

**GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO  
DE FUNÇÕES QUÍMICAS INORGÂNICAS  
ÁCIDOS E ÓXIDOS POR MEIO DA  
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA  
NUM ENFOQUE CIÊNCIA,  
TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)**



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

# **GUIA DIDÁTICO**

**Guia didático para o Ensino de Funções Químicas Inorgânicas ácidos e óxidos por meio da experimentação investigativa num enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)**

**Autores:**

**Moisés Marques Prsybyciem**

**Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira**

**Elenise Sauer**

**PONTA GROSSA**

**2015**

## **LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1 – Inter-relações dos sete passos para uma experimentação investigativa...15**

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Tipos de atividades experimentais .....	11
Quadro2 – Objetivos pedagógicos da experimentação investigativa .....	16
Quadro 3– Etapas para realização do júri simulado.....	24

# SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>07</b>
1.1 QUAL É O OBJETIVO DESTE GUIA DIDÁTICO? .....	08
<b>2 - BUSCANDO SUBSÍDIO PARA DISCUTIR O TEMA</b> .....	<b>08</b>
2.1 ENSINO DE QUÍMICA PARA FORMAÇÃO DA CIDADANIA .....	08
2.2 O QUE É CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS) .....	09
2.3 QUAIS OS OBJETIVOS DA EDUCAÇÃO CTS? .....	10
2.4 O QUE É EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA? .....	10
2.5 O QUE É EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NUM ENFOQUE CTS PARA O ENSINO DE QUÍMICA? .....	11
2.6 QUAIS OS OBJETIVOS DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA? .....	15
2.7 O QUE É EDUCAÇÃO AMBIENTAL?.....	17
<b>3 – DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES EM MOMENTOS</b> .....	<b>18</b>
3.1 MOMENTO PEDAGÓGICO 1 .....	18
3.2 MOMENTO PEDAGÓGICO 2.....	19
3.3 MOMENTO PEDAGÓGICO 3.....	19
3.4 MOMENTO PEDAGÓGICO 4.....	21
3.5 MOMENTO PEDAGÓGICO 5.....	22
3.6 MOMENTO PEDAGÓGICO 6.....	24
3.7 MOMENTO PEDAGÓGICO 7 .....	25
3.8 MOMENTO PEDAGÓGICO 8.....	26
<b>4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>27</b>
<b>5 - REFERÊNCIAS</b> .....	<b>28</b>
<b>6 - APÊNDICE</b> .....	<b>31</b>
<b>7 - ANEXO</b> .....	<b>34</b>

# I INTRODUÇÃO

## I.1 QUAL É O OBJETIVO DESTA GUIA DIDÁTICO?

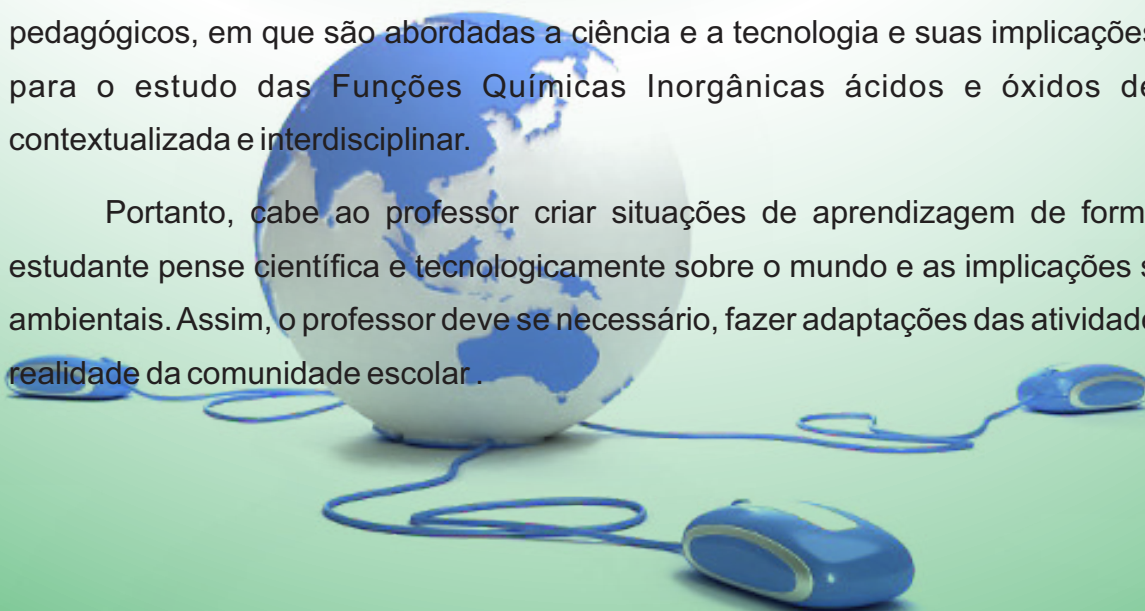
Este guia didático é um material auxiliar para nortear o trabalho do professor no desenvolvimento de suas aulas. Assim, tem como objetivo apresentar os caminhos para realização de uma atividade experimental investigativa num enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade. Essa proposta é resultado de um trabalho de conclusão do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia, desenvolvido pelo professor Moisés Marques Prsybyciem, com orientação da professora Dr<sup>a</sup>. Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira e coorientação da professora Dr<sup>a</sup>. Elenise Sauer, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Ponta Grossa, com o título: “A Experimentação Investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções Químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental”.

Nesse contexto, esse material é destinado para professores de Química do ensino médio. No entanto, pode ser adaptado para os diversos níveis de ensino (fundamental e superior), bem como para todo o ensino de ciências (Química, Biologia e Física).

Essa atividade foi pensada e organizada a partir do trabalho realizado com 25 alunos do 1º e 2º anos do Ensino Médio de um colégio público do Estado do Paraná, em forma de um projeto em contra turno, na disciplina de Química, visando abordar os conceitos de Química por meio de um tema sociocientífico como estruturador dos conteúdos de Química num enfoque CTS. Além disso, este guia didático possibilita a troca de experiência e vivência na escola a partir da participação ativa do estudante durante todo o processo de ensino e aprendizagem.

As atividades desenvolvidas apresentam-se dispostas em de oito (8) momentos pedagógicos, em que são abordadas a ciência e a tecnologia e suas implicações sociais para o estudo das Funções Químicas Inorgânicas ácidos e óxidos de forma contextualizada e interdisciplinar.

Portanto, cabe ao professor criar situações de aprendizagem de forma que o estudante pense científica e tecnologicamente sobre o mundo e as implicações sociais e ambientais. Assim, o professor deve se necessário, fazer adaptações das atividades com a realidade da comunidade escolar.



## 2 BUSCANDO SUBSÍDIO PARA DISCUTIR O TEMA

### 2.1 ENSINO DE QUÍMICA PARA A FORMAÇÃO DA CIDADANIA

As pesquisas em Ensino de Química apontam sua desconexão com a realidade do estudante, desconsiderando as questões tecnológicas, históricas, sociais, econômicas, étnicas, ambientais entre outras. Esse distanciamento contribui para desmotivação e desinteresse dos estudantes pela disciplina de Química. Por isso, a maneira com o ensino ocorre na maioria das escolas, é inútil ou quase não faz diferença (CHASSOT, 2002).

Por esse motivo, torna-se necessário que os currículos sejam organizados, visando à seleção dos conteúdos e metodologias adequadas para a formação cidadã (PCN, 2006). Conforme Silva (2007), o ensino de Química deve possibilitar os valores éticos para formação da cidadania, além dos saberes científicos, pois segundo, Santos e Schnetzler (2010), a simples presença da Química no cotidiano das pessoas é suficiente para justificar o cidadão ser informado sobre ela.

No entanto, para atingir esses objetivos os estudantes necessitam conhecer as implicações socioambientais dos conhecimentos científicos e tecnológicos para uma maior participação no processo decisório. Nesse sentido, Carvalho (2006), colabora questionando como ensinar e planejar o trabalho cotidiano em sala de aula para alcançar os objetivos propostos? Muitos professores e pesquisadores como: Santos e Schnetzler (2010); Auler (2007); Suart (2008) defendem o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Com o objetivo de contribuir para diminuição desse distanciamento dos conteúdos científicos com o cotidiano do estudante.

#### SAIBA MAIS EM:

SANTOS, Wildson Luiz  
Pereira dos.  
SCHNETZLER, Roseli  
Pacheco. **Educação em  
Química: compromisso  
com a cidadania.** Ijuí:  
Ed. Injuí, 2010.





## 2.2 O QUE É CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)?

O desenvolvimento científico e tecnológico traz muitos benefícios para humanidade. Porém, geraram diversas implicações para sociedade, meio ambiente entre outros. Segundo Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), é necessário que cada vez mais a população, possa ter acesso a participar e avaliar o processo de tomada de decisão sobre a Ciência e a Tecnologia (C&T).

Dessa forma, com a degradação e os impactos ambientais; as tecnologias ligadas à guerra fizeram com que a sociedade desconfiasse dos benefícios do desenvolvimento da C&T para a humanidade (AULER, 2007). As obras "A estrutura das revoluções científicas" de Thomas Kuhn e "Silent Spring" de Rachel Carsons (AULER; BAZZO, 2007), também contribuíram para discussões iniciais sobre as relações entre CTS. Portanto, de maneira sintética a expressão CTS surgiu por volta das décadas de 60/70 com o objetivo de criticar e avaliar a C&T e suas implicações para a sociedade e meio ambiente.

## 2.3 QUAIS OS OBJETIVOS DA EDUCAÇÃO CTS?

O enfoque CTS vem se destacando em muitas pesquisas no campo educacional, como no ensino de Ciências, Santos e Mortimer (2001); Auler (2007); Santos e Schnetzler (2010). Dessa forma, os objetivos da educação CTS, em trabalho feito por Santos e Schnetzler (2010) são:

- **Desenvolver a capacidade de tomada de decisão;**
- **Compreender a natureza da ciência e do seu papel na sociedade;**

Para Santos e Mortimer (2001), o objetivo da educação CTS é possibilitar o cidadão reconhecer e exercer a linguagem da C&T nas práticas sociais. Por isso, há necessidade de mudança no campo curricular, que deve ser mais aberta a problemas sociais relevantes,

sendo os problemas ambientais representantes típicos (AULER, 2007). Por isso, as pesquisas em ensino de Química procuram elaborar estratégias, que visem a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) (SUART, 2008). Por que não criar problemas reais e concretos por meio de temas sociocientífico para os estudantes para construção do seu próprio conhecimento? Entende-se que isto pode ser feito por meio da experimentação investigativa.



## 2.4 O QUE É EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA?

A Química, enquanto campo do conhecimento é uma ciência basicamente experimental. Dessa forma, a experimentação no ensino de Química é considerada um recurso que possibilita promover a aprendizagem. Conforme Giordan (1999), a experimentação desperta a motivação e o interesse do aluno. No entanto, as pesquisas apontam que muitos professores apresentam uma visão simplista da experimentação, imaginando ser possível apenas comprovar a teoria no laboratório ou que a partir do laboratório se possa chegar à teoria (LIMA; MARCONDES, 2005).

Conforme Suart (2008), muitos professores do Ensino Médio utilizam a experimentação de forma acrítica e descontextualizada do cotidiano do estudante. Além disso, utilizam a experimentação como "receita de bolo", buscando a resposta esperada pelo professor.

Muitos desafios e dificuldades são relatados por professores para utilização da experimentação, tais como: a falta de tempo para elaboração e execução das atividades e a falta de material de apoio (SUART, 2008) e acabam realizando a experimentação como ilustração, demonstração, manipulação de materiais e comprovação de teorias. Assim, trabalhar dessa maneira faz com que os estudantes acreditem que a ciência não é provisória e questionável, mas sim, pronta e acabada.

No entanto, Guimarães (2009) considera a experimentação uma estratégia eficiente para criação de problemas reais relacionados com a realidade do aluno, para o estímulo de questionamentos de investigação e para a contextualização.



Nesse sentido, apresenta-se os tipos de experimentação e suas descrições no quadro 1, a seguir:

Experimentação	Descrição das atividades experimentais
<b>Investigativa</b>	Essa atividade inicia-se com uma ou mais questão (es) problematizadora (s). Nessas atividades nenhum roteiro é dado aos estudantes (GONDIM; MÖL, 2007) e (SUART; MARCONDES, 2009). No entanto, os procedimentos são elaborados no pré – laboratório. Todo o processo é realizado pelo estudante, que levanta hipótese, debate e sugere estratégias de verificação para pertinência da hipótese levantada. O professor possui um papel muito importante, pois é o mediador na construção do
<b>Demonstrativa</b>	A atividade experimental é realizada apenas pelo professor, que faz a demonstração do fenômeno. O estudante deve ter o conhecimento do material utilizado (reagentes, vidrarias e equipamentos), na qual faz observações e anotações. Nessa atividade, é utilizado um roteiro pré-determinado, como uma “receita de bolo” que não pode dar
<b>Ilustrativa</b>	Essa atividade é realizada pelo estudante que manipula todo o material sob a direção do professor (OLIVEIRA; SOARES, 2010). A experimentação ilustrativa é utilizada para comprovar leis e teorias. Nesse tipo de atividade, o roteiro e os materiais para realização da prática já se encontram disponíveis para o aluno, que apenas realiza a
<b>Descritiva</b>	Conforme Oliveira e Soares (2010), a atividade experimental descritiva é realizada pelo estudante com observação ou não do professor. Assim, permite ao mesmo entrar em contato com o fenômeno estudado. Porém, não apresenta um caráter investigativo.

Quadro 1 - Tipos de atividades experimentais.  
Fonte: Autoria própria, baseada na tabela proposta por OLIVEIRA; SOARES (2010).

A experimentação deve ser utilizada em sala de aula, independente do tipo ou classificação. Porém, apenas com as atividades investigativas é possível desenvolver o espírito científico, uma maior participação do estudante e a tomada de decisão. Conforme Hodson apud Carvalho et al. (2006), os estudantes aprendem mais sobre ciências, quando participam de atividades de investigação, parecidas com as realizadas nos laboratórios de pesquisas.

Ressalta-se que nesse trabalho apresenta-se sugestões para se trabalhar a experimentação investigativa em um enfoque CTS.

## 2.5 O QUE É EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NUM ENFOQUE CTS PARA O ENSINO DE QUÍMICA?

O ensino de Química, na maioria das escolas vem ocorrendo com ênfase apenas na memorização de fórmulas, conceitos e nomes, pois visa à aprovação em vestibulares e testes de conhecimento essencialmente memorístico. O que Freire (2005), chama de transmissão acrítica e aproblemática do conhecimento. Dessa forma, muitas das críticas ao ensino "tradicional" referem-se à ação passiva do estudante no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, diversos professores e pesquisadores Auler (2007); Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007); Santos e Schnetzler (2010); Carvalho et al., (2006); Suart (2008) apontam para a necessidade de estratégias que possibilitem uma maior participação do aluno, visando uma formação para cidadania. Assim, acredita-se que a experimentação investigativa num enfoque CTS é uma estratégia eficiente.

Essas atividades investigativas no enfoque CTS implicam em propor situações problemas reais (problematização), por meio de um tema sociocientífico, para nortear o processo de investigação. As atividades experimentais investigativas iniciam-se sem nenhum roteiro seja dado aos estudantes (GONDIM; MÓL, 2007). No entanto, a (s) questão (es) problema (s) orientam e direcionam todo o processo de investigação.

Costa et al., (1985) citado por Gondim e Mól (2006, p.4-5), organizou uma estrutura para experimentação em escala de diretividade considerando: o problema, os procedimentos e as respostas, em níveis:

- **NÍVEL ZERO:** o problema, os caminhos e meios e a resposta são dados. Este nível, embora seja amplamente empregado em cursos de graduação, não favorece o desenvolvimento da investigação. Nesses casos, os estudantes recebem roteiros lineares das aulas práticas a serem realizadas, tornando-se simples executores de tarefas.
- **NÍVEL UM:** o problema, os caminhos e meios são dados, ficando somente a resposta em aberto. Encontrado nas aulas experimentais de química, tanto no ensino básico como no superior.
- **NÍVEL DOIS:** o problema é dado, mas os caminhos, os meios e as respostas ficam em aberto. Pouco comum.
- **NÍVEL TRÊS:** o problema, os caminhos e meios e a resposta ficam em aberto. Neste nível, os estudantes defrontam-se com situações que devem instigá-los a definir um problema, criar hipóteses e definir um método para investigá-lo. Raríssimo.

Esses níveis de diretividade indicam o grau de investigação em relação ao problema, os procedimentos e as respostas. Os níveis zero e um são os mais empregados tanto no ensino básico e superior, esses processos são lineares, seguem uma "receita" pré-determinada. Nesse tipo de atividade não há uma reflexão do processo realizado. Já os níveis dois e três são menos comuns de ser empregados. Essas atividades instigam o estudante à resolução de problemas reais e controversos, a levantar hipóteses e definir estratégias para investigá-lo, bem como permite a relação observação – ação – reflexão – formação, ou seja, formar pela pesquisa.

Considerando os níveis neste estudo, aborda-se o nível dois, uma vez que apenas o problema é dado, mas os caminhos, os meios e as respostas ficam em aberto.

Pensando-se dessa forma e baseado em diversos autores Guimarães (2009), Gondim e Mól (2007), Carvalho et. al. (2006), apresenta-se os sete passos (caminhos) para realização de uma atividade investigativa, a seguir:

### 1 – Problematização:

O problema inicial deve ser proposto em forma de uma ou mais perguntas para orientar o estudo, estimular a curiosidade e motivar os estudantes para o conhecimento científico e tecnológico. Conforme Carvalho (2006, p.28), “É importante também que essa questão não seja muito específica, de modo que possa gerar uma discussão bastante ampla”. Além desses aspectos, a questão deve levar em consideração a Educação Ambiental e partir de uma problemática real, contextualizada e controversa, como por exemplo:



**Por que uma flor quando exposta a determinados níveis de chuva ácida muda sua coloração e seu aspecto?**

### 2 – Abordagem Teórica:

Após, aplicar a(s) questão(es) problema(s) aos alunos, são ensinados conceitos teóricos que possibilitem a reflexão e discussão do problema inicial. De acordo com Guimarães (2009), ensinar ciência na escola deve-se levar em consideração que toda observação não é feita num vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta e direciona todo processo de aprendizagem. Sobre a questão problema são abordados conteúdos como: funções inorgânicas (ácidos, óxidos, base e sais), reações Químicas, ligações químicas, tabela periódica e solubilidade (realizado no momento 4).

No entanto, esse corpo teórico não trabalha diretamente a questão problema, mas conceitos que possibilite aos alunos resolver e responder o problema apresentado.

### 3 – Hipóteses:



Conforme Carvalho et al. (2006, p. 28), “proposto o problema, os alunos devem levantar hipóteses sobre a solução do problema por meio de uma discussão”. Com essa discussão (debate) e embasados teoricamente pode-se conduzir a outras hipóteses. Por isso, essas atividades se aproximam do trabalho de um cientista, pois existem possibilidades de diversos caminhos para resolver o problema proposto. Assim, o estudante percebe que a

ciência não é pronta e acabada com verdades absolutas, mas sim, que é provisória e questionável.

#### 4 – Pré - Laboratório:

Com as hipóteses levantadas os estudantes reúnem-se para discussão de como será a realização do experimento. Carvalho et al. (2006), chama essa etapa de “elaboração do plano de trabalho” e diz que nesse momento será determinado como a atividade experimental será realizada, quais os materiais necessários, como montar o arranjo experimental, a coleta de dados e a análise dos dados obtidos.



Essa discussão deve ser mediada pelo professor e com base no corpo teórico trabalhado após a problematização, decidir em equipe quais as hipóteses mais pertinentes e viáveis para realização no laboratório. Decididas quais hipóteses serão testadas no laboratório, cada equipe vai detalhar por escrito quais os procedimentos e métodos escolhidos.

#### 5 – Laboratório:



Nessa etapa, que chamamos de laboratório, será realizado a montagem e separação de equipamentos, vidrarias e reagentes, bem como a verificação da possibilidade de utilização de materiais alternativos.

#### 6 – Experimentação:

Esta etapa é a mais prática, uma vez que o estudante manipula materiais e equipamentos testando várias vezes às hipóteses e variando suas condições de realização, bem como o estudante sai da inércia e vai a campo pesquisar, pensar, agir e questionar. É importante lembrar que nenhum roteiro é dado para os estudantes (GONDIM; MÓL, 2007), (SUART; MARCONDES, 2009), eles apenas partem da questão problematizadora e do procedimento e método elaborado e decidido no pré – laboratório.

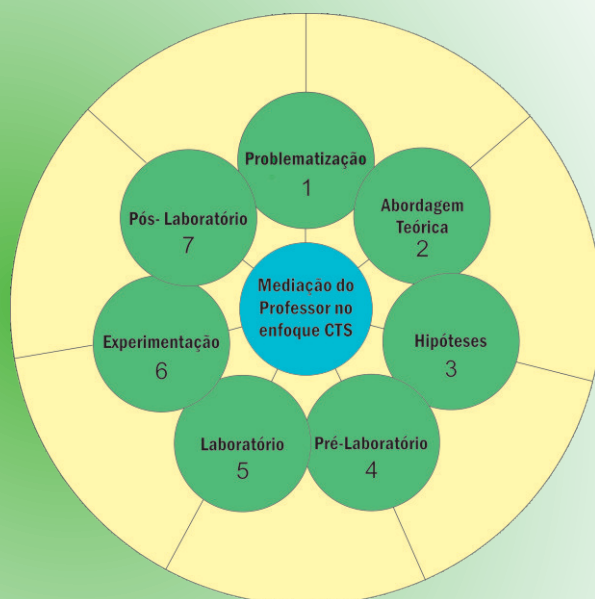
Nesse momento do trabalho, também será efetuado a coleta de dados de forma planejada e organizada no pré – laboratório. O professor apenas orienta e direciona quando necessário à realização dos experimentos e discussão das dúvidas e conclusões.

#### 7 – Pós – Laboratório:

Para fechamento dessa estratégia os alunos reúnem-se novamente para discussão, no chamado pós-laboratório. Nessa etapa, será retomada a análise dos dados e resultados encontrados durante o experimento, possibilitando refletir sobre as possíveis soluções e respostas para a(s) questão (es) problema(s), pois nesse momento deve-se apresentar uma resposta ao problema inicial e discutir a pertinência (ou não) das hipóteses iniciais.



Nessa parte do trabalho os alunos apresentam mais dificuldades, uma vez que se trata da tradução gráfica ou algébrica dos resultados obtidos (CARVALHO et al., 2006). Além da organização das ideias e conceitos, deve-se buscar refletir sobre as relações CTS, socioambientais e conceitos Químicos. Dessa forma, apresenta-se um esquema com os passos de uma experimentação investigativa na figura 1:



**Figura 1: Inter-relações dos sete passos para uma experimentação investigativa.**  
Fonte: Autoria própria

Dessa forma, se pode observar, os caminhos, em sete passos para uma experimentação com caráter investigativo, os quais se encontram relacionados um com o outro, uma vez que ocorrem de forma integrada e sempre com orientação/mediação do professor no processo de ensino e aprendizagem. Cabe destacar que esse processo não é linear, esses são apenas passos para orientar a realização de uma experimentação investigativa, pois a atividade experimental com caráter investigativo leva em consideração todo o processo, diversos caminhos e possíveis variáveis que aparecem promovendo reflexões sobre as relações socioambientais durante o desenvolvimento do trabalho.

## **2.6 OS OBJETIVOS DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA**

Conforme Carvalho et al. (2006), o objetivo da experimentação investigativa é fazer o estudante participar do processo educacional, pensando, questionando e agindo em situações novas, usando para isso o conhecimento científico.

Por sua vez, os objetivos pedagógicos em relação à experimentação investigativa são resumidos em uma lista de seis grupos, no quadro 2, extraído de Blosser (1998) citado por Carvalho et al. (2006, p.24):

Grupos	Objetivos Pedagógicos
Habilidades	De manipular, refletir, questionar, investigar, organizar e comunicar. Elaborar conceitos, levantar hipóteses, modelo teórico, categoria
Conceitos	Levantar hipóteses, modelo teórico, categoria taxionômica.
Habilidades Cognitivas	Pensamento crítico, soluções de problemas, aplicação, síntese.
Compreensão da Natureza da Ciência	Empreendimento científico, cientista e como eles trabalham, a existência de multiplicidade de métodos científicos, inter-relações entre ciência e tecnologia e entre várias disciplinas científicas.
Atitudes	Curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração, gostar de ciência.
Tomada de decisão	Conhecimento construído, multidisciplinar e alternativas múltiplas para resolução do mesmo problema.

**Quadro 2: Objetivos pedagógicos da experimentação investigativa.**

Fonte: Autoria Própria, baseada em Blosser (1998) extraído de Carvalho et al. (2006, p.24).

Esses objetivos só são possíveis apenas em aulas investigativas, pois essa estratégia permite a participação ativa do estudante. Cabe destacar que é papel do professor possibilitar e articular os conteúdos do currículo em Química, para permitir a utilização da experimentação investigativa e alcançar tais objetivos. Carvalho et al. (2006, p.21) diz que:

*é importante que uma atividade de investigação faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado. Para isso, é fundamental nesse tipo de atividade que o professor apresente um problema sobre o que está sendo estudado. A colocação de uma questão ou problema aberto como ponto de partida é ainda um aspecto fundamental para criação de um novo conhecimento.*

Como apresentado até aqui, a experimentação investigativa busca a construção do conhecimento pelo aluno com mais autonomia e participação ativa no processo, por meio da procura de soluções de problemas reais e controversos, incentivando o trabalho em equipe com o professor, o qual possui o papel de mediação.



## 2.7 O QUE É EDUCAÇÃO AMBIENTAL?

As discussões sobre Educação Ambiental no Brasil são recentes na Educação (VASCONCELLOS, 2008). Esse debate faz-se necessário, uma vez que enfrentamos impactos negativos, em relação ao desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia de maneira descontrolada. Conforme Dias (2002, p.10), "poluímos o ar que respiramos, degradamos o solo que nos alimenta e contaminamos a água que bebemos [...], vive como se fosse à última geração sobre a terra".

Dessa forma, a falta de consciência ambiental, política, e, o analfabetismo ambiental são desafios e podem ser combatidos por Educação Ambiental e a Ética (DIAS, 2002). Por isso, a importância de se entender o que é EA.

A Educação Ambiental "sensibiliza as pessoas sobre o meio ambiente (como funciona, como dependem dele e como o afetam), levando-as a participar ativamente de sua defesa e melhoria" (DIAS, 2002, p.67). Já Reigota (2006), entende por Educação Ambiental como educação política, na qual prepara os sujeitos para participar de forma ativa, reivindicando, assim, a ética, a justiça social em suas relações entre a sociedade e a natureza.

Nesse sentido, a Educação Ambiental é considerada um processo político, que busca desenvolver uma nova filosofia de vida, com educação (Ciência e Tecnologia) e suas implicações para a sociedade, visando a mudança de atitudes e hábitos para preservar o meio ambiente.

Portanto, o que podemos fazer para contribuir para a sustentabilidade? Segundo Capra (1996, p.23), "há soluções para os principais problemas de nosso tempo, algumas delas até mesmo simples. Mas requerem uma mudança radical em nossas percepções, no pensamento e nos nossos valores". Dias (2002), apresenta algumas contribuições para sustentabilidade:

- **Seu voto é um poderoso instrumento de mudança;**
- **Conheça a legislação ambiental, uma vez que é um poderoso instrumento para exercemos nossos direitos;**
- **As árvores são um importante patrimônio público;**
- **Precise, de preferência a produtos que exibam cuidado com ambiente;**
- **Reduza a produção de resíduos (lixo);**
- **Economize água potável e energia elétrica;**
- **Exija que a escola de seus filhos trate a questão ambiental.**



### 3 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES EM MOMENTOS

#### 3.1 MOMENTO PEDAGÓGICO 1

##### **Objetivo:**

- Compreender as concepções prévias dos alunos sobre questões ambientais, CTS e Ensino de Química;

**Metodologia:** Aplicação de Questionários

**Duração:** 4 aulas

**Encaminhamento:**

Solicitar aos alunos para que respondam os questionários (ver apêndice A) com ou sem identificação sobre questões ambientais (chuva ácida, poluição e lixo), CTS e Ensino de Química (Funções inorgânicas ácidos e óxidos). Esse momento é muito importante, uma vez que direciona as atividades a partir das concepções prévias dos alunos.

## 3.2 MOMENTO PEDAGÓGICO 2

### Objetivos:

- Conhecer o que são mapas conceituais e como podem ser usados;
- Construir mapas conceituais sobre diversos temas.

**Metodologia:** Leitura de artigo científico

**Duração:** 10 aulas

### Encaminhamento:

Ler e discutir o texto: MOREIRA, Marco Antonio. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa, [s.n]. Nesse sentido, após a discussão pedir para cada aluno elaborar um mapa conceitual de diversos temas de seu interesse (drogas, lixo, sentimentos), com o intuito de conhecer e aprender a fazer um mapa de conceitos.

**Avaliação:** Análise dos mapas conceituais e observação na leitura e discussão (participação, iniciativa, atitude) do estudante.

## 3.3 MOMENTO PEDAGÓGICO 3

### Objetivo Geral:

- Discutir de maneira crítica os textos da revista Química e sociedade (Anexo A) e elaborar mapas conceituais sobre os temas discutidos.

Em seguida, apresentamos os **objetivos específicos**, de cada tema sociocientífico abordado:

### Lixo:

- Refletir sobre o que é realmente considerado lixo e seu impacto para meio ambiente;
- Refletir as possíveis soluções para reduzir a produção de lixo no mundo;
- Refletir sobre a quantidade de lixo no oceano pacífico provenientes do descarte de materiais como o plástico e suas implicações para o meio ambiente e a sociedade;
- Entender as consequências para meio ambiente e sociedade do consumismo desenfreado;
- Entender os problemas socioambientais causados pelos lixões
- Discutir a partir da temática lixo as interações CTS .

### Poluição atmosférica:

- Refletir sobre a responsabilidade dos cientistas no aumento ou redução da poluição;
- Entender a influência da ciência e da tecnologia para poluição;
- Compreender a relação de poluição atmosférica e chuva ácida;

- Entender os riscos para saúde humana e doenças causadas pela poluição atmosférica;
- Verificar quais os gases responsáveis pela poluição atmosférica e como são gerados.

### **Efeito estufa**

- Discutir o conceito de efeito estufa;
- Compreender a relação entre desenvolvimento econômico e aquecimento global;
- Refletir sobre as consequências para a sociedade e meio ambiente do aquecimento global;
- Entender a influência da ciência e da tecnologia para o efeito estufa, relacionando com conceitos químicos;
- Desenvolver a oralidade e a capacidade de tomada de decisão, por meio do trabalho em equipe.
- Discutir as possíveis soluções para o aquecimento do planeta.

### **Educação ambiental**

- Entender o conceito de a educação ambiental;
- Compreender a importância da educação ambiental para o desenvolvimento sustentável;
- Refletir sobre a importância da educação ambiental para desenvolver atitudes, valores e comportamentos sobre meio ambiente;
- Desenvolver a capacidade de tomada de decisão.

**Metodologia:** Leitura de textos de revista científica, debate e utilização de vídeo como recurso didático.

**Duração:** 16 aulas

### **Conteúdos trabalhados:**

#### **Lixo:**

- Misturas homogêneas e heterogêneas;
- Separação de misturas homogêneas e heterogêneas envolvendo o lixo (magnetização, levigação, flotação e catação);
- Consumismo, sustentabilidade e educação ambiental, lixo e as relações CTS;
- Fenômenos físicos e Químicos;

#### **Poluição atmosférica e efeito estufa:**

- Mudanças de estados físicos da matéria;
- Tabela periódica;

- Substâncias simples e compostas;
- Identificação de algumas substâncias ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) envolvendo poluição atmosférica e efeito estufa e as relações CTS.
- Ligações químicas: iônica e covalente.

**Encaminhamento:** Solicitar a leitura prévia de textos com temas controversos e sociocientífico da revista Química e Sociedade (SANTOS, 2003) (Anexo B). Em seguida, solicitar a construção de mapas conceituais, após cada discussão. Pedir para os alunos antes de cada leitura dos textos em sala, para estudar previamente em casa, anotando suas dúvidas e apontamentos para discussão durante a aula.

**Avaliação:** Análise dos mapas conceituais e observação na leitura e discussão (participação, iniciativa, atitude) do estudante.

**Obs:** Depois da discussão dos textos sobre lixo, apresentar os vídeos: a) “a história das coisas” b) “sopa plástica: o lixo do oceano pacífico” c) “Ilha das flores”, e fazer uma discussão.

### 3.4 MOMENTO PEDAGÓGICO 4

**Objetivo:**

- Compreender os conteúdos como subsídios para as investigações

**Objetivos específicos:**

- Reconhecer as diferentes funções inorgânicas no cotidiano;
- Compreender quais são os óxidos não - metálicos responsáveis pela poluição atmosférica;
- Conhecer os principais óxidos e ácidos presentes no cotidiano;
- Compreender as reações entre um óxido e um ácido;
- Compreender as reações de neutralização e suas influências na sociedade e meio ambiente;
- Entender quais elementos são importantes para o meio ambiente e corpo humano;
- Compreender as diferentes ligações químicas (iônica e covalente), presentes nas funções inorgânicas;
- Entender a solubilidade de diferentes substâncias do cotidiano.

**Metodologia:** Aula expositiva dialogada

**Duração:** 14 aulas

**Conteúdos trabalhados:**

- Funções inorgânicas (ácidos, óxidos, bases e sais);
- Tabela periódica;
- Reações químicas;
- Solubilidade.

**Encaminhamento:**

Abordar os conteúdos, visando fornecer subsídios para resolução da questão problema

apresentada no momento 5. Trabalhar os conteúdos com questionamentos relacionados à CTS e ligados com a realidade do estudante. No entanto, sem abordar diretamente a questão problema.

**Avaliação:** Observação nas aulas (participação, iniciativa, atitude) do estudante, resolução de exercícios reflexivos.

### 3.5 MOMENTO PEDAGÓGICO 5

#### Objetivo:

- Realizar uma atividade experimental investigativa com o tema chuva ácida

#### Objetivos Específicos:

- Conhecer as etapas do trabalho de um cientista, visando contribuir para formação do espírito científico;
- Desenvolver a capacidade de levantar hipóteses, dados e estratégia para realização da experimentação;
- Desenvolver o espírito investigativo de pesquisa, na qual o aluno tem uma participação ativa na construção do conhecimento;
- Entender experimentalmente como ocorre o processo da chuva ácida, relacionando com ácido, óxido e as reações Químicas;
- Compreender as causas, consequências e possíveis soluções para chuva ácida;
- Compreender os efeitos da chuva ácida para sociedade;
- Conhecer os principais poluentes que causam a chuva ácida;
- Refletir sobre as diversas tecnologias que influenciam na chuva ácida;

**Metodologia:** Experimentação investigativa

**Duração:** 14 aulas

#### Conteúdos trabalhados:

- Vidrarias, equipamentos e normas de laboratório;
- Funções inorgânicas ácidos e óxidos;
- Reações Químicas;
- Combustão;
- pH e pOH; e indicadores ácido-base;
- Solubilidade.

#### Encaminhamento:

Pensando, em relação às atividades investigativas num enfoque CTS, e partindo de um tema sociocientífico, a chuva ácida, apresentamos os caminhos resumidamente, a seguir, em sete passos para realização de uma atividade com caráter investigativo:

**1 – Problematização:** Uma questão problema abrangente foi apresentada aos alunos, com objetivo de permitir uma ampla discussão, a saber:

**POR QUE UMA FLOR QUANDO EXPOSTA A DETERMINADOS NÍVEIS DE CHUVA ÁCIDA MUDA SUA COLORAÇÃO E SEU ASPECTO?**

Nesse contexto, além da questão mais abrangente, outras questões específicas podem ser apresentadas, como:

- Qual a influência da ciência e da tecnologia em relação à chuva ácida?
- O que vem causando o excesso de acidez na chuva de grandes cidades?
- O que significa chuva ácida? Quais as consequências da acidez das chuvas para sociedade e meio ambiente?
- Qual a equação da reação de combustão do enxofre e a reação do gás produzido com água?
- Quais as substâncias responsáveis pela poluição atmosférica e que contribuem para chuva ácida?
- Quais as causas, as consequências e as possíveis soluções para reduzir os níveis de chuva ácida?

Essa questão, e, as questões específicas vão direcionar todo o processo investigativo, sob mediação do professor.

**2 – Abordagem teórica:** Após, o desafio ser lançado para os estudantes, abordar no ambiente pedagógico, os conteúdos que forneçam subsídios para os estudantes levantem hipóteses e respondam a (s) questão (es) problema (s). Conforme Guimarães (2009), fazer ciências no campo científico e no âmbito escolar não pode ser atóxico. Por isso, é importante fornecer subsídios teóricos (realizada no momento 4). Porém, não se pode abordar diretamente a problemática.

**3 – Hipóteses:** Em seguida, disponibilizar um período de tempo para pesquisas em diversas fontes (biblioteca e internet), buscando elaborar hipóteses e estratégias para solucionar a (s) questão (es) problema (s). Esse período de tempo deve ser adaptado conforme a realidade da comunidade escolar e carga horária da disciplina.

**4 – Pré – laboratório:** Esse passo, é muito importante. Conforme Carvalho et al. (2006), é a etapa do plano de trabalho, ou seja, como será realizado, a metodologia e os materiais necessários. Assim, discutir em equipe com mediação do professor, quais hipóteses devem ser testadas e avaliadas, elaborar os procedimentos e decidir quais materiais utilizar neste processo.

**5 – Laboratório:** Essa etapa ocorre à separação e montagem de equipamentos e vidrarias. Decidir com os estudantes, quais materiais utilizar e realizar a montagem para próxima etapa. É importante ressaltar, que deve-se incentivar a utilização de materiais alternativos. Porém, é nesse momento que o professor deve abordar o nome dos equipamentos, vidrarias e sua função.

**6 – Experimentação:** Etapa prática, coleta de dados, validação ou refutação das hipóteses selecionadas. Realizar os experimentos com os procedimentos elaborados no pré-laboratório, procurando a discussão dos fenômenos e relacionando com o enfoque CTS sobre a temática e os conteúdos Químicos.

**7 – Pós – laboratório:** É a etapa em que os dados e resultados são retomados e as possíveis dúvidas são sanadas. No entanto, nesse momento os alunos apresentam dificuldades, pois nessa etapa ocorre o tratamento algébrico dos resultados. Pedir para os estudantes em equipe a elaboração de um relatório sobre a atividade realizada, apontando os materiais utilizados, procedimentos, resultados e discussões, considerações finais, uma auto-avaliação, as dificuldades e concepções sobre a estratégia.

**Avaliação:** Observação da (participação, iniciativa, atitude) do estudante e análise de relatório.

### 3.6 MOMENTO PEDAGÓGICO 6

#### Objetivo:

- Elaborar e executar um “júri simulado” sobre a temática chuva ácida.

#### Objetivos específicos:

- Estudar o tema chuva ácida, levando todos os participantes das equipes a debater e tomar decisões;
- Desenvolver um pensamento crítico e discurso sobre questões ambientais;
- Entender as implicações da ciência e tecnologia para o meio ambiente e para a sociedade;
- Compreender as causas, as consequências e as possíveis soluções relacionadas à chuva ácida.

#### Metodologia: Debate

#### Duração: 12 aulas

#### Conteúdos trabalhados:

Ética, discurso, comunicação e conteúdo de química.

#### Encaminhamento:

Dividir os participantes em três equipes. Dessa forma, uma equipe vai defender que os benefícios da C&T justificam os problemas ocasionados pela chuva ácida (a favor da chuva ácida) e a outra equipe vai (contra a chuva ácida), mostrando seus malefícios e problemas ambientais, levando em consideração todo o contexto envolvido. E a terceira equipe são os relatores que registraram toda a discussão.

Portanto, os atores sociais envolvidos no júri são:

- Contra a chuva ácida;
- A favor dos benefícios da C&T que justificam os problemas ocasionados pela chuva ácida;
- Relatores.

Nessa perspectiva, são apresentados no quadro 3, a seguir as etapas para direcionar a realização de um júri simulado:

As etapas para realização de um júri simulado		
Etapas	Ações	Tempo
1	Socializar as ideias em cada equipe	10 min
2	Argumentação: tese inicial de cada equipe	10 min cada equipe
3	Discussão entre as equipes sobre o tema chuva ácida	20 min
4	Considerações finais sobre chuva ácida	5 min cada equipe
5	Veredito <sup>1</sup>	20 min
Tempo total da dinâmica		1h e 20min

Quadro 3: Etapas para realização do júri simulado

Fonte: Autor

Como sugestão, apresenta-se a seguir, os **onze (11) passos** para realização de um “júri



simulado”:

1º Passo: O professor com os alunos escolhem o tema a ser trabalhado (chuva ácida);

2º Passo: Os alunos vão pesquisar sobre o tema para ter subsídios para as discussões;

3º Passo: O professor participa como orientador das equipes, direcionando as pesquisas e organização do “júri simulado”;

4º Passo: O professor (Juiz) abre a sessão (o professor apenas participa como mediador);

5º Passo: Dois membros, da equipe de acusação, acusam o réu ou a questão em pauta: a chuva ácida;

6º Passo: Dois membros da equipe de defesa defendem o réu ou a questão em pauta;

7º Passo: Abre-se para discussão entre ambas as equipes, cada equipe defendendo seu ponto de vista;

8º Passo: Apresentação das considerações finais por cada equipe;

9º Passo: Discussão entre as equipes para verificação da pertinência ou não dos apontamentos realizados durante o julgamento;

10º Passo: Leitura e justificativa da decisão tomada pelas equipes em conjunto com o professor, ou seja, a decisão combinada, colocando as evidências, as contradições e dando ênfase os argumentos elementares.

11º Passo: Avaliação do júri simulado: realizada em equipe por meio de um debate (auto-avaliação) da seguinte pergunta: Quais as contribuições da dinâmica realizada?

**Avaliação:** Observação na leitura e discussão (participação, iniciativa, atitude) do estudante e uma auto-avaliação.

### 3.7 MOMENTO PEDAGÓGICO 7

#### Objetivo:

- Apresentar e discutir sobre o tema chuva ácida;

#### Objetivos específicos:

- Utilizar os recursos tecnológicos para produzir um vídeo informativo sobre as causas, consequências e possíveis soluções para reduzir os níveis de chuva ácida;
- Desenvolver a tomada de decisão frente às questões ambientais;
- Desenvolver atitudes e ações para preservar o meio ambiente;

**Metodologia:** Utilização de slides e debate, bem como a elaboração de um vídeo informativo (produto).

**Duração:** 14 aulas

**Conteúdos trabalhados:**

Comunicação, atitude, tomada de decisão e implicações sociais da ciência e da tecnologia sobre chuva ácida.

**Encaminhamento:**

Dividir esse momento em três etapas. Na primeira etapa, apresentar para os estudantes uma aula expositiva dialogada com slides sobre chuva ácida (ver apêndice B). Na segunda etapa refletir sobre chuva ácida e suas implicações sociais como debate. Nessa etapa os alunos foram instigados a relacionarem todo conhecimento obtido durante o desenvolvimento do projeto para se posicionarem sobre o tema. Na terceira etapa, lançar um desafio para os alunos planejarem e elaborarem um vídeo informativo, mostrando os conceitos químicos sobre chuva ácida, bem como suas implicações para a sociedade.

**Avaliação:** Observação da (participação, iniciativa, atitude) do estudante na elaboração do vídeo. Análise posterior do vídeo produzido.

### 3.8 MOMENTO PEDAGÓGICO 8

**Objetivo:**

- Planejar, organizar e desenvolver uma mostra científica, na temática ambiental, relacionando ao ensino de Química;

**Objetivos específicos:**

- Construir Histórias em Quadrinho (HQs) de uma temática ambiental, relacionando a Química;
- Trabalhar de forma interdisciplinar e contextualizada, visando a elaboração do produto;
- Desenvolver a capacidade de organização e tomada de decisão.

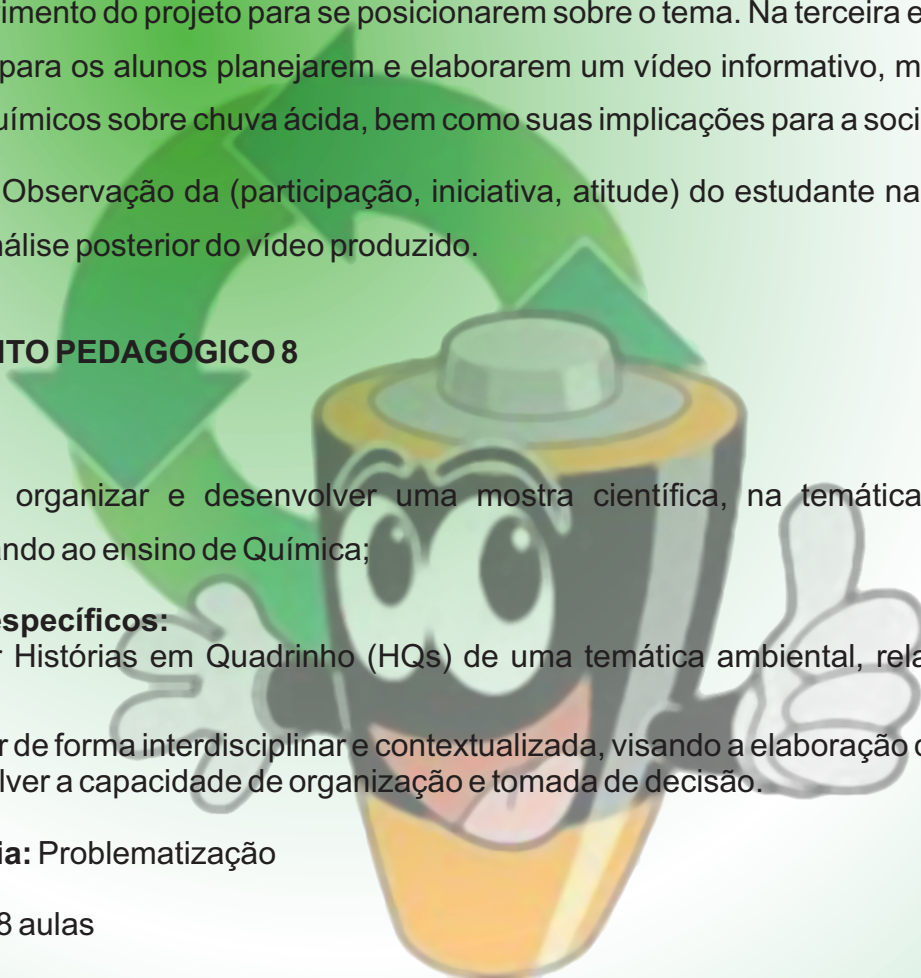
**Metodologia:** Problematização

**Duração:** 28 aulas

**Encaminhamento:**

Realizar uma mostra científica como fechamento da estratégia proposta. Dessa forma, deixar em aberto para o estudante escolher um tema de interesse, visando desenvolver a atitude e a tomada de decisão. Com isso, fornecer um período de tempo para pesquisa em revistas, jornais, livros e internet. Após, a pesquisa como produto sugerir a construção de **História em Quadrinhos** (HQs), visando à educação ambiental e a conexão com a Química.

**Avaliação:** Observação no planejamento e elaboração (participação, iniciativa, atitude) do estudante na mostra científica. Pedir uma auto-avaliação e analisar as HQs elaboradas.



## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreende-se que com as atividades propostas neste guia didático, o ensino e aprendizagem do conteúdo funções Químicas inorgânicas ácidos e óxidos entre outros, partindo de temas sociais na temática ambiental no enfoque CTS por meio da experimentação investigativa, possibilita uma maior aproximação entre os conhecimentos científicos e o cotidiano do estudante. Além disso, observa-se que a Educação Ambiental pode ser usada como eixo temático para organizar os conteúdos de Química, a partir de um tema sociocientífico, visando possibilitar uma discussão e reflexão sobre o conhecimento Químico e as relações socioambientais da ciência e da tecnologia.

Ressalta-se que, estruturar os conteúdos básicos e específicos de Química por meio de um tema social não significa esvaziamento de conteúdos, pelo contrário, permite uma visão de vários contextos e aspectos, valorizando a contextualização e a interdisciplinaridade, o que promove a formação para cidadania e para tomada de decisão de forma consciente e responsável em relação as questões científicas e tecnológicas.

Entende-se que, essa proposta permite uma participação ativa do estudante na construção do conhecimento científico, desperta a curiosidade, a motivação, bem como se identifica uma evolução conceitual em relação às concepções prévias e uma autonomia intelectual, uma vez que o estudante constrói seu conhecimento pela investigação/pesquisa. Dessa forma, aliar a experimentação investigativa no enfoque CTS possibilita uma Alfabetização Científica e Tecnológica.

## 5 REFERÊNCIAS

AULER, D. Enfoque Ciencia-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o Contexto Brasileiro. **Revista Ciência e ensino**, v.1, n. especial, 2007.

\_\_\_\_\_.; BAZZO, W. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Revista Ciência & Educação**, v. 7, n.1, 2001.

BAZZO, W.; LISINGEN, I. PERREIRA, L. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: OEI, p. 170, 2003.

BRASIL. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio de Química (PCN)**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

\_\_\_\_\_. **Constituição Federal Brasileira**. 35. Ed. São Paulo: Saraiva, 1988.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Editora Cultrix, 1996.

CARVALHO, A. M. P.; et al. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

\_\_\_\_\_. **Termodinâmica: Um ensino por investigação**. São Paulo: Universidade de São Paulo – Faculdade de Educação, v.1, 1999.

COSTA, A. M.; et al. **Tópicos na organização do conteúdo químico**. [s.n.], 1985.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

\_\_\_\_\_. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. 22: p. 89-100, 2002.

DIAS, G. F. **Iniciação à temática ambiental**. São Paulo: Global, 2002.

\_\_\_\_\_. **Educação Ambiental – princípios e práticas**. São Paulo: Editora Gaia, 2000.

FRANCISCO JR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola** n. 30, p. 34-41, 2008.

GIORDAN, M. O papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 43-49, 1999.

GIL-PÉREZ, D. VALDÉS CASTRO, P. La orientacion de Las Prácticas de Laboratorio com investigacion: Um Ejemplo Ilustrativo. **Ensenanza de Las ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

GONDIM, M. S. C. MÓL, G. S. **Experimentos investigativos em laboratório de Química fundamental.** [s.n], 2006.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 43-49, 2009.

HODSON, D. Hacia um enfoque más critica del trabajo de laboratório. **Ensenanza de Las ciências**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

\_\_\_\_\_. **Experimentos em ciências e ensino de ciências:** Educational Philosophy and theory, 20, p. 53-66, 1988.

LIMA, V. A.; MARCONDES, M. E. R. Atividades Experimentais no Ensino de Química: Reflexões de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, 2005.

LISBOA, C. P. KINDEL, E. A. I. **Educação ambiental da teoria à prática.** Porto Alegre: Mediação, 2012.

OLIVEIRA, N; SOARES, M. H. B. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. In: ENCONTRO DE ENSINO DE QUÍMICA, 10., **Anais...** Brasília, 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**, 2008.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

REIGOTA, M. **O que é Educação Ambiental.** São Paulo: Brasiliense, 2006.

REIS DE JESUS, E. F. A importância do estudo das chuvas ácidas no contexto da abordagem climatológica. **Sitientibus**, n. 14, p. 143-153, 1996.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Química. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001

\_\_\_\_\_. MÓL, G. S. **Química & Sociedade: a ciência, os materiais e o lixo.** São Paulo: Ed. Editora nova geração, 2003.

\_\_\_\_\_. **Química cidadã.** São Paulo: Editora nova geração, 2010.

\_\_\_\_\_. **Química & Sociedade:** modelos de partículas e a poluição atmosférica. São Paulo: Editora nova geração, 2003.

\_\_\_\_\_. **Química & Sociedade:** elementos, interações e agricultura. São Paulo: Ed. Editora nova geração, 2003.

\_\_\_\_\_.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química:** compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SILVA, E. L. **Educação Ambiental em aulas de Química em uma escola pública:** sugestões de atividades para o professor a partir da análise da experiência vivenciada durante um ano letivo. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – UnB, 2007.

SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo - USP, 2008.

\_\_\_\_\_.; MARCONDES, M. E. R. A Argumentação em uma atividade experimental investigativa no Ensino Médio de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., **Anais...** Florianópolis, 2009.

VASCONCELLOS, E. S. **Abordagem de questões socioambientais por meio de tema CTS:** Análise de prática pedagógica no ensino médio de Química e proposição de atividades. Dissertação de Mestrado. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Universidade de Brasília (UnB) Brasília, 2008.

## APÊNDICE

**Apêndice A** – Questionário concepções prévias dos alunos sobre questões ambientais.

**Aluno (a):** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ **Disciplina:** Química

01) Você tem interesse em estudar temas que abordam questões ambientais? Explique.

( ) Sim

( ) Não

---

---

02) O que se entende por educação ambiental?

---

---

03) No seu município qual o principal problema ambiental? Explique.

---

---

04) Em relação a imagem abaixo, na sua opinião, o que a imagem reflete sobre meio ambiente?



---

---

05) O que você entende por lixo?

---

---

06) O que você entende por poluição?

---

---

07) O que significa ciência, tecnologia e sociedade?

---

---

08) Para você, a ciência e a tecnologia influenciam na sociedade? Explique.

---

---



**Apêndice A** – Questionário concepções prévias dos alunos sobre chuva ácida e funções inorgânicas.

**Aluno (a):** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ **Disciplina:** Química

**Questionário chuva ácida:**

01) O que você entende por chuva ácida?

---

---

02) Para você, quais as causas e as consequências da chuva ácida para sociedade?

---

---

03) Para você, quais são as possíveis soluções para diminuir a chuva ácida?

---

---

**Questionário: funções inorgânicas (ácidos e óxidos)**

04) O que você entende por ácidos?

---

---

05) O que você entende por óxidos?

---

---

06) Para você, qual composto abaixo é um ácido? Justifique sua resposta.

( )  $\text{H}_2\text{CO}_3$       ( )  $\text{NaOH}$       ( )  $\text{CO}_2$       ( )  $\text{NaCl}$

---

---

07) Para você, qual composto abaixo é um óxido? Justifique sua resposta.

( )  $\text{KOH}$       ( )  $\text{CaCO}_3$       ( )  $\text{SO}_3$       ( )  $\text{HNO}_3$

---

---

## Tema em foco

### LIXO: MATERIAL QUE SE JOGA FORA?

— Larga isso aí, é lixo!

Quantas vezes já ouvimos alguém dizer isso? Lixo da rua, lixo de casa, de hospital... Na televisão e nos jornais, até de lixo atômico já ouvimos falar. Mas, afinal, você sabe o que essa palavrinha quer dizer?

Se você pensar em tudo aquilo que joga fora todos os dias e no motivo de fazer isso, já estará certamente muito próximo de uma resposta. O que você faz com aqueles cadernos velhos que já não servem mais e apenas ocupam suas gavetas? E com as latinhas vazias de refrigerante, depois de um final de semana daqueles?

O destino é um só: lixo!

E agora, já deu para entender o que é lixo? São restos de tudo aquilo que fazemos, no nosso dia-a-dia, e que consideramos inútil, indesejável ou descartável. São todas aquelas coisas que já não nos servem mais.

Daí uma pergunta: será que o seu lixo é também o meu lixo? Ou melhor, será que tudo o que não serve mais para você também não serve para mim?

Se prestar atenção em tudo o que acontece ao seu redor, você vai ver que nem sempre o que é considerado lixo por uma pessoa é inútil também à outra.

Nas grandes cidades, principalmente, a maior parte do que uma pessoa joga no lixo poderia ser aproveitada por outra. Dados estatísticos indicam que 95% da massa total dos resíduos urbanos têm um potencial significativo de reaproveitamento, o que nos leva à conclusão de que apenas 5% do lixo urbano é, de fato, lixo.

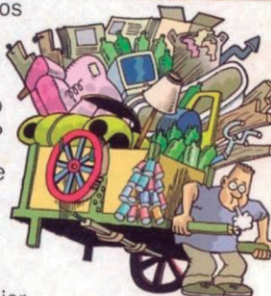
Por incrível que pareça, cada pessoa pode chegar a produzir até mais de 1 kg de lixo por dia! Você sabe o que isso representa?

Pense em todo o lixo que você produz diariamente: papel higiênico, restos de comida, folhas de papel, frascos vazios e até embalagens de produtos como sabonetes e pastas de dente. E agora, já deu para ter uma idéia?

Foto: Carlos Lattes/AL



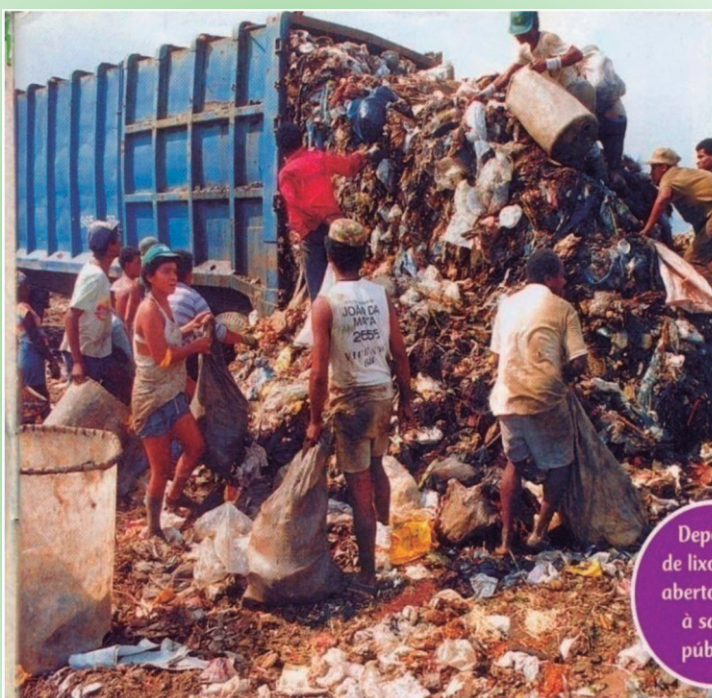
Papel reciclado: utilidade que surge da lata do lixo.



A Coopa-Roca, cooperativa de artesãs da favela da Rocinha, no Rio de Janeiro, cria roupas e peças artesanais a partir de retalhos de tecido.

Foto: Divulgação





Sergio M. Moraes/Pressa Foto

Depósito de lixo a céu aberto: risco à saúde pública.



Matth. Chaves/ABE

O lixo jogado nas ruas entope os bueiros e prejudica o escoamento da água da chuva. O resultado é esse que você está vendo.



## PARA ONDE VAI O LIXO?

As centenas de milhares de toneladas de lixo produzidas diariamente no Brasil ficam, em sua maioria, amontoadas em grandes depósitos a céu aberto: os lixões. Mantidos em grandes áreas, normalmente afastadas dos centros urbanos, esses lugares são completamente tomados por toda sorte de resíduos vindos dos mais diversos lugares, como residências, indústrias, feiras e hospitais.

Como o lixo é mal acondicionado nos lixões, permanecendo livre no ambiente, ele contamina o solo e os lençóis subterrâneos de água, além de contribuir para a proliferação de insetos e ratos transmissores de doenças. Mas isso não acontece só nos lixões. Qualquer lugar em que o lixo esteja acumulado inadequadamente é propício à disseminação das mais diversas e graves doenças. Dengue, febre amarela, disenteria, febre tifóide, cólera, leptospirose, giardíase, peste bubônica, tétano, hepatite A ou infecciosa, malária e esquistossomose são apenas alguns exemplos.

E não é apenas nos lixões que a situação é muito grave. Na época das chuvas, os problemas com o lixo nas grandes cidades também aumentam consideravelmente. Bueiros entupidos por sacos de lixo e restos de muitos outros materiais não conseguem escoar toda a água e fazem com que o lixo apareça por toda parte. Com isso, grandes e desastrosas enchentes acontecem nas cidades.

Ao longo dos anos, o lixo passou a ser uma questão de interesse global. As dificuldades são as mesmas, seja aqui no Brasil, seja lá no Japão: o destino do lixo e seu acondicionamento inadequado têm trazido graves problemas a todas as nações. Infelizmente, hoje podemos dizer que a questão do lixo é uma problemática internacional.

Fonte: Santos e Mól (2003).

Um bom exemplo é a questão do lixo atômico. Somente a Central Nuclear de Angra dos Reis possui mais de 6 mil tambores de rejeitos nucleares em um depósito, considerado provisório, desde 1981. Para onde deveria ir esse lixo todo? Ele deve ficar no estado do Rio de Janeiro, onde foi produzido? Ele deveria ser distribuído entre os estados que fazem uso da energia produzida? Deveria ser enviado para outro país?

Como você pode ver, o lixo atômico é, de fato, um problema de caráter internacional. Até mesmo o transporte dessa carga nuclear tem envolvido diplomaticamente diversos países. O Brasil e outras nações da América do Sul têm protestado contra o transporte de resíduos radioativos que é feito por navios britânicos ao longo da costa de nosso continente, em direção ao Japão. A companhia inglesa alega que o transporte é seguro. Todavia, já houve acidentes, como os que ocorreram com embarcações que foram construídas com projetos modernos de alta segurança, caso dos naufrágios do Titanic e do submarino russo Kursk.

Muito provavelmente, agora você deve estar pensando: mas o que tem a ver a Química com tudo isso?

Hum... Tudo a ver!

Para resolver uma grande parte dos problemas relacionados ao lixo, bastaria que descobríssemos maneiras eficientes de reduzir sua produção, de reaproveitá-lo e de acondicioná-lo corretamente. E então: você teria alguma idéia de como fazer isso sem pensar em recorrer ao apoio da ciência, da tecnologia e de toda a sociedade?

Ao longo deste módulo, você verá o quanto a Química é importante para ajudá-lo a compreender uma série de processos relacionados ao tratamento do lixo e também como o conhecimento científico e tecnológico tem contribuído na busca de alternativas para esse problema. Veremos ainda o que vem a ser ciência e tecnologia e qual a sua influência na sociedade em que vivemos.

8



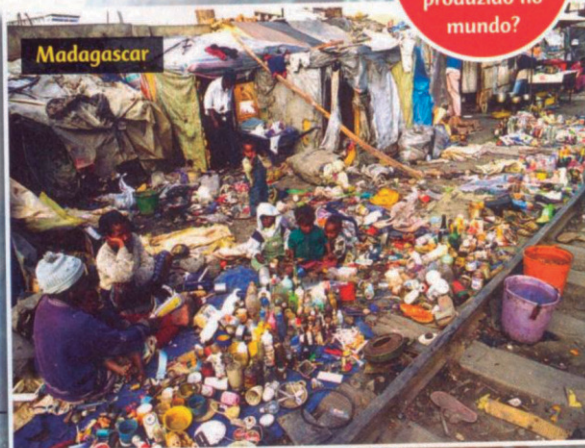
Lixo nuclear armazenado em Angra dos Reis.



Japão

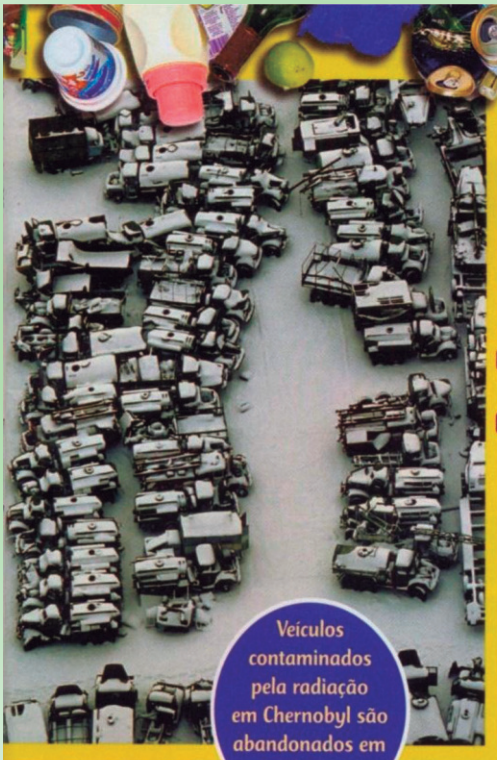
Fotos: Corbis/Stock Photos

Você já pensou para onde vai todo o lixo produzido no mundo?



Madagascar

Fonte: Santos e Mól (2003).

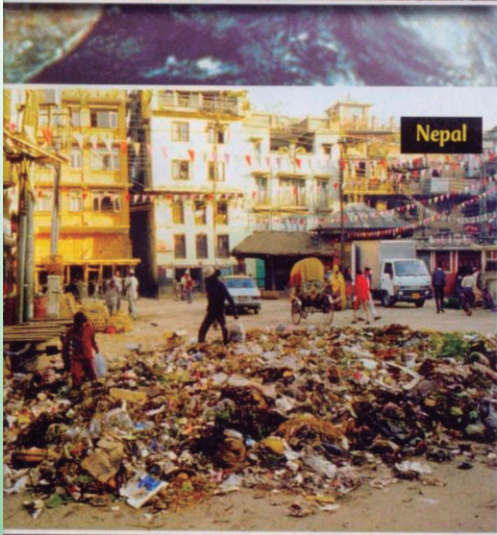


Veículos contaminados pela radiação em Chernobyl são abandonados em um depósito.

Fotos: Corbis/Stock Photos



Inglaterra



Nepal

## PENSE, DEBATA E ENTENDA

- 1 Tudo o que se joga fora pode ser considerado lixo? Justifique sua resposta.
- 2 Identifique alguns dos problemas ambientais e de saúde causados pelo acondicionamento inadequado do lixo.
- 3 Procure o serviço de limpeza urbana de sua cidade e tente descobrir quanto lixo, em média, cada habitante produz por dia. Compare os dados que você obteve com os dados apresentados na tabela a seguir e indique os fatores que podem contribuir para a diferença entre a produção diária *per capita* de diferentes municípios.

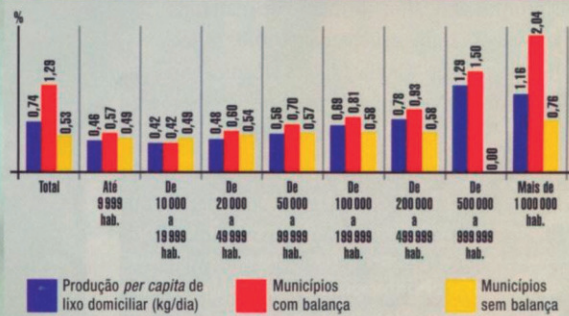
### QUANTIDADE DIÁRIA DE LIXO COLETADO EM ALGUMAS CAPITAIS DO BRASIL

Capitais	Área (km <sup>2</sup> )	Quantidade diária (t/dia)	População	Quantidade <i>per capita</i> (g/dia)
Palmas (TO)	2 465	81,0	137 355	590
Rio Branco (AC)	9 877	236,2	253 059	933
Vitória (ES)	89	318,0	292 304	1 088
Aracaju (SE)	181	410,0	461 534	888
Cuiabá (MT)	3 971	630,0	483 346	1 303
João Pessoa (PB)	210	1 027,9	597 934	1 719
Maceió (AL)	511	1 582,0	797 759	1 996
Porto Alegre (RS)	496	1 610,0	1 360 590	1 183
Curitiba (PR)	430	1 548,9	1 587 315	976
Brasília (DF)	5 802	2 567,2	2 051 146	1 252
Belo Horizonte (MG)	331	4 920,6	2 238 526	2 198
Salvador (BA)	325	2 490,5	2 443 107	1 019
Rio de Janeiro (RJ)	1 261	8 343,0	5 857 904	1 424
São Paulo (SP)	1 525	20 150,2	10 434 252	1 931

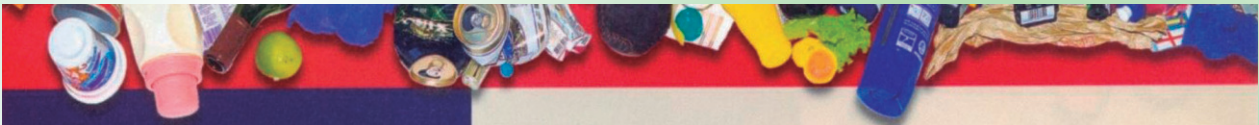
Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000.

- 4 Analise o gráfico abaixo e formule possíveis explicações para o fato de as cidades mais populosas produzirem maior quantidade de lixo.

### Produção *per capita* de lixo domiciliar em kg/dia, por existência de balança, segundo os estratos populacionais dos municípios



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Departamento de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000.



## BURGUESES NO PODER

Em 1789, os franceses eram governados por uma monarquia desacreditada. O país vivia um grave desequilíbrio social, político e financeiro. Esses fatores foram decisivos para a deflagração da Revolução Francesa. Sob o lema "Liberdade, igualdade e fraternidade", os intelectuais e a burguesia lideraram o levante popular que tomaria o poder. Aboliu-se a monarquia em 1792, seguida da execução do rei, e criou-se a república como forma de governo.

Surgiram, então, novas formas de organização social e política e novas formas de pensar, criando um ambiente intelectual propício ao surgimento de teorias científicas.

Oswaldo Gonçalves Cruz nasceu em 1872 na cidade de São Luís do Paraitinga, SP. Formou-se na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro e especializou-se em bacteriologia no Instituto Pasteur de Paris. Ao morrer, em 1917, deixou seu nome registrado como um dos maiores sanitaristas do mundo.



Comet/Stock Photos

## O LIXO AO LONGO DOS TEMPOS...

Os nômades não tinham problemas com lixo. Por estarem em constante movimentação, deixavam para trás os restos de suas atividades. Quando o ser humano passou a se fixar em pequenas comunidades, o seu lixo era constituído basicamente de restos de alimentos e não causava problema: era produzido em pequenas quantidades que podiam ser aproveitadas por pequenos animais ou transformadas em adubo pela própria natureza.

No Brasil, lixo sempre foi um problema. Em 1760, a cidade do Rio de Janeiro já contava com cerca de 30 mil habitantes e o lixo produzido era jogado pelas janelas ou nas águas dos rios, lagoas ou mar.

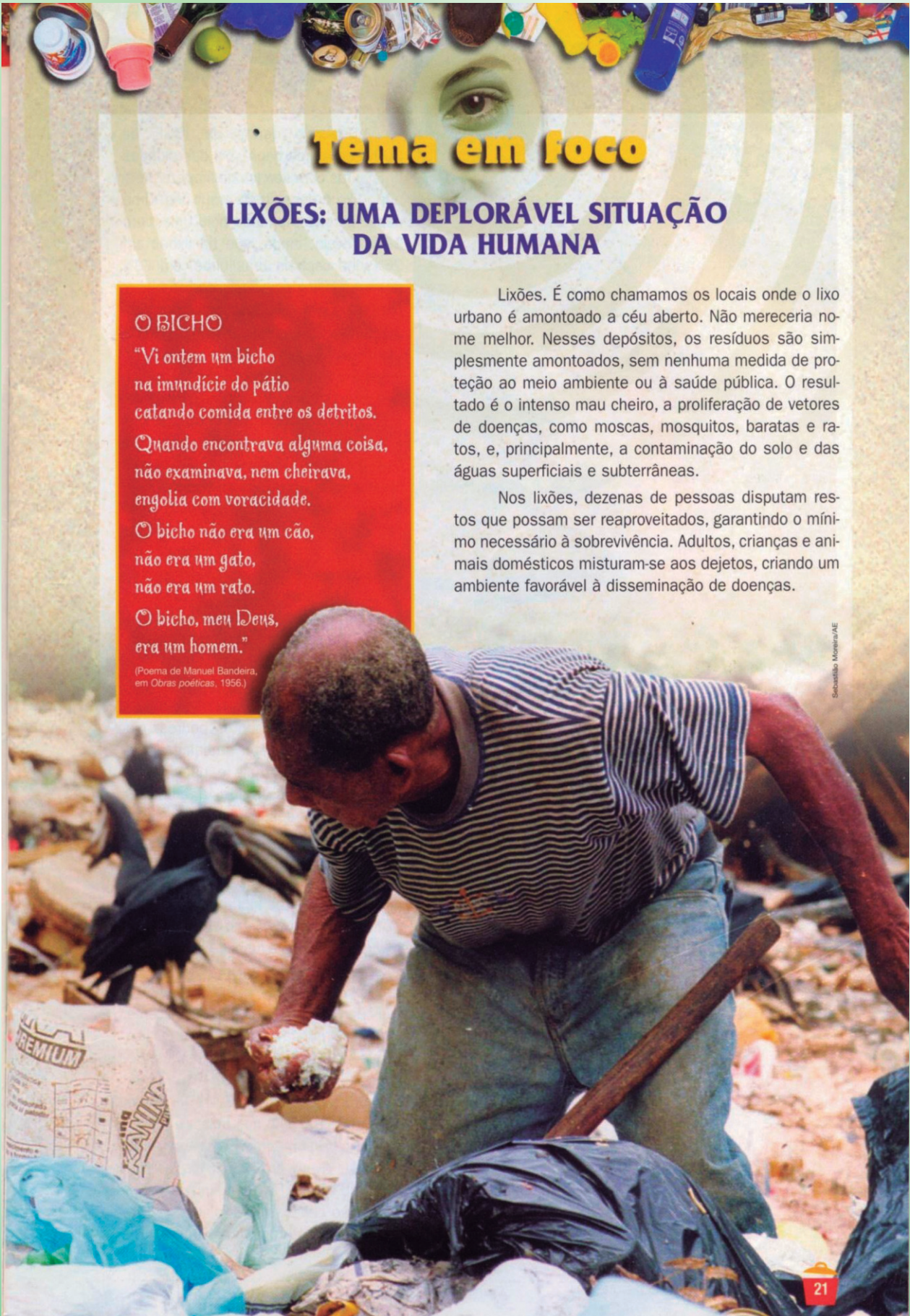
Em 1885, o francês Aleixo Gary foi contratado, provisoriamente, para executar o serviço de limpeza das praias e a remoção do lixo da cidade do Rio de Janeiro. Vem de seu nome a denominação popular de gari para os varredores de rua. Em 1892, foi criada a Superintendência de Limpeza Pública e Particular da Cidade, que se responsabilizou pelo serviço. Em 1906, o serviço público de limpeza urbana da cidade do Rio de Janeiro utilizava 1084 animais no trabalho de coleta de 560 toneladas diárias de lixo.

De lá para cá, as formas de coleta e deposição do lixo urbano foram se desenvolvendo. Porém, ainda não conseguimos encontrar uma maneira de resolver o problema da crescente quantidade de lixo produzida em nossas cidades.

(Texto baseado em informações obtidas no site da COMLURB — <http://www.rio.rj.gov.br/comlurb>)



Fonte: Santos e Mól (2003).



## Tema em foco

### LIXÕES: UMA DEPLORÁVEL SITUAÇÃO DA VIDA HUMANA

#### O BICHO

*“Vi ontem um bicho  
na imundície do pátio  
catando comida entre os detritos.*

*Quando encontrava alguma coisa,  
não examinava, nem cheirava,  
engolia com voracidade.*

*O bicho não era um cão,  
não era um gato,  
não era um rato.*

*O bicho, meu Deus,  
era um homem.”*

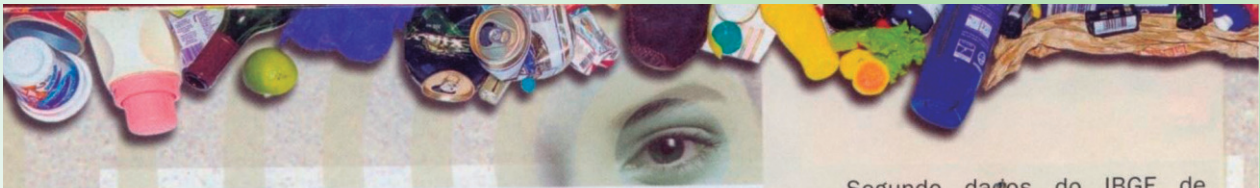
(Poema de Manuel Bandeira,  
em Obras poéticas, 1956.)

Lixões. É como chamamos os locais onde o lixo urbano é amontoado a céu aberto. Não mereceria nome melhor. Nesses depósitos, os resíduos são simplesmente amontoados, sem nenhuma medida de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. O resultado é o intenso mau cheiro, a proliferação de vetores de doenças, como moscas, mosquitos, baratas e ratos, e, principalmente, a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

Nos lixões, dezenas de pessoas disputam restos que possam ser reaproveitados, garantindo o mínimo necessário à sobrevivência. Adultos, crianças e animais domésticos misturam-se aos dejetos, criando um ambiente favorável à disseminação de doenças.

Sebastião Moreira/RE

Fonte: Santos e Mól (2003).



Roberto Pires/Pressma 766



A presença de animais domésticos no lixão favorece ainda mais a disseminação de doenças.

Xandó Pereira/Pressma 766



Segundo dados do IBGE de 2000, em cerca de 71,5% das cidades brasileiras com serviço de limpeza urbana, o lixo é depositado em lixões. Uma pesquisa encomendada pelo Unicef em 1998 revela, ainda, que há lixões em 26% das capitais brasileiras, em 73% dos municípios com mais de 50 mil habitantes e em 70% dos municípios com menos de 50 mil habitantes. E praticamente em todos esses lixões existem pessoas trabalhando, incluindo crianças. Segundo dados do Unicef, em 1998 existiam cerca de 45 mil crianças e adolescentes vivendo e trabalhando nos lixões espalhados pelo país. De acordo com documento do Ministério do Meio Ambiente (*Criança, catador, cidadã — experiência de gestão participativa do lixo*, Unicef, 1999), “muitas das crianças nascidas no lixão são filhas de pais que também nasceram ali. São meninas e meninos de diferentes idades. Desde os primeiros dias de vida são expostos aos perigos dos movimentos de caminhões e de máquinas, à poeira, ao fogo, aos objetos cortantes e contaminados, aos alimentos podres. Ajudam seus pais a catar embalagens velhas, a separar jornais e papelões, a carregar pesados fardos, a alimentar porcos. Muitos desses meninos e meninas estão desnutridos e doentes. Sofrem de pneumonia, doenças de pele, diarreia, dengue, leptospirose. Nos lixões ficam sujeitos ainda a acidentes e a outros problemas como abuso sexual, gravidez precoce e uso de drogas. Os adolescentes são freqüentemente pais de uma ou duas crianças. Grande parte das crianças em idade escolar — cerca de 30% — nunca foram à escola. O lixo é sua sala de aula, seu parque de diversões, sua alimentação e sua fonte de renda. Ganham de R\$ 1 a R\$ 6 por dia, mas o trabalho que fazem é fundamental para aumentar a renda de suas famílias. Vivem em condições de pobreza absoluta. Realizam um trabalho cruel. São crianças no lixo. Uma situação dramática e comum no Brasil”.

Fonte: Santos e Mól (2003).



O principal motivo de milhares de pessoas optarem por esse meio de vida é a situação socioeconômica do Brasil: quem não teve a oportunidade de frequentar a escola, e portanto não tem qualificação profissional, não consegue vencer a crise que gera o desemprego e se submete a trabalhos nessas condições.

Diante dessa calamitosa situação, refletimos: Que modelo de sociedade nós temos adotado? Será um modelo justo? Será que existem outras formas de organização social, em que seres humanos não tenham a necessidade de sobreviver em tais situações? Por que será que existem tais problemas? Que tipo de ação poderia ajudar a resolver esse problema?

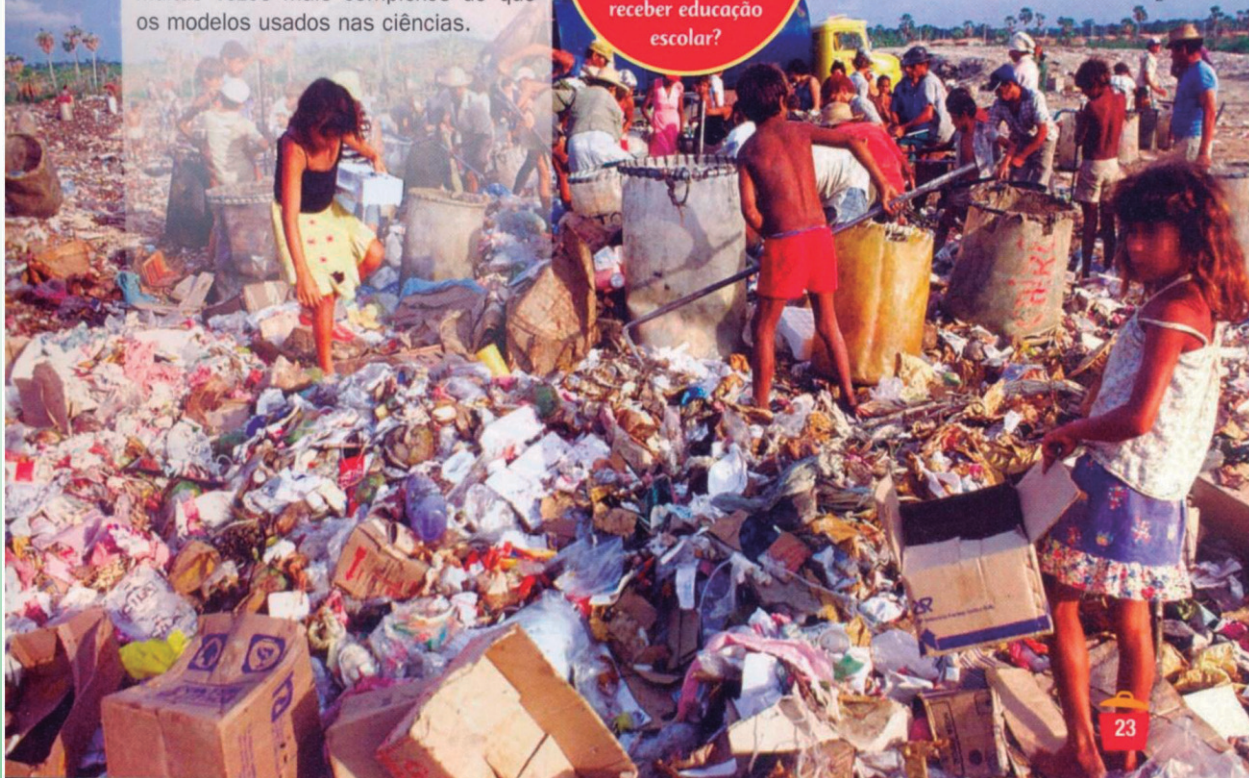
Fazer ciência é procurar soluções, pensar em alternativas, criar modelos. Ao buscarmos modelos explicativos para a constituição da matéria, como faremos no estudo da Química, devemos também pensar em formas nas quais os conhecimentos científicos e tecnológicos possam ser usados para encontrar soluções para problemas sociais, muitas vezes mais complexos do que os modelos usados nas ciências.



Roberto Pires/Prensa. Têlé

Há justiça social em um país onde existem crianças que trabalham em vez de brincar ou receber educação escolar?

Naz Benedito/N. Imagens





## Tema em foco

### TRATAMENTO DO LIXO

A partir do estudo das propriedades das substâncias é possível separar os materiais encontrados no lixo em diferentes sistemas de tratamento. Conheça os mais utilizados no país.

**Aterro sanitário** – É projetado por engenheiros para reduzir bastante o impacto do lixo sobre o meio ambiente. O lixo é reduzido ao menor volume possível e coberto periodicamente com uma camada de terra. O local é isolado e impermeabilizado, para evitar a contaminação das águas superficiais e subterâneas por metais pesados e pelo chorume, um líquido escuro e malcheiroso, resultante do processo de decomposição anaeróbica (sem a presença de oxigênio) de material orgânico.

**Aterro controlado** – É um sistema intermediário entre o lixão a céu aberto e o aterro sanitário. Não possui uma estrutura adequada de impermeabilização que trate o chorume. Embora não seja a solução ideal para o destino do lixo, os aterros controlados podem, em curto prazo e com investimento relativamente baixo, reduzir a agressão ambiental e a degradação social gerada pelos lixões a céu aberto. Nesses aterros, o lixo é recoberto periodicamente, reduzindo a proliferação de insetos. O local para implantação deve ser escolhido de forma muito criteriosa, para diminuir o risco da contaminação de mananciais de água.

**Incineração** – O lixo é queimado em alta temperatura (acima de 900 °C), o que reduz seu volume. Em algumas usinas, essa queima é conduzida de modo a transformar o calor liberado em energia elétrica. Nesse processo, há necessidade do tratamento final dos gases altamente poluentes emitidos pelo incinerador, por meio de filtros.

**Compostagem** – É um dos métodos mais antigos e consiste na decomposição natural de resíduos de origem orgânica em reservatórios instalados nas chamadas usinas de compostagem. Nesse processo, o material orgânico (restos de alimentos, folhas, cascas de legumes etc.) é transformado por microrganismos em húmus (composto orgânico), que pode ser usado como adubo. Na natureza, o húmus resulta da decomposição de vegetais, formando um material de cor escura que recobre a primeira camada do solo.



Aterro sanitário em Goiânia (GO): o lixo é compactado e coberto periodicamente por uma camada de terra.



Usina de compostagem situada no município de São Paulo (SP): aqui, o material orgânico é transformado em adubo.

## O aterro sanitário que virou cartão-postal

O depósito de lixo situado a poucos metros da Praia da Baleia, no município paulista de São Sebastião, sempre foi motivo de vergonha para a administração municipal. Hoje, porém, é exibido com orgulho: nos 40 mil metros quadrados que recebem diariamente 200 toneladas de lixo de 36 praias, implantou-se uma inovadora tecnologia de tratamento que está resolvendo o problema da contaminação e do mau cheiro. A

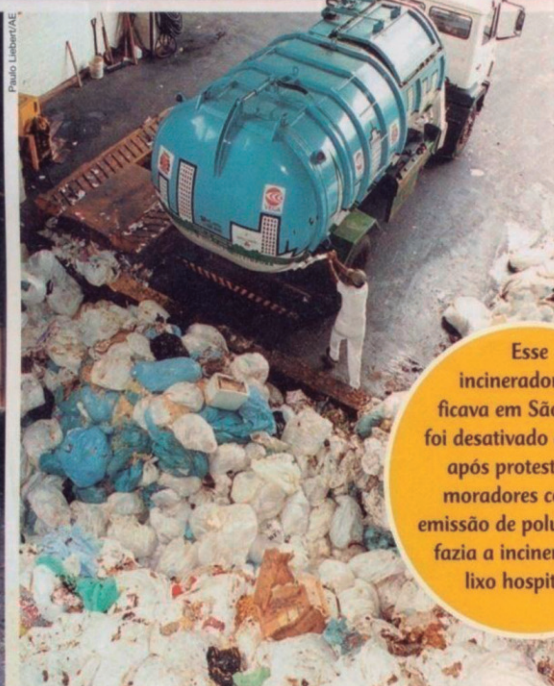
tecnologia, chamada de “tratamento mecânico-biológico”, foi importada da Alemanha e baseia-se no uso de cascas de árvores. Dispostas sobre as montanhas de lixo, as camadas de 30 centímetros

evitam a aproximação de urubus, impedem o mau cheiro e aceleram a degradação dos resíduos. Enquanto num aterro convencional o processo de decomposição demora 20 anos, nesse sistema leva apenas 9 meses. Pelo projeto, a prefeitura de São Sebastião já recebeu o Prêmio Quality Brasil, concedido pela International Quality Service, empresa que certifica os melhores serviços prestados por empresas brasileiras e do Mercosul. Agora, serve de modelo para os municípios de Santo André, em São Paulo, e Blumenau, em Santa Catarina, que pretendem adotar tecnologia semelhante.



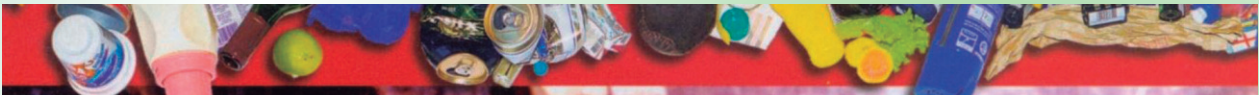
Epitácio Pessoa/AE

Aterro sanitário de São Sebastião: modelo para outras cidades.



Esse incinerador, que ficava em São Paulo, foi desativado em 2002, após protestos dos moradores contra a emissão de poluentes. Ele fazia a incineração de lixo hospitalar.

Fonte: Santos e Mól (2003).



## PENSE, DEBATA E ENTENDA



GEOGRAFIA



GEOGRAFIA E TECNOLOGIA



FILOSOFIA



FILOSOFIA



GEOGRAFIA

- 1 Por que existem pessoas trabalhando em lixões?
- 2 Debata sobre as possíveis relações entre a existência de lixões e a situação econômica do Brasil.
- 3 Por que o trabalho de pessoas em lixões não é eticamente aceitável?
- 4 Segundo o texto, milhares de crianças brasileiras são levadas pelos próprios pais a trabalhar em lixões. Debata com seus colegas essa atitude dos pais.
- 5 Debata sobre alternativas para a participação de pessoas que trabalham nos lixões nos processos de separação de lixo, permitindo a geração de renda e a diminuição de problemas ambientais e de saúde pública.

## CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE



### PENSE

Em nossa vida diária, é muito comum ouvirmos o uso dos termos "tecnológico" e "tecnologia". Para você, o que significam?

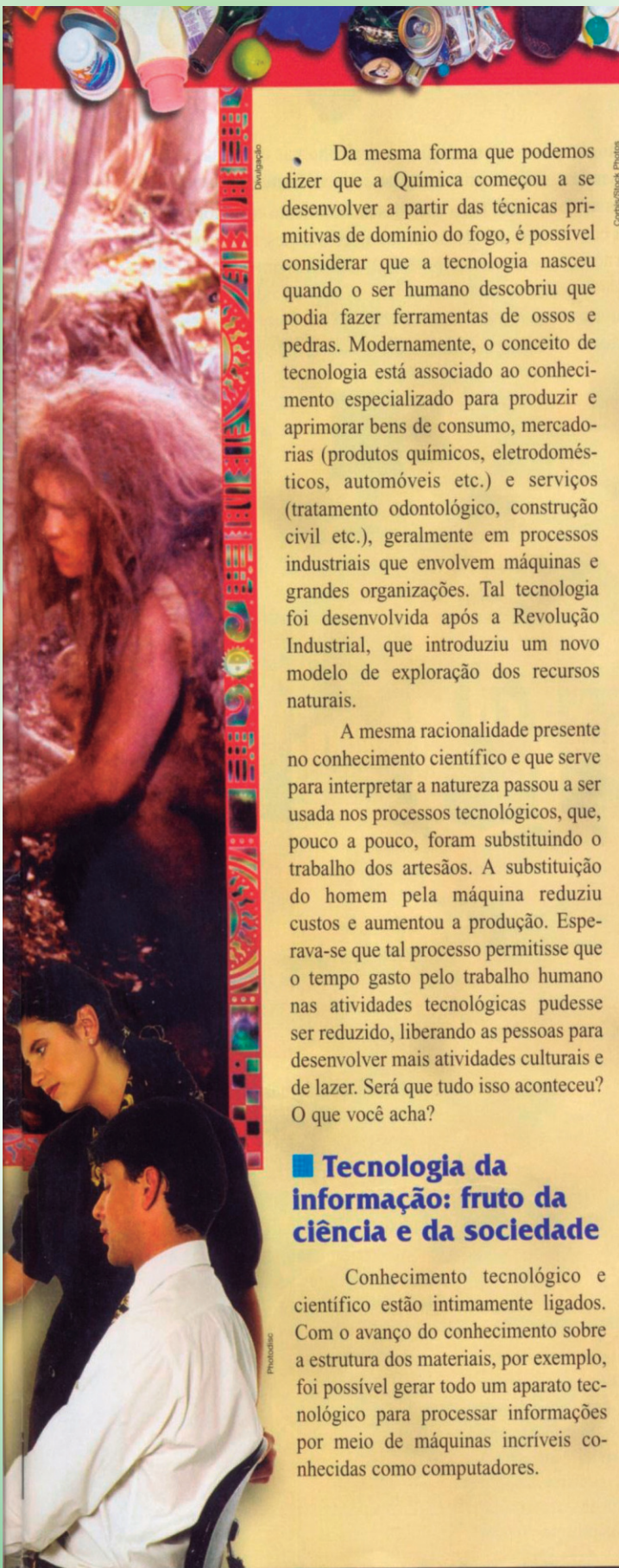
Técnicas primitivas de domínio do fogo são tecnologias que remontam ao surgimento da Humanidade.

Artesanato: conhecimento que passa de pai para filho.

As empresas não sobreviveriam sem computadores nos dias atuais.



Fonte: Santos e Mól (2003).



Divulgação

Da mesma forma que podemos dizer que a Química começou a se desenvolver a partir das técnicas primitivas de domínio do fogo, é possível considerar que a tecnologia nasceu quando o ser humano descobriu que podia fazer ferramentas de ossos e pedras. Modernamente, o conceito de tecnologia está associado ao conhecimento especializado para produzir e aprimorar bens de consumo, mercadorias (produtos químicos, eletrodomésticos, automóveis etc.) e serviços (tratamento odontológico, construção civil etc.), geralmente em processos industriais que envolvem máquinas e grandes organizações. Tal tecnologia foi desenvolvida após a Revolução Industrial, que introduziu um novo modelo de exploração dos recursos naturais.

A mesma racionalidade presente no conhecimento científico e que serve para interpretar a natureza passou a ser usada nos processos tecnológicos, que, pouco a pouco, foram substituindo o trabalho dos artesãos. A substituição do homem pela máquina reduziu custos e aumentou a produção. Esperava-se que tal processo permitisse que o tempo gasto pelo trabalho humano nas atividades tecnológicas pudesse ser reduzido, liberando as pessoas para desenvolver mais atividades culturais e de lazer. Será que tudo isso aconteceu? O que você acha?

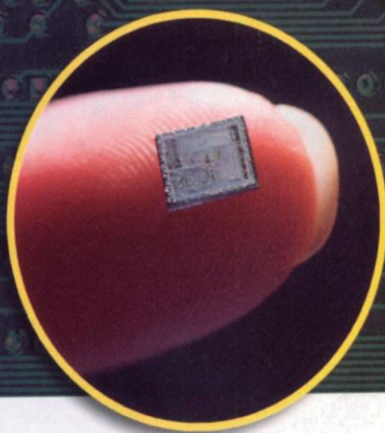
## ■ Tecnologia da informação: fruto da ciência e da sociedade

Conhecimento tecnológico e científico estão intimamente ligados. Com o avanço do conhecimento sobre a estrutura dos materiais, por exemplo, foi possível gerar todo um aparato tecnológico para processar informações por meio de máquinas incríveis conhecidas como computadores.

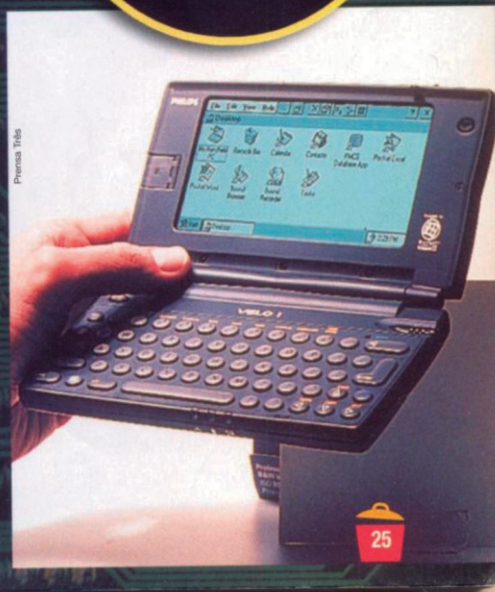
ComStar/Block Photos



Os primeiros computadores chegavam a ocupar uma sala inteira. Com o desenvolvimento dos chips, minúsculos circuitos eletrônicos que substituíram as válvulas, foi possível reduzir o tamanho dos computadores e a capacidade de processamento.



ComStar/Block Photos



Prensa Têlex

Fonte: Santos e Mól (2003).



Hoje, mesmo quem nunca chegou perto de um computador não pode dizer que não depende dele. O trânsito das grandes cidades, os caixas dos supermercados, a contagem de votos em uma eleição, as transmissões de TV e até mesmo o fornecimento de água e luz são exemplos de atividades controladas por computadores. Enfim, os computadores provocaram uma verdadeira revolução na vida das pessoas: mudou os seus há-

bitos, as relações de trabalho nas empresas, o relacionamento humano e até as formas de lazer.

Todo esse desenvolvimento tecnológico surgiu devido às novas necessidades humanas e está associado também ao desenvolvimento científico. A partir, por exemplo, do conhecimento das propriedades dos materiais foi possível produzir novos produtos químicos com uma infinidade de aplicações



Prensa Três

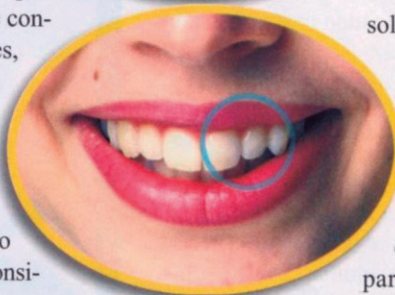
na medicina, na agricultura, na engenharia e até mesmo em nossas residências. A grande quantidade de produtos que surge diariamente, por sua vez, tem sido projetada conforme as exigências de consumo da população. Muitas vezes, porém, em vez de a sociedade determinar quais são os bens de consumo (mercadorias e serviços) de seu interesse, as próprias empresas têm criado por meio da mídia a necessidade de consumo de produtos que poderiam ser considerados supérfluos e que são consumidos como se fossem essenciais.

A ciência avança em função das necessidades geradas pela sociedade. Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas na tentativa de



Foto: Photobase

O conhecimento das propriedades dos materiais tem permitido o desenvolvimento de produtos de limpeza cada vez mais eficientes.



O desenvolvimento de novas cerâmicas pelos químicos revolucionou o tratamento dentário. Hoje já é possível restaurar um dente com um material resistente, adaptável e que torna a restauração praticamente imperceptível.

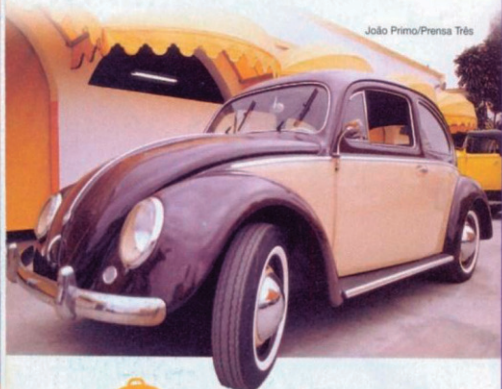
solucionar problemas sociais, como a aids, a desnutrição, a falta de energia, a poluição etc. Por sua vez, o aperfeiçoamento tecnológico contribui para o desenvolvimento da ciência. Graças aos computadores, cálculos que os cientistas às vezes levavam dias para realizar hoje são feitos em alguns minutos. Muitos químicos hoje projetam e modelam materiais a partir de estudos computacionais sem precisarem realizar nenhum experimento com tubo de ensaio.



Delfino Martins/Pulsar

Hoje, ninguém vive sem essa ciência. Mesmo porque a vida em si já é um fantástico processo químico, no qual as transformações das substâncias nos permitem andar, pensar, sentir. As diversas sensações biológicas, como dor, cãibra e apetite, e as diversas reações psicológicas, como medo, alegria e felicidade, estão associadas às substâncias presentes em nosso organismo. O nosso corpo é um verdadeiro laboratório de transformações químicas.

Contudo, associada ao progresso, temos uma infinidade de desequilíbrios ambientais. Vazamento de gases tóxicos, contaminação de rios e do solo e envenenamento por ingestão de alimentos contaminados são problemas mostrados, todos os dias, pela imprensa.



João Primo/Prensa Três

◀ O desenvolvimento da Química contribuiu para a descoberta e o aprimoramento de novas tecnologias e novos métodos para diminuir o impacto ambiental da exploração dos recursos naturais.



▶ A produção de medicamentos a partir de estudos da Química de produtos naturais (ramo da Química responsável pelo isolamento e determinação da estrutura de substâncias de origem natural) tem evitado a morte prematura de milhares de pessoas.



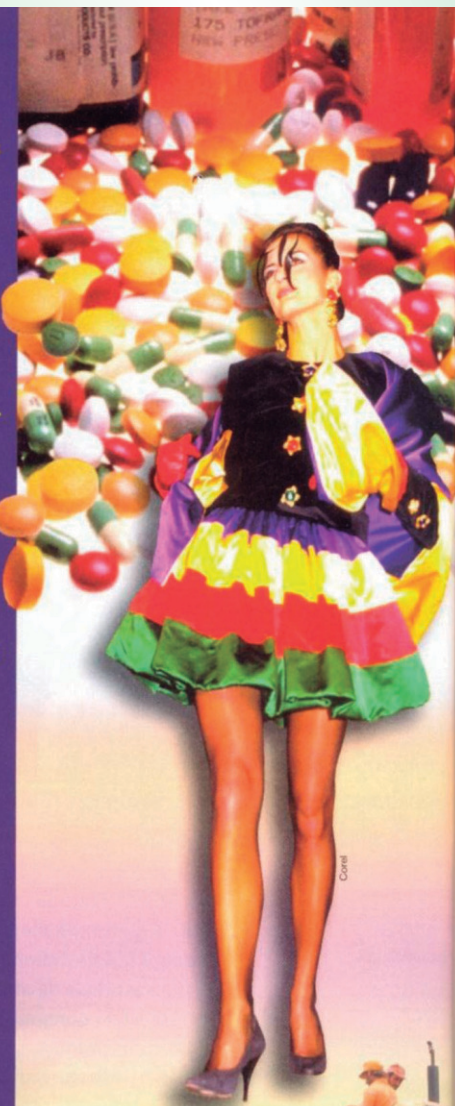
▶ A síntese do náilon revolucionou a indústria têxtil, permitindo uma diversificação na produção de roupas, apropriadas a diferentes tipos de clima, tipos de serviço profissional e até mesmo estilo de moda.



▶ O desenvolvimento do processo industrial de síntese da amônia permitiu a sua aplicação em larga escala na agricultura, aumentando a produtividade agrícola.



▶ Materiais plásticos foram utilizados para substituir diversas peças metálicas dos carros antigos, permitindo maior leveza aos automóveis, menor consumo de combustível, maior velocidade, mais conforto e segurança.



Corre



Joel Rocha/Prensa Três



Prensa Três



## Tema em foco

### POLUIÇÃO E DESENVOLVIMENTO: UMA PARCERIA QUE NÃO DÁ CERTO

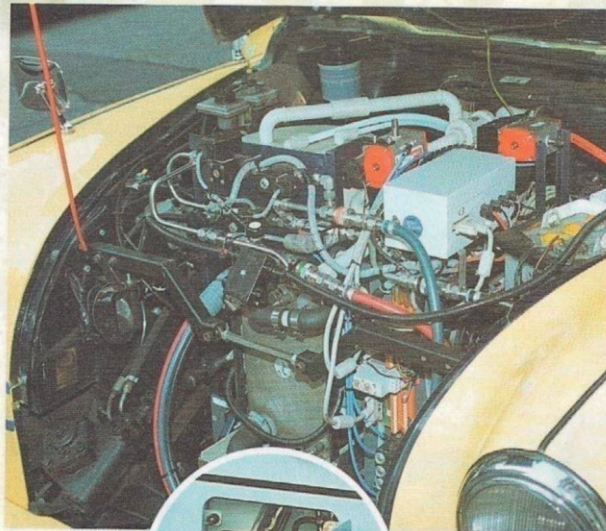
Talvez você pense que a Química só existe para complicar sua dura vida de estudante. Puro preconceito.

O objetivo dessa ciência é exatamente o oposto: facilitar a vida em sociedade e torná-la mais agradável. Afinal, é estudando as substâncias que os químicos ajudam a melhorar as condições de trabalho, preservar a saúde, aumentar o conforto e até mesmo criar formas de diversão.

Desenvolver novas fontes de energia é outro desafio dos cientistas. A grande maioria das atividades humanas depende da energia liberada por reações químicas. Sem elas, o mundo moderno não teria como manter funcionando seu fantástico arsenal tecnológico.

A energia elétrica que faz funcionar elevadores, ventiladores, computadores e lâmpadas é obtida em muitos países por meio de usinas termelétricas, que queimam combustíveis fósseis, como o petróleo. Já os telefones celulares, os telefones sem fio, os relógios, os controles remotos e muitos outros aparelhos funcionam com baterias que obtêm energia por meio de reações de materiais que contêm, por exemplo, lítio e cádmio. E esses são apenas dois exemplos das inúmeras utilizações da Química na sociedade.

Por esses exemplos, vemos que as reações desenvolvidas pelos químicos para obter novos materiais ou energia trazem mais conforto e bem-estar. No entanto, todo esse progresso costuma andar de mãos dadas com uma perigosa ameaça que atende pelo famosíssimo nome de **poluição**.



Contrast/Photos



Divulgação

Que tal substituir os tão poluentes combustíveis derivados do petróleo pelo gás hidrogênio? Este, em vez de liberar gases tóxicos, produz basicamente água.

SPL/Science Photo



6

CAPÍTULO 1 • O QUÍMICO E SUAS ATIVIDADES

Fonte: Santos e Mól (2003).





Mas nem sempre é fácil definir o quanto de uma substância é capaz de prejudicar o ambiente. Quanto lixo industrial um rio pode receber até que o chamemos de poluído? Depende do padrão de tolerância adotado, ou seja, dos valores máximos permitidos para os níveis de contaminação de diferentes substâncias. São esses valores que servem como parâmetros para a identificação de poluição.

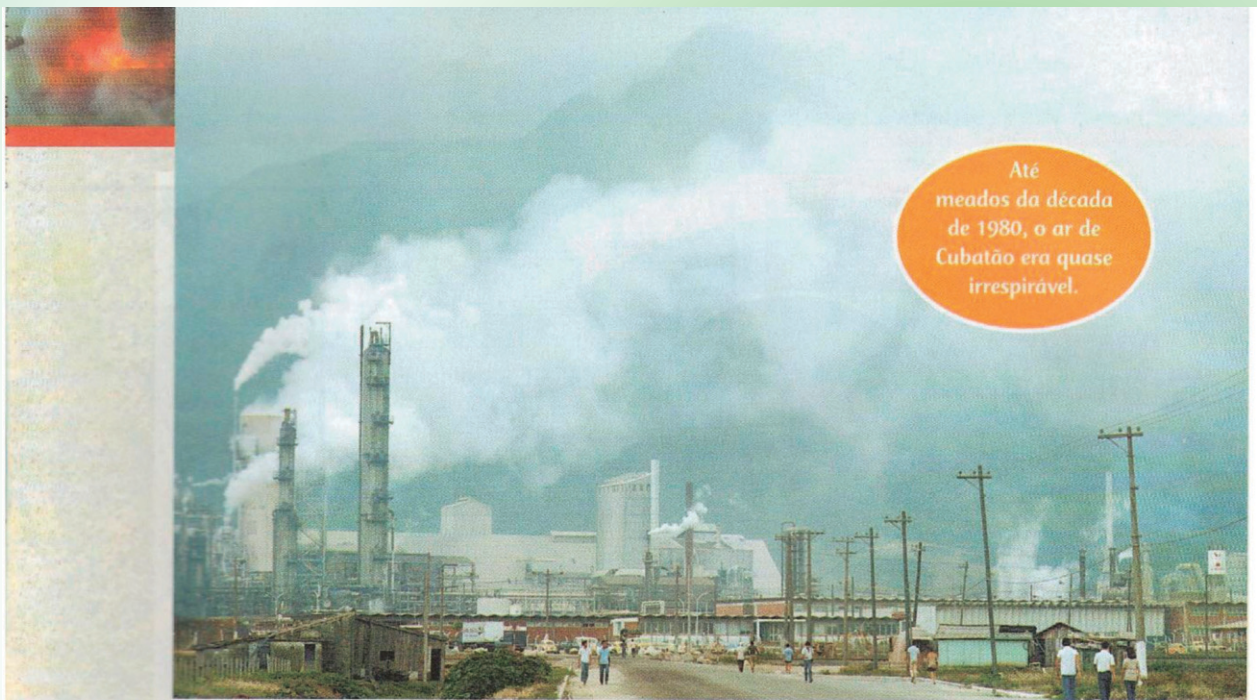
A definição de poluente também está ligada a determinadas condições e à concentração da substância no ambiente. Podemos dizer que toda substância é tóxica em potencial, pois seu grau de toxicidade dependerá de sua concentração em um determinado lugar. Até oxigênio em excesso mata. Isso mesmo: se respirado em elevadas concentrações, esse gás tão essencial à sobrevivência pode agredir nossas células. O dióxido de carbono, conhecido como gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), se inalado em ambiente que o contenha em concentração superior a 10%, pode levar à inconsciência ou até à morte por asfixia. Por outro lado, esse gás é essencial para a vida no globo terrestre, que, sem ele, seria um planeta gelado e vazio.

Há poluição atmosférica quando ocorre um aumento da quantidade de determinados gases ou de materiais sólidos em suspensão acima de limites definidos.

A concentração de poluentes na atmosfera depende de mecanismos de retenção ou dispersão. Como o volume da atmosfera é muito grande, a fumaça que sai de uma chaminé pode se espalhar por uma área vasta, o que atenua seus efeitos poluidores no local da emissão. Contudo, se a liberação de gases tóxicos for muito elevada e a dispersão não ocorrer adequadamente, instala-se um quadro mais sério de poluição atmosférica, com grandes danos à saúde da população (veja a tabela a seguir).

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA X DANOS À SAÚDE		
Contaminante	Efeitos à saúde	Principais fontes
Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ )	Impede o transporte de oxigênio no sangue, causa danos aos sistemas nervoso central e cardiovascular.	Queima de combustíveis fósseis.
Dióxido e trióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ e $\text{SO}_3$ )	Doenças cardiovasculares e respiratórias.	Combustão de carvão e petróleo contendo enxofre.
Óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}$ e $\text{NO}_2$ )	Danos ao aparelho respiratório.	Combustão do gás nitrogênio a altas temperaturas na queima de combustíveis.
Hidrocarbonetos ( $\text{C}_n \text{H}_m$ )	Alguns têm propriedades cancerígenas, teratogênicas ou mutagênicas.	Uso de petróleo, gás natural e carvão.
Macromoléculas sólidas e líquidas	Danos aos sistemas respiratório, gastrointestinal, nervoso central, renal etc.	Atividades industriais, transporte e combustão.

A poluição atmosférica torna o ar nocivo e impróprio à saúde humana e à vida de plantas e animais. Será que é mesmo preciso pagar um preço tão alto pelo progresso?



Até meados da década de 1980, o ar de Cubatão era quase irrespirável.

## PENSE

Que fatores, naturais ou não, podem fazer com que algumas regiões sejam mais poluídas do que outras?

Entre os fatores que dificultam a dispersão de poluentes, o relevo é um dos mais comuns. Cubatão, cidade industrial do Estado de São Paulo, conhece bem esse problema. Esse foi, por vários anos, um dos municípios brasileiros de maior concentração de gases tóxicos, emitidos por indústrias da região. Além da

falta de controle das indústrias, o problema era agravado pela topografia montanhosa, que dificulta a dispersão dos gases.

A compreensão de todos esses problemas depende do estudo das propriedades dos gases e de modelos químicos que iremos desenvolver no decorrer deste módulo.

Medidas como a instalação de filtros nas indústrias diminuíram os níveis de poluição atmosférica na cidade de Cubatão.



Fonte: Santos e Mól (2003).



## Tema em foco

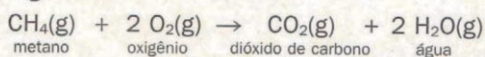
### SUJEIRA NO AR: COMBUSTÃO, POLUIÇÃO E AUTOMÓVEIS

As reações químicas são as maiores fontes de energia que sustentam nossa sociedade. Cerca de 76% da energia consumida para movimentar veículos e manter indústrias funcionando, por exemplo, nasce da queima de combustíveis: álcool, carvão, gás natural e, sobretudo, materiais extraídos do petróleo, como gasolina, querosene, óleo diesel e GLP (gás liquefeito de petróleo).

Mas, apesar da inegável utilidade, as reações de combustão são responsáveis por um dos maiores problemas ambientais do planeta: a poluição atmosférica.

Sabe quem são os grandes vilões dessa história? Os principais culpados pela poluição são os derivados do petróleo, substâncias chamadas de hidrocarbonetos, que são formadas por átomos de carbono e hidrogênio. Como exemplo, temos a gasolina, que é uma mistura de diversos hidrocarbonetos, entre os quais o heptano (C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>). O gás de cozinha é um outro exemplo, que também é uma mistura de hidrocarbonetos, sendo que o butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) é o principal deles.

A combustão de hidrocarbonetos produz, principalmente, água (H<sub>2</sub>O) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). No entanto, conforme as condições, ela pode produzir fuligem (C) ou monóxido de carbono (CO). Quando há oxigênio suficiente na reação de combustão dos hidrocarbonetos, a reação vai produzir dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O). Nesse caso, temos uma **combustão completa**, conforme é exemplificado na equação a seguir:

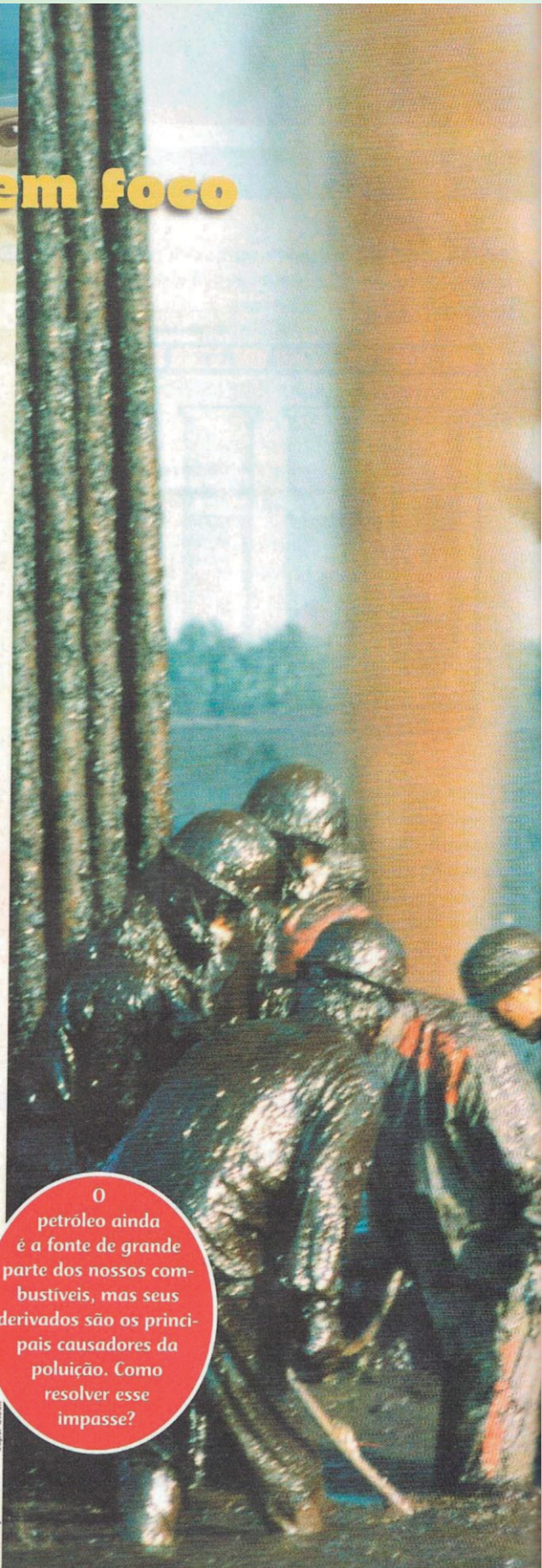


metano                      oxigênio                      dióxido de carbono                      água

O dióxido de carbono produzido na combustão de hidrocarbonetos é um gás incolor, inodoro e 50% mais denso que o ar. Ele é razoavelmente solúvel em água, com a qual reage formando ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

O petróleo ainda é a fonte de grande parte dos nossos combustíveis, mas seus derivados são os principais causadores da poluição. Como resolver esse impasse?

Super Stock





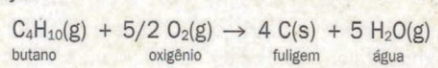
Conteúdo Imagem: Escola/Club Mundo Scuba Dive

Tenha sempre muito cuidado ao entrar em ambientes subterâneos. Eles podem conter elevadas concentrações de dióxido de carbono, tornando a atmosfera fatal.

Chama amarelada no fogão, exemplo de combustão incompleta, é sinal de alerta: o gás pode estar acabando.

A concentração média de CO<sub>2</sub> na atmosfera é 0,035% (0,035 g em 100 g de ar). Em elevadas concentrações tem efeito asfixiante, sendo a concentração máxima permitida para a permanência de pessoas no ambiente igual a 0,5% e para ambientes em que as pessoas têm presença temporária igual a 1,5%. Concentrações acima de 5% são consideradas perigosas e acima de 10% levam à inconsciência, podendo até provocar a morte por asfixia. Portanto, ambientes onde pode haver a formação de dióxido de carbono proveniente da decomposição de matéria orgânica, fermentação, combustão, respiração de seres vivos etc. devem ser bem ventilados. Tenha sempre muito cuidado ao entrar nesses ambientes.


Na **combustão incompleta** de hidrocarbonetos, são produzidos, além da água (H<sub>2</sub>O), monóxido de carbono (CO) e simplesmente carbono (C), também chamado de fuligem. Os produtos finais dependem da quantidade de oxigênio (O<sub>2</sub>) que participa da reação. A equação a seguir exemplifica uma reação de combustão incompleta. Veja:



Você já deve ter visto uma combustão incompleta em casa. Sabe quando o fogão a gás está desregulado e produzindo uma chama amarela? Isso pode acontecer por dois motivos: ou a entrada de ar não está sendo suficiente para fornecer a quantidade de oxigênio necessária para queimar com o gás ou talvez o gás no cilindro esteja acabando. Nesse caso, a mistura final (rica em substâncias mais densas e que demoram mais a escapar do bujão) é constituída de hidrocarbonetos com um número maior de átomos de carbono. Por esse motivo, eles requerem maior quantidade de oxigênio para queimarem completamente.

Nessas duas hipóteses, a chama fica amarelada e o fundo das panelas, preto, devido à fuligem resultante da combustão incompleta.

Fonte: Santos e Mól (2003).




Um outro exemplo para quem não é fã de panelas: carro mal regulado. A fumaça preta que sai de um automóvel desregulado nada mais é do que a fuligem resultante de combustão incompleta. Fuja dela! A emissão de fuligem na atmosfera é uma das grandes responsáveis pelos danos ambientais e problemas respiratórios enfrentados nos grandes centros urbanos.

Os caminhões e os ônibus são movidos, em geral, pela combustão do óleo diesel. Os motores desses veículos, quando bem regulados e funcionando a altas temperaturas, fazem com que o combustível seja praticamente todo queimado, produzindo quase que exclusivamente dióxido de carbono e vapor d'água, sem a presença de fuligem que polui o ambiente e prejudica a saúde.

Veículos menores, cujos motores queimam gasolina e álcool, não produzem fuligem, a menos que não estejam bem regulados. No entanto, eles geram o monóxido de carbono, o que praticamente não ocorre com caminhões e ônibus.

Com relação ao ambiente, há uma diferença entre a combustão da gasolina e a combustão do álcool. A gasolina é uma mistura de substâncias extraídas do petróleo, de forma que sua queima produz, além de dióxido de carbono, monóxido e carbono e vapor d'água, uma série de outros gases nocivos ao ambiente. Já o álcool combustível é menos complexo, constituído basicamente pelas substâncias etanol e água. A combustão do álcool produz uma quantidade menor de monóxido de carbono.

Como você pode ver, o monóxido de carbono é um subproduto da combustão incompleta. Trata-se de um gás incolor e inodoro, que possui a propriedade química de combinar-se com a hemoglobina presente nos glóbulos vermelhos do sangue, prejudicando o transporte de oxigênio para as células do corpo. Isso acontece porque a hemoglobina, que deveria se combinar com o oxigênio para transportá-lo para as células do corpo, fica comprometida com o monóxido de carbono. Além de provocar doenças como rinite, bronquite, pneumonia e asma, em altas concentrações essa contaminação pode até matar.



A fumaça preta que sai do ônibus, resultado da combustão incompleta do óleo diesel, é muito prejudicial à saúde. O que poderia ser feito para que veículos mal regulados não circulassem?

## ■ Defesa contra a poluição

Para tentar controlar os gases que poluem o ar das cidades, foi criado pelo governo, em 1993, um programa de controle da poluição do ar para veículos automotores. De acordo com esse programa, a indústria automobilística foi obrigada a tomar as providências para reduzir a emissão de monóxido de carbono (de 50 g para 1 g, por quilômetro rodado), criando tecnologias que melhorassem a combustão.

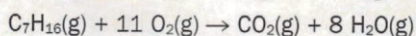
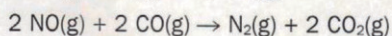
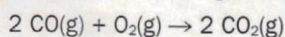
Um exemplo das novas tecnologias para combater a poluição é o **conversor catalítico**, chamado popularmente de **catalisador**. Semelhantes a uma colméia de abelha, conversores catalíticos são recipientes metálicos com revestimento interno à base de cerâmica, com finos orifícios, instalados nas descargas dos automóveis, ou seja, nos escapamentos. Essa estrutura cerâmica serve de suporte para uma mistura de metais na forma de um pó fino. Nos carros a gasolina, a mistura é constituída de paládio (Pd) e ródio (Rh), enquanto nos carros a álcool utiliza-se paládio (Pd) e molibdênio (Mo). Na



Para decompor os gases poluentes com eficiência é necessário aumentar a superfície de contato dos catalisadores, o que é obtido por estruturas semelhantes a colméias.

realidade, são esses metais que funcionam como catalisadores. Eles aumentam a rapidez de uma série de reações, que converterão gases poluentes em outros gases menos nocivos.

Na queima incompleta dos combustíveis, ocorre produção de substâncias poluentes, como monóxido de carbono (CO), óxido de nitrogênio (NO) e resíduos dos próprios combustíveis que escapam sem terem sido queimados no motor do automóvel. Os conversores catalíticos aceleram as reações de transformação desses gases em outros menos poluentes, conforme as seguintes equações:



Essas reações são aceleradas nos conversores pela ação dos metais que as catalisam. A estrutura dos canalizadores em forma de colméia aumenta a superfície de contato, produzindo uma área de aproximadamente dois a três campos de futebol.



### PENSE, DEBATA E ENTENDA

- 1 Relacione medidas que poderiam ser adotadas pela população em geral, pelo governo, pelos empresários e pelos institutos de pesquisa de ciência e tecnologia para diminuir a poluição atmosférica oriunda dos automóveis.
- 2 Explique como o monóxido de carbono impede o transporte de oxigênio para as células do corpo.
- 3 Explique que cuidados deveriam ser observados ao se entrar em locais subterrâneos, como em poços, cavernas etc.
- 4 Do ponto de vista ambiental, qual a vantagem de utilizar o álcool como combustível?
- 5 Explique com suas palavras como os catalisadores dos carros contribuem para diminuir a poluição atmosférica.
- 6 Cite atitudes que os proprietários de automóveis devem adotar para diminuir a poluição atmosférica.

