar na carregada atmosfera de Cubatão. O problema não seria tão grave se as indústrias da região passassem a queimar, em suas caldeiras, óleo com 1% de enxofre - o que se usa hoje tem 5%.

A chuva ácida nem sempre cai onde foi gerada. Tangida pelo vento, pode desabar a grandes distâncias das fontes poluidoras. Inicialmente, as enormes chaminés, com as quais se pretende evitar a poluição, contribuem para que isso aconteça, pois lançam a fumaça em correntes altas de vento. A viagem dos poluentes explica, por exemplo, o fato de que as paradisíacas ilhas Bermudas, a 960 km da costa atlântica dos Estados Unidos, ou as montanhas amazônicas do sul da Venezuela, enfrentam hoje chuvas tão ácidas quanto as que tombam sobre os países industrializados.

Alguns guarda-chuvas têm sido abertos contra essa terrível modalidade de poluição. Em março de 1984, reunidos em Madri, representantes de nove países europeus e do Canadá acertaram reduzir em 30%, na próxima década, suas emissões de enxofre. Não será tarefa suave, dado o elevado custo dos equipamentos para combater a chuva ácida. Na França, por exemplo, onde já são obrigatórios, estes dispositivos representam 10% do custo global das usinas termelétricas, onde estão instalados. Para financiá-los, quase sempre é indispensável aumentar as tarifas de energia - um risco político que os governantes relutam em assumir. Alguns casos, porém, comportam soluções mais baratas. Foi algo assim que fez o governo da Grécia, em janeiro passado: a área do centro de Atenas, onde os carros só podem trafegar em dias alternados, foi ampliada de 8 para 67 km², numa tentativa de dissolver a nuvem negra que corrói implacavelmente os dois milênios e meio do Parthenon 1.

Questões para entendimento do texto

Ao responder a estas questões, anote as palavras que você desconhece e procure seu significado no dicionário. É útil organizar as palavras novas em seu próprio caderno.

1. Em que época presume-se que tenha surgido a chuva ácida? A partir de quando ela passou a ser preocupação de cientistas e ecologistas?
2. Em que condições atmosféricas a chuva ácida se forma?
3. Qual a origem dos compostos formadores da chuva ácida?
4. Qual o seu efeito sobre o mármore? E sobre a natureza?
5. Como os técnicos chamam a escala que mede o grau de acidez da água? Qual a variação de valores dentro dessa escala?
6. O problema da chuva ácida existe no Brasil? Qual o maior responsável pelo problema?
7. A chuva ácida cai sempre na região onde se formam os poluentes?
8. Existe possibilidade de reduzir a formação de chuva ácida? Que medidas poderiam ser tomadas para amenizar este problema?

Questões para discussão

A partir da leitura do texto e com base em seus conhecimentos, discuta com a classe e com o professor as questões abaixo:

1. A partir dos efeitos da chuva ácida no meio ambiente, citados no texto, você consegue identificar alguns deles no seu ambiente?
2. O que você entende por poluição? Identifique algum efeito danoso de poluição no lugar onde vive.
3. Qual foi a notícia mais recente sobre poluição que chamou a sua atenção?
4. A expansão industrial parece ser uma tendência irreversível no mundo moderno. Na sua opinião, é possível encontrar solução para os problemas de poluição?

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A COMPREENSÃO DOS EFEITOS DA POLUIÇÃO

ATIVIDADE

10

Conceitos a serem trabalhados:

- interferência do ser humano na natureza
- poluição do ar
- produção de energia
- emissão de gases
- matérias primas
- ação de poluentes sobre os seres vivos
- temperatura
- inversão térmica
- reações químicas
- impacto ambiental
- saúde e qualidade de vida

Sugestão de disciplinas: Biologia, Física, Química, Matemática, Português, História, Geografia.

Grau: Ensino médio

A interferência do ser humano na natureza

A proposta pedagógica que transcrevemos aqui foi elaborada pela CENP dentro do Projeto **TV Escola - ensino à distância**, em 1994, para a área de Biologia, com o nome de Programa 167 - A interferência do ser humano na natureza.

Embora o tema estudado não seja diretamente ligado à poluição por veículo e, sim sobre chuva ácida, entendemos ser de muito interesse para os educadores, como metodologia que pode servir de orientação na abordagem de qualquer outro tema ambiental.

A visão predominante sobre a relação entre ser humano e natureza, herdada do século XVII, considera a natureza como algo a ser dominado e colocado a serviço do ser humano.

Nos séculos XVIII e XIX, o avanço crescente da industrialização, referendado por esta visão, culminou, no século XX, com os desequilíbrios ambientais que agora enfrentamos.

Foi mais intensamente na década de 60 que se começou a perceber as contradições dessa visão que colocava a natureza à livre disposição das necessidades da humanidade.

Atualmente verifica-se que esse tipo de relação com a natureza levou a uma incrível ação desequilibradora, que está pondo em risco a própria sobrevivência do planeta.

Estas ações desequilibradoras, provocadas por nossa interferência na dinâmica da vida da Terra, expandiram-se para além dos países intensamente industrializados.

Há fenômenos como os da chuva ácida, efeito estufa e destruição da camada de ozônio, cujos efeitos se fazem sentir em nível mundial.

Como o professor de Biologia pode discutir esses temas com seus alunos?

É importante que o aluno perceba que esses fenômenos, cujos efeitos se manifestam em todo o globo terrestre, estão relacionados a desequilíbrios ambientais que podem estar ocorrendo em seu bairro e/ou cidade.

Tomemos como exemplo a chuva ácida. Para discutir esse tema é interessante que o professor verifique quais os conhecimentos prévios que os alunos têm sobre essa questão e quais as dúvidas que apresentam.

É preciso também avaliar os conhecimentos que trazem sobre a representação das reações químicas, conceitos de acidez e alcalinidade e pH, para verificar até que ponto se pode aprofundar a discussão.

É interessante lembrá-los que, para medir o pH das soluções, os técnicos usam uma

escala que vai de 0 a 14. Quanto mais baixo o número, maior o índice de acidez. O Quadro que se segue, adaptado da revista Globo Ciência, dez 92, pág. 54 nos dá alguns exemplos desses índices:

Quadro 8 - Tabela do Ph de algumas substâncias

14	▲	Soda Cáustica	Alcalino
13	▲		
12	▲	Amônia	
11	▲		
10	▲	Leite de magnésia	
9	▲	Bicarbonato de sódio	▲
8	▲	Água do mar	
7	■	Sangue humano	Neutro
6	▼	Água destilada	
5	▼	Suco de tomate	
4	▼		▼
3	▼	Vinagre	Ácido
2	▼	Suco de limão	
1	▼	Água de bateria	

A água da chuva, normalmente, tem pH em torno de 5,6.

Em algumas regiões, no entanto, este pH tem mostrado valores próximos a 2,0. Se verificarmos a tabela de pH, veremos que esses índices são próximos aos do suco de limão e do vinagre.

No Brasil, que não é tão industrializado como a Europa, os Estados Unidos e o Japão, já se verificou em regiões mais industrializadas, segundo a CETESB - Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental - SP, índices de chuva ácida com pH entre 4,7 e 3,7.

Mas, quais são os elementos responsáveis por esse fenômeno?

O aumento da queima de combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão, são responsáveis por uma maior concentração de dióxido de enxofre (SO_2) e óxidos de nitrogênio (NO , NO_2 , N_2O_3) na atmosfera. Esses gases, quando entram em contato com a água da chuva, produzem ácidos.

É bom lembrar que há fontes naturais que produzem esses gases, como por exemplo os provenientes da decomposição dos vegetais. Quem já passou ao lado do rio Pinheiros ou do rio Tietê, em São Paulo, onde sobrevivem apenas bactérias anaeróbicas, já teve a oportunidade de sentir o cheiro de ovo podre, típico de emissões de gases derivados do enxofre e que são produzidos por esses microrganismos.

Mas será que não há outras fontes responsáveis pela produção desses gases?

As indústrias, os veículos automotores, termoeletricas, aquecedores a carvão de residências (comuns em países de inverno rigoroso) são as principais fontes desses gases: portanto a chuva ácida está também relacionada às ações humanas.

Em Santa Catarina, na região carbonífera, há depósitos a céu aberto de rejeitos da mineração, especialmente a pirita (sulfeto de ferro - FeS_2) que, em contato com o oxigênio, geram SO_2 . Esses depósitos chegam a ocupar uma área de 40 mil ha.

Os alunos podem fazer pesquisas para descobrir em seu bairro e/ou cidade quais são as fontes produtoras de SO_2 e óxidos de nitrogênio.

É interessante verificar:

- se há muitos carros e um trânsito intenso na região;
- se as indústrias locais usam carvão ou derivados de petróleo para produção de energia e se há algum controle sobre a emissão dos gases produzidos;
- se os índices de poluição por SO_2 , fornecidos pela CETESB sobre a região, estão dentro da faixa considerada normal (sabe-se que em São Paulo e no Rio de Janeiro são registradas médias superiores às permitidas pela Organização Mundial de Saúde - OMS).

O experimento adaptado da publicação **Subsídios para a Implementação da Proposta Curricular de Biologia para 2o. grau. vol. 1. Ecologia**, 1979, pode ser realizado para:

- a) verificar a ação do SO_2 sobre os líquens;
- b) avaliar o grau de poluição do ar pelo SO_2 , usando os líquens como indicadores;
- c) comparar o grau de poluição do ar pelo SO_2 , em zonas industriais, urbanas e rurais.

Nesta experiência, como é eliminado um gás tóxico (SO_2) é preciso tomar bastante cuidado, deixando a preparação fora da sala de aula ou realizá-la apenas como demonstração para a classe.

É importante rever com os alunos o que são líquens, onde vivem, e pedir-lhes que os colem e observem, inclusive quanto à coloração que apresentam.

Experimento

Coloque 30ml de água em duas placas de Petri (sem a tampa). Adicione a uma delas 6 colherinhas de metabissulfito de potássio (pode ser adquirido em lojas de material fotográfico, é usado para revelar fotos).

Obs.: Os fixadores para fotografias que trazem impresso na embalagem "Fixador consumo universal" ou "Fixador ácido universal" são os que contém metabissulfito. São constituídos por duas porções - a menor é a que contém metabissulfito.

A preparação A deverá conter: placa com água e um pedaço de tronco ou casca de árvore com líquen; a B uma placa de Petri com água e bissulfito e um líquen do tronco. Coloque as preparações em dois sacos plásticos e feche-os hermeticamente com elástico para não entrar ar. Um terceiro pedaço de galho, contendo líquen, ficará fora dos plásticos e servirá como controle.

Durante uma semana serão feitas observações diárias nos três materiais. O primeiro ambiente (A) ficará saturado de vapor d'água. No segundo ambiente (B), o metabissulfito reagirá com a água formando SO_2 .

Os alunos deverão observar as diferenças de coloração que poderão surgir nos líquens.

O líquen que entrou em contato com o SO_2 deverá ficar amarelado nos bordos e escurecer em alguns pontos; o outro se manterá verde. Pode-se pedir aos alunos que formulem hipóteses para explicar a mudança de cor.

Os líquens são muito sensíveis ao SO_2 , por não terem tecidos protetores. O SO_2 , no interior das células, combina-se com a água (H_2O) formando H_2SO_3 (ácido sulfuroso). As clorofilas a e b são destruídas. A respiração é ligeiramente estimulada e a fotossíntese reprimida, conduzindo à morte da célula e à coloração característica (escura). Os líquens, que vivem nos troncos das árvores, podem ser usados como indicadores da poluição por SO_2 , como se pode verificar pela tabela a seguir:

Quadro 9 - Concentração de SO_2

CONCENTRAÇÃO DE SO_2 (G/m^3)	OBSERVAÇÕES
170 ou mais	Nenhum líquen. Pode haver pequenas algas verdes revestindo o tronco.
70	Líquens que lembram crostas ou folhas, encontrados apenas na base do tronco.
60	À medida que a poluição diminui, esses mesmos líquens revestem troncos e ramos.
50	Diversos tipos de líquens foliáceos, revestindo tronco e ramos.
30	À medida que a poluição diminui, aparecem líquens ramosos.
abaixo de 30	Diversos tipos de líquens ramosos

A partir destes dados os alunos poderão observar os troncos das árvores e constatar o grau de poluição por SO_2 .

Nas cidades muito poluídas por esses gases, principalmente no inverno, quando se verifica o fenômeno da inversão térmica, pode ocorrer um aumento do número de casos de bronquite, asma, rinite e a manifestação de doenças cardiovasculares.

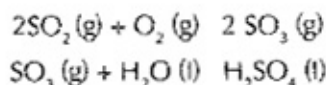
É interessante que se façam levantamentos junto aos Postos de Saúde para verificar se este fato está ocorrendo na região estudada.

Mas qual a relação entre o aumento na concentração de SO_2 e a chuva ácida?

Para se entender como ocorre o fenômeno da formação da chuva ácida é interessante consultar o livro: *Interações e Transformações, Química para o 2º Grau*. GEPEQ. São Paulo: EDUSP, 1993, que sugere o experimento, a seguir, adaptado para este fascículo.

É bom lembrar que o SO_2 , presente na atmosfera, tem origem na indústria, nos veículos e na oxidação de gases, tais como o gás sulfídrico (H_2S) e dimetilsulfeto, liberados em grande parte na decomposição dos vegetais.

O processo que ocorre é o seguinte: o SO_2 em contato com o oxigênio atmosférico produz SO_3 , que reage com a água formando H_2SO_4 (ácido sulfúrico):



As partículas de H_2SO_4 tendem a atrair moléculas de água, formando gotículas de ácido sulfúrico concentrado.

Material necessário

- 1 frasco de boca larga com tampa (tipo frasco de maionese)
- 1 proveta de 50 ml
- 1 conta-gotas
- 1 vidro de relógio
- 1 espátula
- tiras de papel de tornassol azul
- 2 pedaços de fio de cobre de 20 cm cada um
- 1 caixa de fósforos ou isqueiro (melhor isqueiro)
- 1 flor vermelha (de tonalidade bem viva)
- enxofre em pó (S_8)
- água (H_2O)

Procedimento

Inicialmente, vamos verificar se o enxofre em pó interage com água ou com vegetais e modifica a cor do papel de tornassol.

Verifica-se assim:

- se o pó de enxofre polvilhado sobre uma pétala de flor vermelha, após 2 minutos, provoca alguma modificação na pétala;
- se o papel de tornassol azul sofre alguma alteração em contato com o pó de enxofre;
- se a água modifica a cor de papel de tornassol azul;
- se a mistura, água mais enxofre em pó, tem alguma ação sobre o papel de tornassol azul.

O papel de tornassol é um indicador natural para ácido/base, extraído de certos líquens. É purificado e dissolvido em água, adquirindo a coloração violácea. Essa solução torna-se azul em presença de bases e vermelha quando entra em contato com ácidos.

Podem-se seguir montar o experimento, a partir do qual o aluno poderá compreender como se forma a chuva ácida.

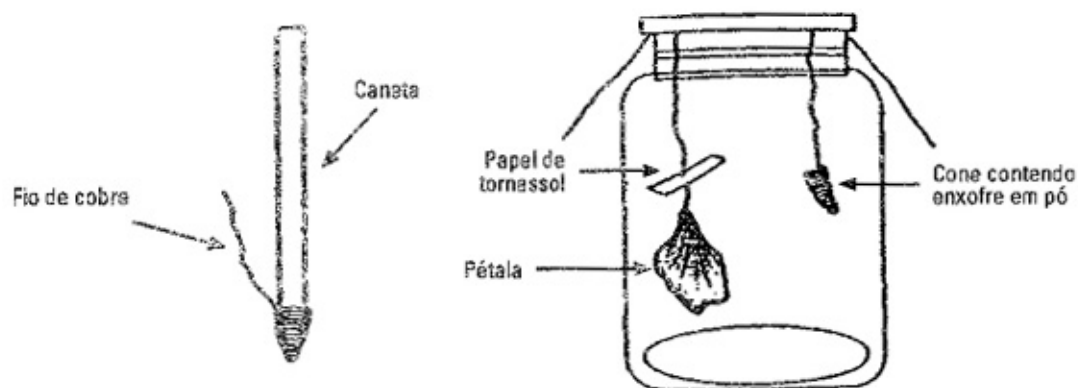


Figura 16 - Utensílios para um experimento com pó de enxofre

Fonte: GEPEQ. Interações e transformações. Química para o 2o. grau. Livro de aluno. Guia do Professor. S.Paulo: EDUSP, 1993.

Dentro do frasco há dois fios de cobre. Em um deles (mais longo) prende-se a tira de papel de tornassol e a pétala de flor. O outro contém um cone de 1 cm de altura (para ser construído enrolando-se o fio de cobre na ponta de uma caneta esferográfica). A seguir, deve ser preso no frasco através de uma alça. Encha o cone com o enxofre em pó. Acenda o isqueiro e inicie a queima de enxofre do cone, colocando-o rapidamente dentro do frasco. Tampe hermeticamente para que o SO_2 produzido na combustão não escape. Aguarde 10 min.

Retire a flor e o cone. Adicione imediatamente cerca de 30 ml de água, tampe e agite o frasco. Retire uma amostra do líquido com um conta-gotas e pingue 2 gotas no papel de tornassol azul.

Compare os resultados dos 2 experimentos. É possível verificar, após as discussões com os alunos, que o SO_2 produzido, em contato com a água, forma um ácido que altera a cor do papel de tornassol. O enxofre em pó, misturado com água, não reage e não altera a cor do papel de tornassol.

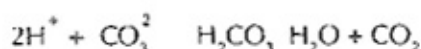
Verifica-se, assim, a importância da interação do SO_2 com a água, processo que, na natureza, resulta na formação da chuva ácida. Além do SO_2 , os óxidos de nitrogênio (NO , NO_2 e N_2O_3) também são responsáveis por esse fenômeno, porque participam de uma série de reações que produzem ácido nítrico.

Mas, afinal, porque a chuva ácida causa tantos problemas no ambiente?

Sugere-se, a seguir, um experimento que poderá fornecer algumas indicações dos efeitos provocados pelos ácidos sobre determinadas superfícies.

É do conhecimento dos alunos que a casca do ovo e o mármore possuem carbonato de cálcio (CaCO_3). Se triturar a casca de um ovo e colocá-la em contato com vinagre (ácido acético), o que acontecerá?

No dia seguinte será possível verificar que, além do desprendimento de bolhas, houve corrosão do material, de acordo com a seguinte equação química:



O gás que se desprende é o dióxido de carbono (CO_2). No lugar do vinagre pode-se usar ácido clorídrico diluído. É possível verificar o efeito desses ácidos sobre um pedaço de mármore.

Monumentos de mármore, como o Parthenon, na Grécia ou as esculturas em pedrasabão do Aleijadinho têm sofrido um desgaste em função da chuva ácida.

Já vimos que o SO_2 em contato com a água forma ácido sulfúrico. De que maneira esse ácido age sobre a superfície dessas estátuas e monumentos?

Pode-se pedir aos alunos que expliquem como deve ocorrer a reação química entre o ácido sulfúrico e o carbonato de cálcio ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$).

O CaSO_4 (sulfato de cálcio) constitui uma espécie de gesso, solúvel em água, que é arrastado pela chuva, destruindo a face e outros detalhes das esculturas. Estruturas metálicas, canalização e equipamentos elétricos também são atacados pela acidez.

Através de pesquisas bibliográficas, os alunos podem investigar outros efeitos provocados pela chuva ácida.

Nos lagos, por exemplo, devido ao aumento de acidez das águas, há destruição da vegetação e, em conseqüência, morte dos peixes.

Nas florestas, mesmo as que estão afastadas dos centros urbanos, além de prejudicar a copa das árvores, a acidez pode se tornar muito grande e alterar o pH do solo, diminuindo a produção de húmus. Muitos nutrientes das plantas (por exemplo, Ca e Mg) são carregados para rios e lagos, empobrecendo o solo.

Metais tóxicos, como o alumínio, por exemplo, são solubilizados ($\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$) e passam a envenenar as plantas.

Os efeitos provocados pela chuva ácida são bastante problemáticos porque têm causas múltiplas, como já vimos. Além disso, os poluentes gasosos responsáveis pela formação da chuva ácida são levados pelos ventos e ultrapassam as fronteiras dos países, podendo provocar problemas ambientais a centenas de quilômetros da fonte poluidora.

Em 1984, nove países europeus e o Canadá estipularam um acordo para reduzir em 30%, na próxima década, suas emissões de enxofre. Em Atenas, na Grécia, restringiu-se o trânsito de veículos no centro da cidade.

No Brasil, as medidas adotadas têm sido muito restritas. Algumas indústrias contentam-se em elevar a altura das chaminés para se livrarem dos gases.

No inverno, em São Paulo, distribui-se combustível menos poluente para as indústrias. Infelizmente, o carvão e o petróleo brasileiros produzem um teor alto de SO_2 ao queimarem.

Espera-se com esta atividade que os alunos compreendam como a interferência do ser humano na natureza pode ser bastante grave.

É muito interessante que se peça aos alunos que proponham medidas que, se adotadas em sua cidade, contribuiriam para a diminuição da chuva ácida. O importante é que eles percebam que problemas que afetam o globo todo podem ter origem em desequilíbrios ambientais provocados na própria região onde vivem. Portanto, enquanto cidadãos, precisam não só entender como esse processo se dá, mas também exigir soluções para o problema.

O tema abordado, como envolve vários aspectos, permite que se faça um trabalho conjunto com os professores de Química, Geografia e História. Indicamos também dois filmes, do Projeto Vídeo-Escola da Fundação Roberto Marinho, que poderiam complementar essas discussões:

.05.004.1 (O4) Os mineiros de carvão - 14 min.

.08.003.9 (O5) Poluição - 10 min

3

Ações comunitárias para reduzir a poluição do ar

Além da utilização das atividades apresentadas no capítulo anterior, existem iniciativas que podem ser desenvolvidas, com o apoio da direção da Escola e coordenação dos professores, fora da sala de aula, até mesmo fora da escola e do horário de aula. São programas extraclasse, que dão oportunidade aos alunos e professores de desenvolverem o sentido de cidadania, integrando nessa ação os pais e moradores do bairro. É uma ação pedagógica que amplia os limites da Escola.

Transporte Solidário nas Escolas

Existem muitas maneiras de se combater a poluição do ar e reduzir o trânsito. O transporte solidário é uma delas e pode vir a ser uma forma econômica de se exercer a cidadania, motivando a socialização.

Individualmente, o transporte solidário traz inúmeras vantagens. A começar pela economia na divisão das despesas, passando pela oportunidade das pessoas se conhecerem melhor e chegando ao objeto final que é a conscientização individual para a melhoria na qualidade do ar e mudança de hábitos, com a conseqüente redução do tempo gasto no trânsito.

Para as mães, de modo especial, significa uma alternativa segura e confortável, uma vez que a criança é transportada pelos pais dos seus colegas.

Contudo, é coletivamente que o gesto faz a diferença. Se cada quatro motoristas se organizarem para utilizar um só automóvel, estarão contribuindo para uma redução de 75% no número de carros em circulação. Na Escola, os funcionários e professores estarão dando o exemplo ao aderir, o que será um valioso incentivo para os alunos. Trata-se, enfim, de cada um fazer a sua parte para ajudar na redução de 1 milhão e 800 mil toneladas de monóxido de carbono que são jogadas diariamente no ar das cidades da Grande São Paulo.

A identificação dos "caroneiros" pode ser conseguida simplesmente com uma reunião. Às vezes é até possível que a escola já possua um cadastro de endereços dos alunos que poderá ser utilizado para sugerir grupos de carona.

Dá um pouco de trabalho, mas vale experimentar e difundir a idéia. Quanto mais pessoas estiverem deixando seus veículos em casa, racionalizando seu uso, melhor será a qualidade de vida em nossas cidades.

Pesquisa-ação: A opinião de pais e mães sobre Transporte Solidário

Para avaliar a disposição de quem transporta as crianças para a escola em automóvel particular, no que diz respeito a participar de um esquema de carona, a CEAM elaborou um questionário padrão com o objetivo de colher a opinião dos pais, ou pessoa responsável por esse transporte.

A pesquisa a ser aplicada pelos alunos do ensino médio vai levantar, ainda, quais as motivações e impedimentos para que os responsáveis participem de um esquema de carona.

Pede-se às Escolas que optarem pela realização desta pesquisa, que informem os resultados à CEAM para a montagem de um quadro de avaliação.

Questionário

1. Pessoa entrevistada (deverá ser a pessoa responsável pelo transporte do aluno)

pai mãe outros

2. Idade do entrevistador anos

3. Quanto tempo você gasta por dia para levar e buscar seu filho na escola? horas

4. Você já participou de algum esquema de carona? sim não

5. Se sim, por que não continuou?

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> mudanças de residência | <input type="checkbox"/> problemas de horário |
| <input type="checkbox"/> mudanças de escola dos filhos | <input type="checkbox"/> outras atividades dos filhos, como aula de dança, natação, línguas etc. |
| <input type="checkbox"/> problemas com os demais participantes do esquema de carona | <input type="checkbox"/> outros motivos: _____ |

6. Se não, por que nunca participou? _____

7. Hoje você participaria de um esquema de carona? sim não

8. Se sim, você participaria de um esquema de carona porque acha que:

- 8.1 - É uma forma de economizar combustível? sim não
- 8.2 - É uma forma de diminuir o desgaste do carro? sim não
- 8.3 - Pode diminuir o desgaste físico e emocional do motorista? sim não
- 8.4 - Ajuda a melhorar o trânsito? sim não
- 8.5 - Ajuda a diminuir a poluição sim não
- 8.6 - Ajuda a criar amizade entre quem mora perto e estuda no mesmo colégio? sim não
- 8.7 - Outros motivos _____

9 - Se não, você não participaria de um esquema de carona porque acha que:

- 9.1 - Pode atrapalhar sua rotina? sim não
- 9.2 - Pode fazer você gastar mais tempo no trânsito para levar outras crianças em casa? sim não
- 9.3 - Seus filhos têm outros cursos além da escola e isso impede que você transporte outras crianças? sim não
- 9.4 - Você ficaria preocupado com a segurança do seu filho? sim não
- 9.5 - Você ficaria preocupado por levar outras crianças no seu carro? sim não
- 9.6 - Você acha que a carona é mais usada por pessoas de baixo poder aquisitivo? sim não

Pesquisa de veículo poluidor: caça à fumaça preta

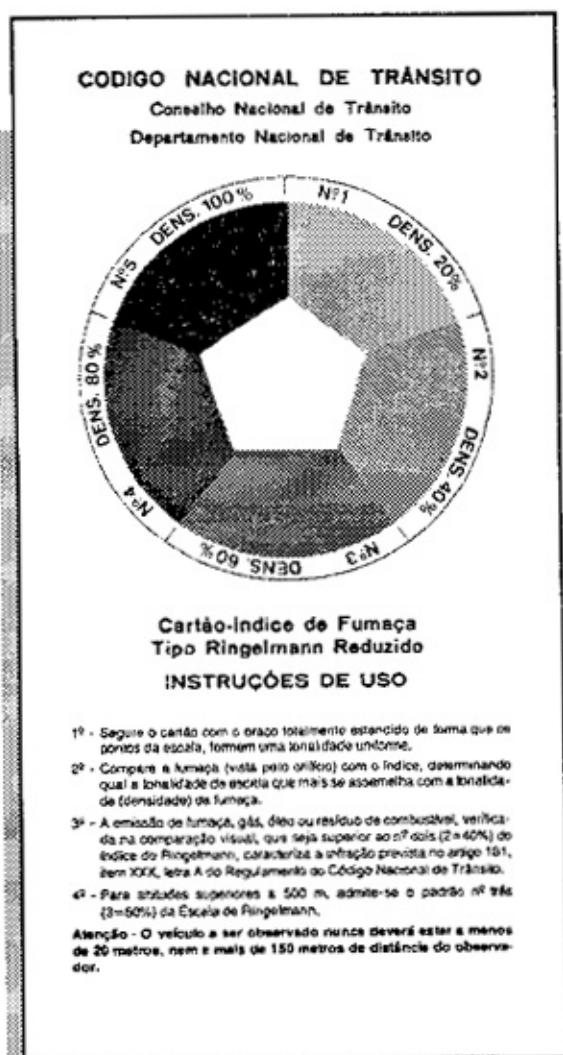
Esta atividade destina-se aos alunos de escolas situadas próximo às garagens de empresas de ônibus e grandes avenidas.

O objetivo é observar a emissão de poluentes (fumaça preta) que sai pelo escapamento desses ônibus. Na Figura 18 está reproduzida uma escala de tonalidades que permite identificar o nível de densidade de fumaça emitida.

Os alunos anotarão o que observaram num bloquinho fornecido pela SMA-CETESB e colocarão numa caixa de denúncias, também fornecida pela SMA-CETESB.

A escola poderá organizar um sistema interno de recebimento e divulgação dessas denúncias através de cartazes.

Após essa etapa, as denúncias deverão ser enviadas à CEAM-Divisão de Ensino Escolar, que irá encaminhar à CETESB, para as devidas providências.



Frente



Verso

Figura 18 - Cartão-índice de fumaça tipo Ringelmann reduzido.

CONCURSO “Uma solução para o ar de São Paulo”

O objetivo deste Concurso é selecionar as melhores propostas para combater o problema da poluição do ar por veículos automotores, na cidade de São Paulo, elaboradas por alunos do ensino fundamental e médio.

A escolha dos melhores trabalhos será norteadada por dois critérios: efetividade e originalidade da idéia. A idéia apresentada deverá ser criativa e ao mesmo tempo viável, funcional, concreta.

Pode ser desenvolvida na área das ciências humanas ou exatas e sua apresentação para julgamento pode dar-se na forma de uma experiência científica, um vídeo, uma matéria de jornal, um projeto ou fita de áudio, ou programa de rádio.

Os professores solicitados para orientar os alunos interessados poderão informar os participantes sobre transporte, poluição, saúde e cidadania, e com técnicas diversas, como pesquisa científica e sociológica, estudo do meio, memória viva, estudo de caso, experiências em laboratório e outros.

CONCURSO “Uma solução para o ar de São Paulo”

O objetivo deste Concurso é selecionar as melhores propostas para combater o problema da poluição do ar por veículos automotores, na cidade de São Paulo, elaboradas por alunos do 1º e 2º graus.

A escolha dos melhores trabalhos será norteadada por dois critérios: efetividade e originalidade da idéia. A idéia apresentada deverá ser criativa e ao mesmo tempo viável, funcional, concreta.

Pode ser desenvolvida na área das ciências humanas ou exatas e sua apresentação para julgamento pode dar-se na forma de uma experiência científica, um vídeo, uma matéria de jornal, um projeto ou fita de áudio, ou programa de rádio.

Os professores solicitados para orientar os alunos interessados poderão informar os participantes sobre transporte, poluição, saúde e cidadania, e com técnicas diversas, como pesquisa científica e sociológica, estudo do meio, memória viva, estudo de caso, experiências em laboratório e outros.

Os interessados em participar deste concurso deverão entrar em contato com a CEAM.

Referências Bibliográficas e Iconográficas

- BRIGHT, M. Poluição do Tráfego.** LACIORNIK, Celso Mauro (trad.). São Paulo, Melhoramentos, 1993. (Coleção SOS Planeta Terra).
- CENP - Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas.** Secretaria de Estado da Educação São Paulo. 2º Grau: Energia Nuclear. (Série Prática Pedagógica Biologia e Química).
- ___ Geografia. (Série Argumento).
 - ___ Biologia - 2º Grau: Cólera. (Série Prática Pedagógica).
 - ___ Ciências - 1º. Grau - O ambiente em transformação. (Série Prática Pedagógica).
 - ___ Ciências - Ciclo Básico - 1º Grau - O ambiente em transformação. (Série Prática Pedagógica).
 - ___ Geografia - 1º Grau. (Série Prática Pedagógica).
 - ___ Química - 2º Grau: Água (Série Prática Pedagógica).
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.** O ar que respiramos, São Paulo, 1992, 23p.
- ___ A participação dos veículos automotores na poluição atmosférica, São Paulo, 1985.
 - ___ Poluição, São Paulo, 8p. (s/d)
 - ___ Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo, São Paulo, 1991, 26p.
- COELHO, Marcos de Amorim - Geografia Geral: O espaço natural e sócio-Econômico.** São Paulo. Editora Moderna. 1992.
- DIAS, Genebaldo Freire.** Educação Ambiental Princípios e Práticas. São Paulo, 4ª ed. Ed. Gaia. 1992.
- ___ Atividades Interdisciplinares de Educação Ambiental. São Paulo, Global/Gaia. 1994.
- FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, Padrões de Qualidade do Ar,** Porto Alegre - RS, 1994, 5p. (Série Educação Ambiental).
- GUERRA, Denise Hermínia C.,** Influência da poluição atmosférica sobre o sistema cárdio respiratório dos seres humanos, 10p. (apostila), (s/d).
- GEPEQ - Grupos de Pesquisa em Educação Química - Instituto de Química - USP.** Interações e Transformações no Meio Ambiente - Química para o 2º Grau. São Paulo, 1993.
- KRASILCHIK, Myriam - Educação Ambiental.** Ciência e Ambiente nº 8. Jan/Jun 1994.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE.** Qualidade do Ar. Belo Horizonte, MG, s/d, 44p. (Caderno de Meio Ambiente 6)
- MAGNOLI, Demétrio e ARAÚJO, Regina.** A nova geografia: Estudos de geografia geral. São Paulo, Moderna, 1991.
- PNUMA - Programa Internacional de Educacion Ambiental.** OREAL-Oficina Regional de Educacion para America Latina y el Caribe - "Módulo educacional sobre problemas ambientales en las ciudades". Unesco. out/1988. (Série Educacion Ambiental 4)
- Publicato dall Ufficio Federale dell' ambiente, della Floresta e del paesaggio, "Aria Pura Vita Sana", Berna. s/d.
- SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO - São Paulo - Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas - Subsídios para a Implementação da Proposta Curricular de Química para o 2ºGrau,** São Paulo, 1979.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE - Guia de Informações Ambientais,** São Paulo, 1989 (Obra de referência).
- ___ A verdade sobre a poluição do ar em São Paulo. São Paulo, 1988.
- SILVA, Eduardo Roberto da, SIVAL, Ruth Rumiko Hashimoto da.** Álcool e Gasolina - Combustíveis do Brasil. São Paulo, Scipione, 1989. (Coleção O Universo da Ciência). (s/d)
- SILVA JR, César e SASSON, Sezar - Biologia.** São Paulo, Saraiva (s/d)(César e Sezar 3).

Vídeos

CENP – Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *A energia no mundo em crise*. SEE 1992 (Projeto Ipê 91)

- ___ *A industrialização e a organização no espaço brasileiro – I* – Programa nº 39 – Projeto TV Escola
- ___ *A industrialização e a organização no espaço brasileiro – II* – Programa nº 58 – Projeto TV Escola
- ___ *A Interferência do Homem nos fluxos de energia e matéria que ocorrem na biosfera* – Programa nº 167 – Projeto TV Escola
- ___ *A Geopolítica e o Meio Ambiente* – Programa nº 142 – Projeto TV Escola
- ___ *Ciências* – Projeto Ipê - 91
- ___ *Fluxo de energia na natureza* – Programa nº 146 – Projeto TV Escola
- ___ *Meio Ambiente*. SEE 1993. (Projeto Ipê 92)
- 1. ___ *Poluição (Ed. para a Saúde)* – Programa nº 134 – Projeto TV Escola
- 2. ___ *Poluição da água* – Programa nº 83 – Projeto TV Escola
- 3. ___ *Quem quiser que conte outra – Explorando os recursos do ambiente* – 3.1.5. – Projeto ipê

CETESB, *Defenda o ar que você respira **. São Paulo, SMA, 1998.(s/d)

....., *Qualidade do Ar na Região Metropolitana*, São Paulo, SMS, 1992

FDE – Fundação para o Desenvolvimento Educacional, *Ar **. São Paulo. (s/d)

GLOBO - *Dia Mundial do Meio Ambiente **

___ *Globo Ecologia 92 **

WWF/PANNONIA FILMS, *SOS Pollution **, Hungria, 1985

___ *S/mog **, Hungria, 1987 (s/d)

.....
**Estes vídeos estão à disposição na Videoteca VideAmbiente - CEAM.*

Endereço: Av. Miguel Stefano, nº 3900 – Cep. 04301/903 – SP/SP

Tel/Fax : (0xx11) 5071-0029/5584-5294

E-mail : ceamsma@sti.com.br

Site: www.ambiente.sp.gov.br

Agradecemos de modo especial às seguintes pessoas e entidades educacionais que colaboraram para a realização desta publicação:

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Pro^{fa} Myriam Krasilchik

Vice-reitora da Universidade de São Paulo

Pro^{fa} Maria Eunice Ribeiro Marcondes

Instituto de Química

Pro^{fa} Sueli Angelo Furlan

Depto. de Geografia

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

Pro^{fa} Marlene Gardel

Coordenadoria de Normas Pedagógicas

COLÉGIO DANTE ALIGHIERI

Pro^{fa} Elizabeth Faro de Faria

Pro^{fa} Antheia Sasson

Pro^{fa} Maria de Lourdes Yazaki

Prof. Renan de Abreu

COLÉGIO BANDEIRANTES

Prof. Ivo Friendebach

Pro^{fa} Clarice M. Murakami Kelbert

Pro^{fa} Dóli de Castro Ferreira

Pro^{fa} Sílvia de Lima Ghitti Oliveira

COLÉGIO BRASÍLIA

Pro^{fa} Aparecida Fonseca

COLÉGIO OSWALD DE ANDRADE

Prof. Ricardo Costa Mesquita

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO – *Mario Covas*
SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – *Ricardo Tripoli*
COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL – *Zuleica Maria Lisboa Perez*

Coordenação Técnica da Publicação
Irene Rosa Sabiá

Pesquisa
Claudia A.M. Lanfranchi
Ligia Levy
Marise de Castro
Rute R. Kaczinski

Colaboração
Claudio Darwin Alonso
Maria de Lourdes Simões
Rose Marie Genevois

Texto
Irene Rosa Sabiá
Ligia Levy
Maria Julieta A.C. Penteado

Redação final e preparação do texto
Maria Julieta A.C. Penteado

Digitação
Sonally R.P.C. Pelizon

Projeto Gráfico
Roberto Poletto
DTRM – Setor de Multimídia da CETESB

Editoração Eletrônica e Diagramação
José Aparecido da Silva
DTRM – Setor de Multimídia da CETESB

Fotolição e impressão
Setor de Gráfica da CETESB

Observação: O presente texto pode ser reproduzido, desde que colocados os selos SMA/Governo do Estado de São Paulo e atribuído o crédito de autoria à Coordenadoria de Educação Ambiental.



SECRETARIA DE
ESTADO DO
MEIO AMBIENTE



CETESB



GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO