

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

MOISÉS MARQUES PRSYBYCIEM

A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM UM ENFOQUE CTS NO
ENSINO DAS FUNÇÕES QUÍMICAS INORGÂNICAS ÁCIDOS E
ÓXIDOS NA TEMÁTICA AMBIENTAL

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA

2015

MOISÉS MARQUES PRSYBYCIEM

**A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM UM ENFOQUE CTS NO
ENSINO DAS FUNÇÕES QUÍMICAS INORGÂNICAS ÁCIDOS E
ÓXIDOS NA TEMÁTICA AMBIENTAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Campus Ponta Grossa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Elenise Sauer

PONTA GROSSA

2015

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa
n.42/15

P969 Prsybyciem, Moisés Marques

A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental. / Moisés Marques Prsybyciem. -- Ponta Grossa, 2015.
212 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof. Dra. Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

1. Química - Experiências. 2. Chuvas ácidas. 3. Educação ambiental. 4. Química - Ensino. I. Silveira, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Título.

CDD 507



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº 97/2015

A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM UM ENFOQUE CTS NO ENSINO DAS FUNÇÕES QUÍMICAS INORGÂNICAS ÁCIDOS E ÓXIDOS NA TEMÁTICA AMBIENTAL

por

Moisés Marques Prsybyciem

Esta dissertação foi apresentada às **9 horas** do dia **26 de junho de 2015** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof^a. Dr^a. Fabiana Roberta Gonçalves
e Silva Hussein (UTFPR)**

**Prof^a. Dr^a. Elizabeth Weinhardt de Oliveira
Scheffer (UEPG)**

**Prof^a. Dr^a. Elenise Sauer (UTFPR)
Coorientador**

**Prof^a. Dr^a. Rosemari Monteiro Castilho
Foggiatto Silveira (UTFPR) - *Orientador***

Visto do coordenador:

Prof. Dr. Luis Mauricio Martins de Resende
Vice-Coordenador do PPGECT

A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE
REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR – CÂMPUS PONTA GROSSA

Dedico este trabalho a minha família, a meu pai, Casemiro Prsybyciem e a minha mãe, Maria Virginia Marques Prsybyciem, que mesmo sem nunca ter frequentado uma escola regular, apenas a escola da vida, são exemplos de seres humanos de grande sabedoria.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar força e sabedoria nos momentos mais difíceis para escolher o melhor caminho a seguir;

À minha esposa Monica, pelo incentivo e apoio nos momentos decisivos;

Aos meus pais, Casemiro e Maria, pela sabedoria e humildade;

À minha querida orientadora, Professora Dr^a. Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira, que depositou sua confiança em mim e em meu trabalho. Sempre atenciosa, com paciência, orientou-me a seguir sempre o melhor caminho nessa jornada. Pessoa inteligente e que influencia a todos, pois acredita em uma educação transformadora;

À querida coorientadora, Prof.^a Dr^a. Elenise Sauer, que sempre me incentivou, com suas aulas, a seguir os estudos em Ensino de Química;

À Professora Dr^a. Elizabeth Weinhardt de Oliveira Scheffer, pelas contribuições que aprimoraram este trabalho;

À Professora Dr^a. Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein, pelas suas valiosas contribuições;

Ao meu grande amigo Prof. Ricardo Luiz Zanotto, companheiro indispensável nesta caminhada;

À amiga Prof.^a Denise Zanotto, por suas contribuições e incentivo;

A todos os professores do PPGECT, meu agradecimento;

À direção, e a equipe pedagógica do colégio Estadual Francisco Neves Filho, assim como, aos alunos que participaram do projeto, o meu sincero agradecimento;

Agradeço a todos que influenciaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

“[...] cada átomo, molécula, tecido, do nosso corpo, vem da terra, por meio da alimentação e respiração. Nosso corpo é um empréstimo da Terra. Utilizamos esse aglomerado de matéria para nos comunicarmos. Somos uma extensão do Planeta. Uma extensão que pensa, vibra, evolui. Quando morremos, devolvemos todos os componentes materiais à Terra e fechamos o ciclo. Começando tudo de novo”

GENEBALDO FREIRE DIAS

RESUMO

PRSYBYCIEM, Moisés Marques. **A Experimentação Investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental**. 2015. 212 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

As pesquisas em Ensino de Química têm apontado que as atividades experimentais investigativas podem ser usadas, para uma maior participação do estudante no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, esse estudo se refere a um trabalho desenvolvido no ano letivo de 2013, em contra turno, no período vespertino, na modalidade projeto, que visou abordar os conceitos de Química por meio de um tema sociocientífico: a chuva ácida. Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho foi verificar as contribuições da experimentação investigativa em um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para o ensino e aprendizagem das funções inorgânicas ácidos e óxidos. A pesquisa foi realizada com 25 alunos de 1º e 2º ano do Ensino Médio de um colégio da rede estadual do Estado do Paraná. A abordagem metodológica utilizada foi à qualitativa de natureza interpretativa, com observação participativa. Para a coletados dados utilizaram-se, questionários, anotações em diário de campo, pesquisas bibliográficas, elaboração e análise de mapas conceituais, produção de vídeos e fotos. As atividades desenvolvidas foram divididas em oito momentos pedagógicos, nas quais se buscou estabelecer as relações entre Ciência e Tecnologia e suas implicações para sociedade, abordando os conteúdos funções inorgânicas, ácidos e óxidos, entre outros. Os principais resultados evidenciaram que a utilização da experimentação investigativa em um enfoque CTS despertou a curiosidade e a motivação, oferecendo uma nova dinâmica para o Ensino de Química, favorecendo uma participação ativa dos alunos na construção do conhecimento, tais como: planejar, levantar e testar as hipóteses, avaliar os resultados e propor soluções para a questão investigada. Além dessa verificação, cita-se como resultado uma evolução dos conceitos e significados científicos de Química em relação às concepções prévias dos estudantes, contribuindo para mudança de atitudes e ações em relação ao meio ambiente, que possibilitou reflexões sobre as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia, culminando com a construção de História em Quadrinhos, abordando conceitos químicos e demonstrando habilidades como comunicação e tomada de decisão.

Palavras-chave: Experimentação Investigativa. CTS. Ensino de Química. Chuva Ácida. Educação Ambiental.

ABSTRACT

PRSYBYCIEM, Moisés Marques. **The Investigative Trial in a CTS approach in the teaching of inorganic chemical functions acids and oxides on environmental issues.** 2015. 212 f. Dissertation (Master in Science and Technology Education) - Graduate Program in Science and Technology Education. Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2015.

Research in Chemistry Teaching have pointed out that the investigative experimental activities can be used for increased student participation in the process of teaching and learning. Thus, this study refers to a work in the academic year 2013, in counter part, in the afternoon, in design mode, which aimed to address the chemistry concepts through a social-scientific theme: acid rain. In this sense, the objective of this study was to assess the contributions of the investigative experiment in a science focus, Technology and Society (STS) for teaching and learning functions of inorganic acids and oxides. The survey was conducted with 25 students of 1st and 2nd year of high school a college of the state of Paraná. The methodological approach used was the qualitative interpretative nature, with participatory observation. To collect the data we used, quizzes, notes in field diary, literature searches, preparation and analysis of conceptual maps, production of videos and photos. The activities were divided into eight educational moments in which we sought to establish the relationship between science and technology and its implications for society by addressing the content inorganic functions, acids and oxides, among others. The main results showed that the use of investigative experimentation in a CTS approach aroused the curiosity and motivation by offering a new dynamic for the Chemistry Teaching, encouraging the active participation of students in the construction of knowledge, such as: planning, raising and testing hypotheses, evaluate the results and propose solutions to the issue investigated. In addition to this check, is quoted as a result of an evolution of the scientific concepts and meanings of Chemistry in relation to previous conceptions of students, contributing to changing attitudes and actions in relation to the environment, which allowed reflections on the social implications of science and technology, culminating in the construction of Comic addressing chemical concepts and demonstrating skills such as communication and decision making.

Keywords: Investigative Experimentation. STS. Chemistry Teaching. Acid Rain. Environmental Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação das substâncias Químicas	33
Figura 2 – Modelo tradicional/linear de progresso.....	47
Figura 3 – A interação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade com a mediação do professor	53
Figura 4 – A problematização na experimentação investigativa.....	65
Figura 5 – Inter-relações entre problematização, teoria, hipóteses, experimento e a mediação do professor	67
Figura 6 – Inter-relações dos sete passos para experimentação investigativa no enfoque CTS.....	74
Figura 7 – Organograma dos procedimentos metodológicos	80
Figura 8 – Identificar as concepções prévias dos alunos sobre questões ambientais, CTS e conceitos Químicos	81
Figura 9 – Realização de uma oficina para construir mapas conceituais	82
Figura 10 – Leitura crítica de textos e discussão das implicações entre CTS.....	82
Figura 11 – Apresentação dos conteúdos Químicos como subsídios	83
Figura 12 – Realização de experimentos investigativos sobre chuva ácida.....	84
Figura 13 – Realização de um júri simulado (debate) sobre chuva ácida	87
Figura 14 – Chuva ácida versus implicações sociais	89
Figura 15 – Mostra científica	90
Figura 16 - Foto tirada pela aluna A8 do seu aparelho celular sobre saneamento básico.....	95
Figura 17 – Foto tirada pelo aluno A2 do seu aparelho celular sobre lixo	95
Figura 18 – Imagem sobre meio ambiente	96
Figura 19 - Leitura e discussão dos textos sobre questões ambientais	106
Figura 20 - Elaboração e construção de mapas conceituais pelos alunos.....	107
Figura 21 - Mapa conceitual final sobre o tema lixo	108
Figura 22 - Mapa conceitual final sobre o tema poluição	109
Figura 23 - Mapa conceitual final sobre o tema educação ambiental.....	110
Figura 24 - Pesquisa no laboratório de informática para levantar hipóteses e estratégias.....	111
Figura 25 - Pesquisa na biblioteca para levantar hipóteses e estratégias.....	112

Figura 26 - Passos para simulação de uma chuva ácida	117
Figura 27 - Processo de formação da chuva ácida e mudança de coloração e aspecto de uma flor.....	118
Figura 28 - Flores 1 e 2 antes da exposição por uma solução de ácido acético ...	119
Figura 29 - Processo de borrifar uma das flores (2) com uma solução de ácido acético	120
Figura 30 - Comparação de uma flor antes e depois da exposição pela solução de ácido acético	120
Figura 31– Reunião do pós - laboratório	121
Figura 32 - Resposta da aluna A13.....	124
Figura 33 – Disposição dos alunos no “júri simulado” apresentando suas ideias iniciais	130
Figura 34 - Alunos apresentando um vídeo sobre os benefícios da tecnologia	132
Figura 35 - Alunos pesquisando para apresentação do dia da terra	136
Figura 36 - Alunos confeccionando cartazes sobre o dia da terra.....	137
Figura 37 - Alunos montando cartazes e o mural sobre o dia da terra.....	137
Figura 38 - Alunos apresentando uma palestra sobre o dia da terra.....	138
Figura 39 - Aluna A8 cantando uma paródia sobre o dia da terra.....	138
Figura 40 - Visita ao parque Newton Freire Maia.....	140
Figura 41 - Alunos plantando árvores no colégio.....	141
Figura 42 - Mostra científica: a) leitura das HQs pelos alunos da educação fundamental; b) exposição das HQs na sala de aula	143
Figura 43 - História em Quadrinhos: Chuva Ácida (páginas 1 e 8)	144
Figura 44 - História em Quadrinhos: Chuva Ácida (páginas 2 e 3)	145
Figura 45 - História em Quadrinhos: Chuva Ácida (páginas 4 e 5)	146
Figura 46 - História em Quadrinhos: Chuva Ácida (páginas 6 e 7)	147
Figura 47 - História em Quadrinhos: Efeito Estufa (página 1)	148
Figura 48 - História em Quadrinhos: Efeito Estufa (página 2)	149
Figura 49 - História em Quadrinhos: Efeito Estufa (páginas 3 e 4)	149
Figura 50 - História em Quadrinhos: Efeito Estufa (páginas 5 e 6)	150

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Capítulos que compõem a dissertação	27
Quadro 2 –Temas sociais abordados nos cursos CTS, agrupados em oito áreas..	30
Quadro 3 – Principais diferenças entre as tradições Européia e Americana.....	49
Quadro 4 – Ensino de Ciências tradicional e o ensino de CTS	56
Quadro 5 – Ensino de funções inorgânicas (ácidos e óxidos) na abordagem tradicional e com enfoque CTS	57
Quadro 6 – Tipos de atividades experimentais	63
Quadro 7 – Comparação entre a solução de problema escolar e a tomada de decisão ante problema da vida real.....	66
Quadro 8 – Objetivos pedagógicos da experimentação investigativa	68
Quadro 9 – Os oitos momentos pedagógicos e suas cargas horárias	79
Quadro 10 – Etapas para realização do Júri simulado.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Respostas dos 25 alunos sobre concepção de educação ambiental.....	93
Tabela 2 - Respostas dos 25 alunos sobre principal problema ambiental de seu município.....	94
Tabela 3 - Concepção dos alunos sobre as causas e as consequências da chuva ácida.....	98
Tabela 4 - Concepção dos alunos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em categorias.....	101

LISTA DE ACRÔNIMOS

ONU Organização das Nações Unidas

UNESCO Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
H ₂ CO ₃	Ácido Carbônico
HNO ₃	Ácido Nítrico
C&T	Ciência e Tecnologia
CFC	Cloro - Flúor - Carboneto
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CaCO ₃	Carbonato de cálcio
NaCl	Cloreto de sódio
DCE	Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
CO ₂	Dióxido de carbono/gás carbônico
SO ₂	Dióxido de enxofre ou Dióxido de (mono) enxofre
EM	Ensino Médio
EA	Educação Ambiental
KOH	Hidróxido de Potássio
NaOH	Hidróxido de Sódio
HQs	História em Quadrinhos
ME	Meio Ambiente
CH ₄	Metano
NO _x	Óxidos de Nitrogênio

OGM	Organismos Geneticamente Modificados
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
pH	Potencial Hidrogeniônico
PACC	Programa de Atividades Complementares Curriculares
PPGECT	Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia
PPP	Projeto Político Pedagógico
PPC	Proposta Pedagógica Curricular
SEED	Secretária de Estado da Educação do Paraná
TDC	Textos de Divulgação Científica
SO ₃	Trióxido de Enxofre
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 O ENSINO DE QUÍMICA: PAPEL DO PROFESSOR E DO ALUNO	28
1.2 POR QUE ABORDAR A TEMÁTICA AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA?.....	20
1.3 CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA	23
1.4 OBJETIVOS	26
1.5 ESTRUTURA DO ESTUDO	27
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	28
2.1 A FORMAÇÃO PARA CIDADANIA E AS FUNÇÕES INORGÂNICAS	28
2.1.1 A escola e a formação para cidadania	28
2.1.2 As funções Químicas inorgânicas ácidos e óxidos.....	31
2.2 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENSINO DE QUÍMICA	35
2.2.1 Dimensões históricas da Educação Ambiental.....	35
2.2.2 O que é Educação Ambiental?	37
2.2.3 A Educação Ambiental como mudança de percepções sobre o Meio Ambiente.....	39
2.2.4 A Educação Ambiental no Ensino de Química	40
2.3 O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)	44
2.3.1 Origens do movimento CTS	44
2.3.2 Os objetivos da Educação CTS.....	49
2.3.3 CTS: uma proposta para a educação em Química	51
2.3.4 Enfoque CTS no Ensino de Química na temática ambiental por meio da experimentação investigativa	54
2.4 A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NUM ENFOQUE CTS: CONCEPÇÃO E POSSIBILIDADES	59
2.4.1 A experimentação no Ensino de Química	59
2.4.2 O que é ensino por meio da experimentação investigativa?	64
2.4.3 O professor e o aluno numa proposta investigativa com enfoque CTS.....	70
2.4.4 A experimentação investigativa na temática ambiental num enfoque CTS: uma possibilidade para o Ensino de Química	70
CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	76
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	76
3.2 UNIVERSODA PESQUISA	77
3.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA	78
3.4 COLETA DE DADOS	79
3.5 DESENVOLVENDO A PESQUISA.....	79
CAPÍTULO 4 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	91

4.1 COMPREENSÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS E PERCEPÇÕES DOS ALUNOS.....	92
4.1.1 Educação Ambiental.....	92
4.1.2 Questões ambientais: a chuva ácida, o lixo e a poluição	97
4.1.3 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).....	101
4.1.4 Funções inorgânicas (ácidos e óxidos)	103
4.2 CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS A PARTIR DAS INTERVENÇÕES PEDAGÓGICAS REALIZADAS.....	105
4.3 A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM UMA ABORDAGEM CTS: UMA PROPOSTA DIFERENCIADA PARA O ENSINO DE QUÍMICA	111
4.3.1 A aprendizagem do conteúdo funções inorgânicas ácidos e óxidos	122
4.3.2 Percepção dos alunos sobre a proposta de utilização da experimentação investigativa num enfoque CTS.....	126
4.3.3 Tomada de decisão: desenvolvendo a autonomia intelectual para formação cidadã.....	135
4.4 PRODUÇÕES DE HISTÓRIA EM QUADRINHOS (HQs) PELOS ALUNOS.....	142
CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	152
5.1 LIMITAÇÕES E IMPLICAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	156
REFERÊNCIAS.....	158
APÊNDICE A - Pedido de autorização para Direção e Equipe Pedagógica.....	165
APÊNDICE B - Termo de Consentimento para os responsáveis pelos estudantes	167
APÊNDICE C - Questionário concepções prévias dos alunos sobre questões ambientais.....	169
APÊNDICE D - Questionário concepções prévias dos alunos sobre chuva ácida e funções inorgânicas	172
APÊNDICE E - Questionário experimentação investigativa	174
APÊNDICE F - Apresentação de slides sobre o tema chuva ácida.....	176
ANEXO A - Diário de campo utilizado para anotações	180
ANEXO B - Textos para leitura crítica.	182
REFERÊNCIAS DOS APÊNDICES	212
REFERÊNCIAS DOS ANEXOS	212

1 INTRODUÇÃO

1.1 O ENSINO DE QUÍMICA: PAPEL DO PROFESSOR E DO ALUNO

Tendo ficado em sono profundo durante décadas, um homem acorda e percorre, espantado, o novo mundo que o cerca: as pessoas movem-se em máquinas que ele nunca vira antes. As casas são outras, de materiais que ele também desconhecia. Intrigado, encontra caixas de onde saem imagens e sons. As pessoas vestem-se de modo estranho. Assustado, refugia-se em um prédio onde, ao entrar em uma sala, depara com jovens sonolentos, fingindo prestar atenção em uma pessoa mais velha que lhes fala sobre algo que só a ela parece interessar. Uma suave sensação de alívio o envolve, aquela sensação de quem, numa terra estranha, encontra algo que conhece de longa data (CAMPOS; SILVA, 1999, p. 18).

Essa é uma parábola que permite observar o conservadorismo da escola, enquanto estrutura. No entanto, não é apenas na sua organização estrutural que a escola mantém-se conservadora, mas também na seleção de conteúdos, e, talvez até mais, na alternativa metodológica escolhida pelo professor. Dessa forma, esse conjunto de fatores contribui para desmotivação e desinteresse dos estudantes em aprender as diversas disciplinas do currículo no Ensino Médio (EM), particularmente, aqui, a Química.

Essa crítica ao “ensino tradicional”, muitas vezes, refere-se à ação passiva do estudante que apenas participa como ouvinte que recebe o conteúdo transmitido pelo professor (GUIMARÃES, 2009). As pesquisas em Ensino de Química, no decorrer das últimas décadas, apontam diversas causas para o fracasso no processo de ensino e aprendizagem (SUART, 2008). Entre essas causas, podem-se citar, por exemplo, a fragmentação do conhecimento, a descontextualização e a aprendizagem mecânica.

Como consequência, pesquisadores e professores dessa área de conhecimento buscam alternativas metodológicas que, ao menos, minimizem tais dificuldades, priorizando, por exemplo, a participação do aluno na construção dos conceitos científicos e no desenvolvimento de habilidades cognitivas e atitudinais (SUART, 2008). Nesse sentido, no Ensino de Química, verifica-se que há um esforço, por parte dos professores, em abordar os conteúdos de maneira crítica e reflexiva. Para tanto, torna-se necessário que os currículos sejam organizados priorizando a seleção de conteúdos e

metodologias adequadas à educação para a cidadania (PCN, 2006), ao invés de focar somente na aprovação em vestibulares.

Todavia, apesar desse esforço, muitos professores ainda abordam os conteúdos por meio de tendências pedagógicas tradicionais, centralizadas somente na transmissão de conteúdo, fórmulas e cálculos, de tal modo a considerar o aluno um receptáculo de informações imutáveis que deverão ser reproduzidas nas provas.

Nessa perspectiva, a Química é concebida pela maioria dos estudantes, como uma grande vilã, desconectada de sua realidade, contribuindo para a fragmentação e descontextualização do conhecimento, desconsiderando as questões históricas, científicas, tecnológicas, sociais, políticos, econômicas e éticas que influenciam diretamente na construção do conhecimento Químico. Assim, os estudantes apresentam dificuldades e certa resistência em relação à Química.

Na visão de Silva (2007, p. 12), “o ensino de Química pode ser visto como instrumento de construção social e cultural para uma sociedade sustentável”. Para isso faz-se necessário repensar a maneira de abordar os conceitos e significados de Química. Nesse processo, o professor poderá assumir o papel de articulador e/ou mediador entre a tríade: Conhecimento Químico (ciência), os produtos/processos que envolvem o conhecimento Químico (tecnologia) e as relações socioambientais para o aluno (sociedade).

Assim, para uma ação mais efetiva do seu papel de mediador e articulador na construção do conhecimento Químico na escola, o professor necessita identificar os conhecimentos prévios dos alunos (MOREIRA; MASINI, 2010), associado às alternativas metodológicas diferenciadas, como a investigação, o lúdico, os filmes, as músicas, a experimentação, entre outras. Todavia, para a realização de tal papel, há necessidade de mudança de postura, passando de transmissor de conhecimento a agente problematizador, questionador e reflexivo. Assim, o aluno terá condições de perceber a Química como algo integrante de sua realidade, deixando de concebê-la uma “vilã”.

A Química é uma ciência de base potencialmente experimental. Como consequência dessa característica, as atividades experimentais deveriam ser as estratégias didáticas mais utilizadas no processo educacional, sendo

consideradas importantes na contribuição para melhoria dos resultados no processo de ensino e aprendizagem no Ensino dessa disciplina.

No entanto, muitos trabalhos e pesquisas apresentam críticas ao modo pelo qual as atividades experimentais têm sido propostas e executadas em sala de aula (SUART, 2008). Assim, pesquisadores como Hodson (1994); Gil-Pérez e Valdés Castro (1996) e Guimarães (2009) mostram que muitos professores utilizam a experimentação valorizando a demonstração, o caráter indutivo e a comprovação de teorias, os quais de forma estanque muito pouco contribuem para construção de significados em Química.

De acordo com Hodson (1988), citado por Suart (2008), é importante alertar-se em relação à maneira como as atividades experimentais vem sendo desenvolvidas, uma vez que foi criado o mito de que a observação e o experimento fornecem dados confiáveis e que independem do corpo teórico.

Os experimentos utilizados na ciência vão além da observação e da coleta de dados, devendo constituir-se num processo que possibilite a elaboração de hipóteses, permitindo verificação e avaliação (HODSON, 1988). Porém, essa dimensão não é atingida apenas com estratégias e conteúdos que valorizem essas características. É imprescindível a participação do estudante na construção do conhecimento por meio da experimentação investigativa (CARVALHO et al., 1999).

Portanto, neste trabalho, com o objetivo de verificar as contribuições da experimentação investigativa, relacionada aos conceitos Químicos, à Educação Ambiental (EA), e sob a ótica Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), são sugeridas algumas estratégias que podem ser desenvolvidas em sala de aula a fim de auxiliar o professor na aproximação dos conceitos científicos (Química) ao cotidiano do estudante.

1.2 POR QUE ABORDAR A TEMÁTICA AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA?

Desde minha infância, meu interesse pelos fenômenos do cotidiano e as questões ambientais estiveram presentes. Sempre questionava os “porquês das coisas”; queria saber o motivo de determinada transformação ou quando me

deparava, por exemplo, com a retirada de araucárias ou pinheiro-do-paraná, situação muito forte na época, na região onde morava, para extração da madeira e agropecuária, eu me perguntava o porquê dessa ação de agressão para com a natureza.

Na escola, quando cursava o ensino fundamental, percebia que eram poucas às vezes que um professor abordava as questões ambientais. E, no ensino médio, esse fato também se repetiu. Tive a oportunidade de cursar disciplinas como Química, Física e Biologia, e, apesar, dessas disciplinas serem ditas como experimentais, foram poucas as vezes que tive aulas experimentais, as quais eram meramente demonstrativas, em que o professor realizava o experimento, e o aluno apenas observava e anotava o resultado, sem uma participação ativa no processo.

Assim, as aulas de Química eram apenas teóricas, com fórmulas, nomes e cálculos que eu deveria decorar para reproduzir nas provas. Não havia nenhuma relação com o cotidiano, ou, de seu real significado e de sentido para a vida em sociedade. Nesse processo, também foi notório que não houve nenhuma referência às questões ambientais. Raramente houve questionamentos e discussões que permitissem reflexão.

Por isso, essas e outras experiências influenciaram na escolha do meu curso de graduação, uma vez que meu interesse pelos fenômenos científicos e naturais aumentou, e, sempre buscava saber mais. Dessa forma, no ano de 2007, iniciei o curso de Licenciatura em Química, na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Ainda em formação acadêmica, no ano de 2008, iniciei minha carreira profissional como docente no EM. Por minha concepção sobre o Ensino de Química não ser tradicional, e de conceber a experimentação como uma metodologia indissociável da Química, eu via que meus colegas e o próprio currículo priorizavam um Ensino de Química como uma “receita de bolo”, com passos a serem seguidos a partir dos materiais já disponíveis na bancada do laboratório. E mais, nesse processo nada poderia dar errado, geralmente o mais importante era o resultado final, ou seja, era a prática comprovando a teoria transmitida na sala de aula.

Dessa forma, com a convivência com profissionais de diversas áreas e principalmente na Química, percebi que a visão de Ensino de Química de muitos

professores é pautada na constante memorização de fórmulas e conceitos, bem como na ênfase em cálculos matemáticos, e, conseqüentemente, a falta de contextualização do conteúdo. Esse modelo de ensino é descontextualizado, essencialmente memorístico, e favorece a ocorrência de uma aprendizagem mecânica extremamente desmotivadora.

Quero ressaltar, no entanto, que não estou dizendo que os cálculos matemáticos não são importantes. Mas, que concordo com Chassot (2006), quando afirma que o professor deveria abordar os conteúdos de uma forma diferenciada, contribuindo para uma visão contextualizada, de real significado para a vida do aluno, com vistas à formação do cidadão alfabetizado cientificamente.

No ano de 2010, quando cursava o último ano da graduação, entrei em contato, pela primeira vez na universidade, com a temática ambiental, na disciplina de Introdução a Química Ambiental. Porém, meu contato mais efetivo com a Educação Ambiental, enquanto formação acadêmica, ocorreu no ano de 2011, quando ingressei em uma pós-graduação *Latu Sensu* em Educação e Gestão Ambiental. À medida que cursava as disciplinas, via as inúmeras possibilidades dessa ponte entre EA e o Ensino de Química. Todavia, identificava uma lacuna quanto às atividades experimentais relacionadas à temática ambiental.

Ao ingressar no curso de mestrado profissionalizante no ano de 2013, no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT), pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), continuei a me interessar nessa conexão entre o Ensino de Química e a EA. No entanto, com um enfoque CTS, utilizando como estratégia para essa conexão a experimentação investigativa.

Diante dessa situação, comecei a pensar em meios para unir a prática experimental investigativa ao Ensino de Química em um enfoque CTS, mas que partisse de uma abordagem ambiental. Essa oportunidade surgiu com o desenvolvimento de um projeto de Educação Ambiental em um colégio público de um município do Estado do Paraná no ano letivo de 2013.

Defende-se, portanto, neste estudo, a utilização de atividades experimentais investigativa em um enfoque CTS, as quais partem de um tema sociocientífico no sentido de oportunizar aos estudantes uma participação mais

ativa e dinâmica, com caráter investigativo. Assim, por meio de uma problemática sociocientífica o aluno levanta hipótese, questiona e apresenta sugestões de experiências para verificação ou não da pertinência da hipótese levantada. Na experimentação com viés investigativo permite-se reflexão do processo, que se ajusta ao contexto, e, desenvolve a criatividade.

O desenvolvimento do projeto ocorreu em contra turno, no período vespertino, na disciplina de Química, enfrentando vários obstáculos e dificuldades. Todavia, os resultados demonstram que as estratégias utilizadas permitiram uma nova dinâmica para o Ensino de Química no enfoque CTS. O desenvolvimento e resultados desse projeto são apresentados na presente dissertação.

1.3 CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA

O crescente aumento da população trouxe a necessidade do aumento da produção de alimentos, energia, utensílios, bens e serviços. Isso aumentou o acúmulo de lixo, a poluição atmosférica e a agressão ambiental como os acidentes radioativos da usina nuclear em Chernobyl em abril de 1986, na Ucrânia e Goiânia, com o Césio 137, em setembro de 1987, no Brasil.

Conforme Dias (2002), os principais problemas gerados pelo modelo de desenvolvimento econômico atual, que tem gerado problemas sociais e ambientais como: consumismo, o efeito estufa, as alterações climáticas, o desflorestamento, a desertificação, a poluição, a escassez de água potável, a exclusão social, as alterações nos valores humanos, as alterações na estrutura social entre outros problemas. Esses e outros fatores fazem crescer a cada dia a necessidade de reflexões sobre as implicações socioambientais da Ciência e da Tecnologia (C&T).

Por isso, essas reflexões sobre EA devem ocorrer em todos os setores da sociedade. No entanto, a escola é um local fundamental para discussão em relação à questão socioambiental, uma vez que é um espaço para formação de valores, atitudes, conhecimentos, enfim, para formação da cidadania. Nesse contexto, disciplinas como Química, Física, Biologia, entre outras, necessitam encontrar mecanismos para abordar e possibilitar tais discussões.

Dessa forma, essa necessidade de abordagem da Educação Ambiental em instituições de ensino regulares e não regulares é respaldada por diversos documentos oficiais como, a Constituição Federal (1988), Lei nº 9.795, da Política Nacional de Educação Ambiental (1999), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 2006), e, Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná (DCE, 2008).

Nesse contexto, o meio ambiente encontra-se diretamente conectado à Química, uma vez que o planeta vem sofrendo as consequências do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia desenfreado, sem cuidado, o que se exige uma participação cada vez maior da sociedade no processo de tomada de decisão sobre a ciência e a tecnologia.

Conforme Freire (1996), ensinar o estudante não é apenas transferir o conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou sua construção na escola. Assim, apresentam-se as atividades experimentais investigativas como estratégia didática para o Ensino de Química na temática ambiental em um enfoque CTS.

Essa estratégia vem despertando o interesse de vários pesquisadores, como Carvalho et al. (2006), Gondim e Mól (2007); Suart (2008); Kasseboehmer e Ferreira (2013). Porém, parece que as reflexões são reduzidas, se restringem ao conteúdo, sem que se aprofunde de maneira a levar o aluno a perceber todas as relações sociais, ambientais, políticas, éticas e econômicas que estão envolvidas no desenvolvimento da C&T.

Portanto, há necessidade de espaços para reflexão e debates sobre questões socioambientais, pois é importante uma mudança de percepções, atitudes e comportamento da humanidade para manutenção da vida no planeta. Dessa forma, partindo desses pressupostos, a questão abordada nessa pesquisa é: **Quais as contribuições da experimentação investigativa em um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade para o ensino e aprendizagem das funções Químicas inorgânicas ácidos e óxidos por meio de uma temática ambiental?**

Nessa perspectiva, justifica-se a realização desse estudo, uma vez que a Química na educação básica é julgada por muitos estudantes com uma disciplina complexa, cheia de fórmulas e nomes. No entanto, essa área do conhecimento encontra-se presente no dia a dia dos cidadãos, ou seja, quando

escovamos os dentes pela manhã com o creme dental, que contém agentes abrasivos, peróxidos, sais principalmente de sódio e flúor, ou após utilizarmos a fita dental (polímeros e fibras sintéticas), na preparação do café (a extração e a filtração), entre outros. A Química também está presente nos cosméticos, no meio ambiente, nos combustíveis, na nanotecnologia, nos alimentos, entre outras situações.

Todas essas aplicações seriam suficientes para justificar a relevância do Ensino de Química de maneira contextualizada na educação básica. Além desses fatores, a Química é uma ciência basicamente experimental, porém, a experimentação no EM vêm sendo abordada de maneira “tradicional”, como uma “receita de bolo”, apresentando um caráter demonstrativo e ilustrativo (OLIVEIRA; SOARES, 2010), sem uma discussão do pré e pós-laboratório.

O Ensino de Química deve proporcionar, além dos saberes científicos, os valores éticos para formação da cidadania (SILVA, 2007). No entanto, para formar um cidadão, torna-se elementar uma Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), visando preparar o estudante para avaliar, analisar e participar do processo decisório, o que vai ao encontro das ideias de Suart (2008), quando diz que as pesquisas em ensino procuram elaborar estratégias que visam à ACT dos alunos.

Entende-se por alfabetização científica o “conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” (CHASSOT, 2006, p. 38). Dessa forma, com uma ACT os estudantes compreendem os diferentes contextos relacionados ao Ensino de Química.

Conforme Paraná (2008, p. 55), “o meio ambiente está intimamente ligado à Química, uma vez que o planeta vem sendo atingido por vários problemas que correspondem a esse campo do conhecimento”, como o efeito estufa, destruição da camada de ozônio, poluição, entre outros. E, considerando o aspecto legal, a Lei nº 9.795/99 no Art. 2º dispõe que “a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal” (BRASIL, 1999, p. 1). Assim, reforça-se a elementaridade de trabalhar-se a EA em todos os níveis de ensino.

Portanto, nossa responsabilidade maior no ensinar ciências é procurar que nossos alunos se transformem, por meio do ensino, em pessoas mais

críticas (CHASSOT, 2006). Por isso, esse estudo aborda as funções Químicas inorgânicas ácidos e óxidos, a partir de uma temática ambiental, a chuva ácida, utilizando como estratégia pedagógica a experimentação investigativa, em um enfoque CTS. Assim, acredita-se contribuir para a aprendizagem e uma Alfabetização Científica e Tecnológica.

1.4 OBJETIVOS

Acredita-se que com a utilização da experimentação investigativa no enfoque CTS seja possível despertar, no Ensino de Química, o interesse e a curiosidade do estudante, contribuindo para aprendizagem de funções inorgânicas ácidos e óxidos, e para uma formação cidadã. Nesse contexto, delineou-se o objetivo geral: **Verificar quais as contribuições da experimentação investigativa em um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade para o ensino e aprendizagem das funções Químicas inorgânicas ácidos e óxidos numa temática ambiental.**

Para nortear o desenvolvimento do trabalho e atingir o objetivo geral desse estudo, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Identificar as concepções prévias que os alunos envolvidos na pesquisa possuem em relação às questões ambientais, CTS e funções inorgânicas ácidos e óxidos;
- ✓ Desenvolver uma estratégia didática por meio da experimentação investigativa em um enfoque CTS, visando compreender os conceitos de funções inorgânicas ácidos e óxidos em relação ao meio ambiente;
- ✓ Viabilizar o entendimento da relação entre ciência, tecnologia e suas implicações sociais relacionadas à chuva ácida, visando à Alfabetização Científica e Tecnológica.
- ✓ Proporcionar reflexões em relação à Educação Ambiental no Ensino de Química em um enfoque CTS, buscando adquirir valores e atitudes sobre meio ambiente;

- ✓ Elaborar um guia didático com uma atividade experimental investigativa em um enfoque CTS no Ensino de Química na temática ambiental.

1.5 ESTRUTURA DO ESTUDO

Conforme os objetivos propostos e as atividades desenvolvidas, esse estudo resultou na presente dissertação, distribuída em quatro capítulos. Nesta introdução, apresenta-se a problematização e a contextualização da questão problema, os objetivos, a justificativa e a estrutura do estudo. Dessa forma, apresenta-se na sequência, uma síntese dos capítulos que compõem essa dissertação (quadro 1).

Capítulos		Uma breve síntese de cada capítulo
Capítulo 2	Fundamentação Teórica	Neste capítulo, apresenta-se o alicerce teórico que fundamenta e fornece subsídios para essa pesquisa, como o ensino de Química e a educação ambiental para formação da cidadania, a experimentação investigativa num enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e o enfoque CTS na temática ambiental.
Capítulo 3	Procedimentos Metodológicos	Neste capítulo, descreve-se a abordagem metodológica desse estudo, elencando os momentos pedagógicos (etapas) realizados durante a pesquisa, o universo da pesquisa, a delimitação do tema e os instrumentos de coleta de dados.
Capítulo 4	Análise e discussão	Apresentam-se, neste, as análises e as discussões dos dados coletados que foram expressas em quatro tópicos e subtópicos de análise. Dessa forma, mostram também a análise dos pontos observados durante a utilização da estratégia de ensino sobre o conteúdo funções Químicas inorgânicas ácidos e óxidos, num enfoque CTS na temática ambiental. Portanto, nesta seção apresentam-se as divergências e convergências das repostas em relação à questão problema, bem como o alcance dos objetivos.
Capítulo 5	Considerações Finais	Nesta parte são apresentadas as considerações finais, limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

Quadro 1- Capítulos que compõem a dissertação.

Fonte: Autoria própria.

CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho buscou integrar a perspectiva da Educação Ambiental no Ensino de Química, por meio da experimentação investigativa com o enfoque CTS. Neste capítulo, apresenta-se o referencial teórico que forneceu subsídios para reflexão e discussão dessa temática.

2.1 A FORMAÇÃO PARA A CIDADANIA E AS FUNÇÕES INORGÂNICAS

Nesta seção aborda-se o Ensino de Química para formação da cidadania por meio de temas sociais num enfoque CTS. Assim, com objetivo de situar o leitor, separou-se esta seção em subseções, abordando a escola e a formação cidadã, e as funções inorgânicas ácidos e óxidos.

2.1.1 A escola e a formação para a cidadania

A escola é um ambiente que permite a socialização do conhecimento historicamente construído, que atende diferentes grupos sociais de uma diversidade étnica, social e econômica. Conforme Paraná (2008, p. 14), “a escola pública brasileira, nas últimas décadas, passou a atender um número cada vez maior de estudantes oriundos das classes populares”. Dessa forma, deve-se incentivar professores e professoras a buscar alternativas metodológicas que valorizem o conhecimento prévio do aluno para uma formação cidadã, visando a inserção e a participação consciente do indivíduo no meio social. Conforme a Constituição Federal Brasileira, no artigo 205:

a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, **seu preparo para o exercício da cidadania** e sua qualificação para o trabalho (1988, grifo nosso).

Dessa forma, um dos objetivos da educação básica é possibilitar a formação cidadã e seu exercício, o que vai ao encontro de Brasil (1996), pois a educação básica deve assegurar aos estudantes uma formação com o objetivo

do exercício da cidadania e o progresso no trabalho e em estudos futuros. No entanto, para que isso aconteça, esses estudantes necessitam de conhecimentos científicos e tecnológicos que possibilitem a todos os atores sociais participarem do processo decisório sobre todas as questões sociais (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Embora, diversos documentos mostrem a obrigatoriedade e a necessidade dessa formação, ainda se busca apenas a formação para aprovação em vestibulares e testes de conhecimentos que, no caso do Ensino de Química, restringe-se à memorização de fórmulas, nomes e classificações. Campos e Silva (1999, p. 18) afirmam que “muda o mundo, avança o conhecimento, e o que se define como básico para ensinar continua o mesmo”.

O currículo necessita ser objeto de reflexão e análise contínua dos sujeitos da educação (PARANÁ, 2008), pois deve fornecer aos estudantes subsídios necessários para discussões críticas e consistentes sobre ciência, tecnologia, sociedade, meio ambiente, ética, dentre outros.

Conforme Paraná (2008), a abordagem dos diversos conteúdos no Ensino de Química deve ser norteada pela construção e reconstrução de significados e conceitos científicos, ligados a contextos históricos, políticos, científicos, tecnológicos e sociais. Esse direcionamento vai ao encontro das reflexões de alguns pesquisadores como Chassot (2003, 2004); Santos e Schnetzler (2010).

A Química, como uma área do conhecimento, encontra-se envolvida em todos os processos ligados à existência da vida no universo, uma vez que tudo que nele existe é formado por átomos, íons, compostos iônicos, covalentes, moléculas dentre outros. No entanto, para compreender essa relação necessita-se de uma formação voltada para cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 2010). Para obter essa formação, a Química deve ser entendida como uma linguagem (CHASSOT, 1993).

A ciência, enquanto linguagem, pode facilitar nossa leitura do mundo em que vivemos, pois esse conhecimento facilita as pessoas, não apenas a fazer uma leitura do mundo, mas também, entender a necessidade de transformá-lo para melhor (CHASSOT, 1993).

Os PCN (2006), por sua vez, defendem uma formação tecnológica, visando à formação para a cidadania por meio de temas sociais e concretos. Com isso, a influência da C&T em nossas relações, no comportamento humano e no ciclo biogeoquímico da terra, precisam-se ser abordados na escola. Portanto, a escola não pode se omitir a esses fatos e acontecimentos, ela precisa possibilitar estratégias e mecanismos para tais discussões (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Neste contexto, uma proposta defendida por diversos pesquisadores (SANTOS; SCHNETZLER, 2010), (AULER, 2007) é o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade, que permite a inclusão de temas sociocientíficos. Conforme Towse (1986), citado por Santos e Schnetzler (2010, p. 81), os temas sociais mais utilizados nos cursos CTS são divididos em oito áreas, apresentadas no quadro 2.

Áreas	Temas Sociais
1	Saúde
2	Alimentação e agricultura
3	Recursos Energéticos
4	Terra, Água e Recursos Minerais
5	Indústria e Tecnologia
6	Ambiente
7	Transferência de Informação e Tecnologia
8	Ética e Responsabilidade Social

Quadro 2: Temas sociais abordados nos cursos CTS, agrupados em oito áreas.

Fonte: Autoria Própria, baseado em Towse (1966 p. 81) apud Santos e Schnetzler (2010).

Portanto, os temas sociais podem ser utilizados para organizar e estruturar os conteúdos do currículo escolar, pois umas das maiores dificuldades no Ensino de Química é despertar o interesse do estudante, bem como fazer uma ligação dos conteúdos científicos com o seu cotidiano. Assim, abordar e estruturar os conteúdos a partir de qualquer tema social de relevância num enfoque CTS pode amenizar essas dificuldades. Dessa maneira, apresenta-se na subseção a seguir, o ensino das funções inorgânicas ácidos e óxidos por meio da experimentação investigativa num enfoque CTS.

2.1.2 As funções Químicas inorgânicas ácidos e óxidos

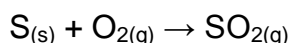
As funções inorgânicas ácidos e óxidos são conteúdos presentes no currículo escolar de Química no Ensino Médio. Todavia, esses e outros conteúdos vêm sendo abordados por meio de aulas expositivas tradicionais, focando apenas as nomenclaturas e classificações (GUIMARÃES, 2009).

Conforme os PCN (2006), o ensino praticado nas escolas não propicia ao estudante um aprendizado que possibilite a compreensão dos processos químicos ligados ao meio cultural, natural, ambiental, social, econômico, científico e tecnológico. Dessa forma, há uma dificuldade por parte dos estudantes em compreender esses conteúdos. Essa dificuldade acaba contribuindo para desmotivação dos estudantes para com o Ensino de Química, que pode estar ocorrendo devido às estratégias e ao enfoque utilizado para sua abordagem em sala de aula.

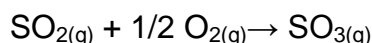
Essas funções inorgânicas encontram-se presentes no dia a dia de nossa convivência em sociedade, como na chuva ácida, na água dos lagos, rios e oceanos, na alimentação, nas células de animais e vegetais, explosivos, cosméticos, entre outras aplicações.

Conforme Arroio et al. (2006) o fenômeno chuva ácida ocorre principalmente nas grandes cidades devido à poluição atmosférica causada pela emissão de óxidos como: CO₂ (dióxido de carbono), SO₂ (dióxido de enxofre) e NO_x (óxidos de nitrogênio). Esse fenômeno é um dos principais problemas ambientais contemporâneos e podem ser explorados em sala de aula, como um eixo temático para estruturar o conteúdo químico. As equações químicas envolvidos no processo de formação da chuva ácida, que envolvem, os compostos de enxofre são:

I - Queima do enxofre:



II - Transformação do SO₂(dióxido de enxofre) em SO₃ (trióxido de enxofre):



III - Reações dos óxidos com água formando o ácido sulfuroso (H₂SO₃) e sulfúrico (H₂SO₄): SO_{2(g)} + H₂O_(l) → H₂SO_{3(aq)} e SO_{3(g)} + H₂O_(l) → H₂SO_{4(aq)}.

De acordo com Campos e Abreu (2015)¹ o dióxido de enxofre é o principal responsável por aumentar a acidez da chuva. Esta substância é produzida diretamente como subproduto da queima de combustíveis fósseis, principalmente os derivados de petróleo.

Conforme Paraná (2008) a educação básica deve oferecer para o estudante, uma formação que possibilite o enfrentamento com vistas à transformação da realidade social, econômica, política, ambiental de seu tempo. Entretanto, trabalhar os conteúdos de maneira acrítica, disciplinar, fragmentada, e sem conexão com o cotidiano do estudante não permite essa formação.

Assim, estruturar os conteúdos de Química por meio de temas sociais permite a contextualização e vai ao encontro das reflexões defendidas pelos PCN (2006), os quais visam uma abordagem de temáticas relacionadas à EA, ligadas ao cotidiano dos estudantes. O tema chuva ácida permite abordar o conteúdo ácido e óxido dentre outros, que são fundamentais para formação cidadã, assim como os aspectos sociais, econômicos, políticos, ambientais, científicos e tecnológicos envolvidos nestes conceitos.

Em estudo realizado por Campos e Silva (1999, p. 18),

A quase totalidade dos livros de química mais amplamente comercializados, dedicados ao ensino médio, e com eles provavelmente a maior parte dos professores atuantes nesse nível, consideram muito importante o estudo das [...] funções da química inorgânica.

Porém, essa abordagem deve ocorrer levando em consideração o contexto científico, social, histórico, político, econômico e ético ligadas ao conteúdo funções inorgânicas. Por isso, deve-se entender o percurso histórico do saber Químico, visando compreender os diferentes contextos envolvidos neste processo.

Na maioria dos livros didáticos do EM, as funções são divididas em inorgânicas e orgânicas. As inorgânicas são divididas em quatro principais grupos de classificação: os ácidos, os óxidos, as bases e os sais. As funções

¹CAMPOS, M L. A. M.; ABREU, D. G. Disponível em: <http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html>. Acesso em: 15 de maio de 2015.

orgânicas são divididas em: hidrocarbonetos, funções oxigenadas, nitrogenadas e hlogenadas, como mostra o esquema na figura 1.

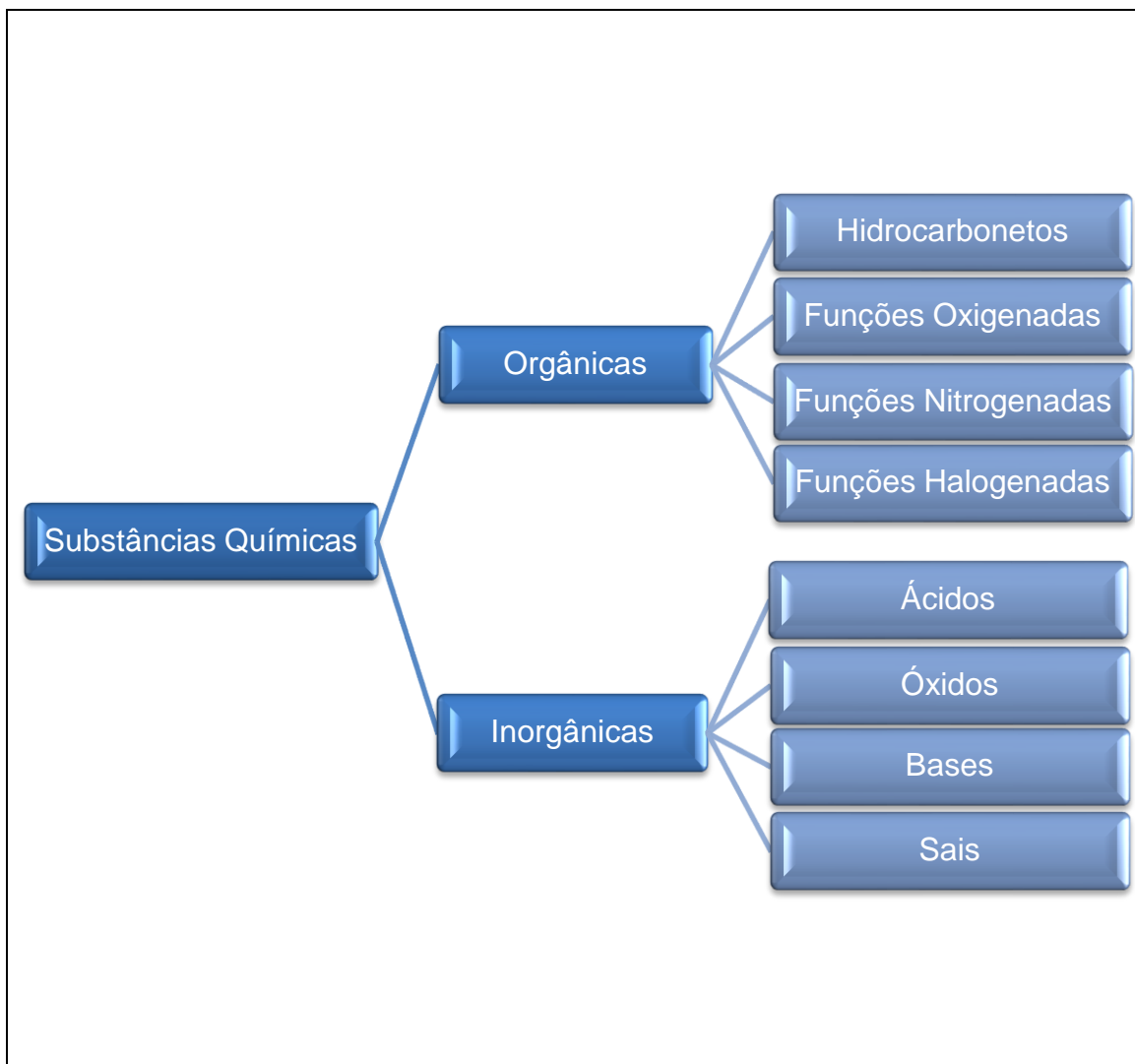


Figura 1: Classificação das substâncias Químicas.

Fonte: Autoria própria.

Essa classificação é feita com o propósito de organização e visualização das diferentes funções inorgânicas. Todavia, muitos autores dos principais livros didáticos em Química, incluem conceitos sem preocupação com uma conexão harmoniosa. Com isso, o resultado é um conjunto de regras desarticuladas que não atinge um sentido global os fenômenos, e levam os estudantes a confundir diversos conceitos (CAMPOS; SILVA, 1999). Como por exemplo, verificado na

análise feita por Campos e Silva (1999, p. 19) nos livros didáticos de Ricardo Feltre², que define função Química como:

[...] um conjunto de substâncias com propriedades químicas semelhantes'. 'As funções que iremos estudar são: ácidos, bases, sais e óxidos'. Já isto constitui um mau começo, pelo menos por dois motivos: primeiro, porque essa forma de exposição pressupõe que tais categorias sejam excludentes, o que não é verdade. Há sais que são ácidos, há óxidos que são bases, há óxidos que são sais ou mesmo ácidos que são bases. Isso ocorre porque o comportamento das espécies químicas é sempre relativo (à outra espécie com que a interação é estabelecida) ou porque o próprio conceito inclui mais de uma das citadas categorias. Se sal é uma espécie de elevado caráter iônico e óxido um composto binário de oxigênio, é claro que há óxidos que são sais e vice-versa [...]. Em segundo lugar, instaura-se uma desgastante confusão, porque misturam-se critérios comportamentais, os únicos aceitáveis partindo do conceito estabelecido de função, com critérios constitucionais que são, por isso mesmo completamente descabidos dentro da idéia[sic]apresentada para função.

Assim, é necessário observar os conceitos presentes nos livros didáticos, cuidar com categorias excludentes e confusas, a fim de se evitarem generalizações. Como exemplo, os conceitos de Arrhenius, Bronsted e Lewis para ácido-base são diferentes em abrangência e significado, mas guardam entres eles certa articulação. Portanto, não é conveniente escolher um ou outro autor, esperando assim descrever todas as funções inorgânicas. Mas sim, buscar integrar uma conexão harmoniosa entre os conceitos, visando a uma explicação integral para os fenômenos científicos (CAMPOS; SILVA, 1999).

Portanto, entender os diferentes contexto do desenvolvimento Químico e compreender a ciência, a tecnologia e suas implicações sociais permite uma formação transformadora, visando à cidadania. Mas, para atingir uma formação envolvendo todos os contextos, faz-se necessário escolher estratégias e um enfoque que permitam essas articulações. Assim, uma estratégia defendida é a utilização da experimentação investigativa (CARVALHO, 2006), num enfoque CTS na temática EA.

Nessa perspectiva, estruturar os conteúdos de Química por meio de temas sociais, e, principalmente, na temática EA nos contextos econômicos,

²FELTRE, R. **Química geral**. São Paulo: Editora Moderna, v.1, 1982.

FELTRE, R. **Química segundo grau**. São Paulo: Editora Moderna, 1977.

FELTRE, R. **Química**. São Paulo: Editora Moderna, v.1, 1994.

éticos, políticos, tecnológicos e científicos favorecem uma ACT. Por isso, apresenta-se na próxima seção uma discussão sobre a EA no Ensino de Química.

2.2 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENSINO DE QUÍMICA

Esta seção foi dividida em subseções, a qual aborda a Educação Ambiental no Ensino de Química. Apresentam-se, as dimensões históricas e o significado de EA, assim como o ensino de EA como mudança de percepção e atitudes sobre as questões ambientais.

2.2.1 Dimensões históricas da Educação Ambiental

As discussões relacionadas às questões sobre EA são consideradas novas (VASCONCELLOS, 2008). Conforme Silva (2007, p. 27), “a origem da EA está relacionada ao agravamento dos problemas ambientais que afetam a sociedade moderna e suas formas de aplicação têm sido discutidas em diversas conferências internacionais.” Um dos pontos iniciais de discussão em relação ao meio ambiente foi a obra “Silent Spring”, de Rachel Carson, publicada em 1962.

Essas questões relacionadas à preservação da natureza começaram a ser discutidas efetivamente em 1972, quando aconteceu a Conferência sobre Meio Ambiente Humano, realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) na capital da Suécia, Estocolmo. Conforme Tozoni-Reis (2004, p. 4), nessa conferência “a educação dos indivíduos para o uso mais equilibrado dos recursos foi apontada como uma das estratégias para a solução dos problemas ambientais”, o que inspirou um interesse sobre a questão EA.

Em 1975, ocorreu o Seminário de Belgrado na Iugoslávia, coordenado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), onde se discutiu a necessidade de se desenvolverem programas de EA em todos os países membros da ONU. Segundo Tozoni-Reis (2004), o principal objetivo naquele momento era divulgar a importância de uma política sobre Educação Ambiental regional e internacional. Também, naquele momento foi elaborada a Carta de Belgrado, que estabelece as metas e princípios da EA e

identifica como elemento fundamental o crescimento econômico com controle ambiental.

Em Tbilisi (Geórgia), em 1977, ocorreu o primeiro Congresso Mundial de Educação Ambiental. Conforme Reigota (2006, p. 16), naquele momento “foram apresentados os primeiros trabalhos que estavam sendo desenvolvidos em vários países”.

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, desenvolvimento sustentável e melhoria da qualidade de vida (ECO – 92), realizada no Rio de Janeiro (Brasil), em 1992, elaboraram-se a Carta Brasileira de Educação Ambiental, e também a Agenda 21, que é um conjunto de normas em relação a diversos temas como: sustentabilidade e a educação como ferramenta de conscientização entre outros. Como afirma Tozoni-Reis (2004), a principal proposta naquele momento era reorientar o ensino informal e formal, com destaque nesse documento a integração de disciplinas pela organização multidisciplinar e interdisciplinar dos currículos, o desenvolvimento de métodos de ensino e a comunicação. Apontam-se ainda, as necessidades de capacitação e formação de pessoas qualificadas na área.

Depois de dez anos da conferência da ECO-92, na Cúpula Mundial sobre desenvolvimento sustentável, realizada em Johannesburgo (África do Sul), em 2002, chamada também de Rio+10houve uma discussão sobre os dez anos da agenda 21, no qual se observou o não cumprimento das propostas elencadas na ECO-92, e, a insustentabilidade do modelo econômico e político em curso (TOZONI-REIS, 2004).

Na sequência, após vinte anos da conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável, realizada no Rio de Janeiro em 1992, ocorreu a maior conferência realizada pela ONU, em 2012, reunindo todos os seguimentos da sociedade para uma discussão sobre o futuro do planeta, conhecido como RIO +20. Neste evento, houve a elaboração do documento “O futuro que nós queremos”, que buscava estabelecer um alicerce sólido para construção de um futuro sustentável, como se observa na declaração de Ban Ki-moon, Secretário Geral das Nações Unidas, na Assembléia Geral da ONU sobre os resultados da RIO +20: “Se o documento final é a base para a próxima fase para o desenvolvimento sustentável, os compromissos anunciados no Rio são os tijolos e o cimento” (ONU, 2012).

Portanto, o documento “O futuro que nós queremos” é o alicerce para o desenvolvimento sustentável, no qual vários compromissos foram assumidos pelos diversos chefes de Estados. Dessa maneira, percebe-se que os discursos são muitos, os compromissos e promessas assumidas são vários e, para atingir tais objetivos, é necessário o envolvimento de todos os setores da sociedade, pois só dessa forma será possível construir um futuro mais sustentável e igual para todos. Assim, para um maior envolvimento de toda população, visando a um modo de vida com sustentabilidade, faz-se necessário conhecer entender o real significado de Educação Ambiental.

2.2.2 O que é Educação Ambiental?

A Educação Ambiental encontra-se diretamente conectada aos fatores científicos, tecnológicos, econômicos, políticos, culturais e aos fatores sociais. Pensando nesse contexto, todas as áreas do conhecimento necessitam envolver-se, buscando seus pressupostos históricos e mapeando possíveis soluções para os problemas ambientais e sociais (LISBOA; KINDEL, 2012), visando a um currículo escolar que estruture os conteúdos por meio de temas sociais, principalmente os temas relacionados à Educação ambiental, num enfoque CTS.

Dessa forma, estruturar os conteúdos Químicos por meio de temas sociais, potencialmente significativos permite um encaminhamento metodológico diferenciado, que pode aproximar as diversas áreas do conhecimento sobre a mesma temática. Além disso, partindo de um tema social, os conteúdos abordados em sala de aula começam a fazer real sentido para o contexto social do estudante, permitindo a conexão entre conceitos Químicos com a sua realidade.

Conforme Paraná (2008), cabe ao professor criar essas situações de aprendizado, para desenvolver o pensamento crítico sobre o mundo e as causas dos problemas ambientais. Para isso, é necessário conhecer o significado de EA, e, existem várias definições disponíveis na literatura. Conforme a Conferência de Tbilisi, UNESCO, 1977:

Educação Ambiental é um processo contínuo no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência de seu ambiente e adquirem o conhecimento, os valores, as habilidades, as experiências e a determinação que os tornem aptos a agir – individual e coletivamente – e resolver os problemas ambientais presentes e futuros.

Analisando a definição acima, observa-se que a EA estimula a educação e os valores com o objetivo de agir em favor do meio ambiente. Já a lei Federal nº 9.795/99, no seu artigo 1º do capítulo I, define Educação Ambiental, como:

[...] os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 2007, p. 1).

Dessa forma, o conceito mais moderno de EA orienta para o exercício pleno da cidadania, independente da idade. Dias (2002, p. 67) define Educação Ambiental como a que “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”.

Adicionalmente, Reigota (2006) entende por EA 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. Assim, observa-se que o autor aborda EA como educação política. Com isso, a tarefa principal da Educação Ambiental é propor uma filosofia de trabalho em que a cultura que permeia os currículos escolares, nas diversas áreas do conhecimento, prepare o indivíduo para as questões ambientais (LISBOA; KINDEL, 2012).

Portanto, a Educação Ambiental é considerada um processo político, ético, econômico e social, que busca desenvolver uma nova filosofia de vida, com a educação em relação à ciência e a tecnologia, e suas implicações para a sociedade, visando uma mudança de atitudes e hábitos mais sustentáveis para preservar e viver em harmonia com o meio ambiente.

Dessa forma, a educação ambiental possui o objetivo de possibilitar atitudes e comportamentos em relação ao consumismo na sociedade, bem como, proporcionar mudanças de valores e percepções sobre questões

socioambientais de forma local e planetária. Por isso, apresenta-se na próxima subseção a EA como alternativa para uma mudança de percepção sobre Meio Ambiente (MA).

2.2.3 A Educação Ambiental como mudança de percepções sobre o Meio Ambiente

No final do século XX, houve um aumento dos impactos ambientais causados pelo ser humano. Muitos desses impactos negativos se devem ao desenvolvimento científico e tecnológico descontrolado e inconsequente, os quais fazem crescer a cada dia a necessidade de reflexão e discussão sobre as relações entre ciência, tecnologia e suas implicações para sociedade. Conforme Capra (1996, p. 23),

á medida que o século se aproxima do fim, as preocupações com o meio ambiente adquirem suprema importância. Defrontamo-nos com toda uma série de problemas globais que estão danificando a biosfera e a vida humana de uma maneira alarmante, e que pode logo se tornar irreversível.

Dessa forma, vive-se uma crise mundial, como a produção, a utilização da ciência e da tecnologia sem controle, o crescimento da população mundial, que consome cada vez mais os recursos naturais, e a poluição dos rios, ar, solo e água são apenas alguns exemplos dessa crise, que afeta o meio social, cultural, econômico, político, ético e ambiental. Por esse motivo, as discussões sobre MA vêm ocorrendo em diversos contextos sociais e setores da sociedade (MATSUNAGA, 2006),

Dias (2002) define o meio ambiente como o sistema formado pelos fatores abióticos (ar atmosférico, solo), mais os fatores bióticos (flora e fauna) e a cultura humana (ética, valores, científicos, sociais, econômicos), entre outros. Assim, a educação possui um papel elementar para uma mudança de postura, comportamento, atitudes e valores.

Essa preocupação com o meio ambiente e com os problemas globais é uma realidade que as instituições de ensino (universidades e escolas), os políticos, administradores e todo cidadão devem reconhecer e enfrentar,

buscando que todos os atores sociais participem das discussões envolvendo a sociedade, o que vai ao encontro de Vasconcellos (2008), ou seja, a Educação Ambiental é apontada como sendo essencial para as mudanças de atitudes na relação do homem com a natureza.

Conforme Lovelock (2006, p. 29), “vivemos em um planeta vivo capaz de reagir às mudanças que efetuamos, quer anulando as mudanças, quer anulando a nós”. Matsunaga (2006) salienta que precisamos saber que tudo tem limite, nada é inesgotável, ou seja, os recursos naturais da terra são finitos e podem acabar.

Dessa forma, o planeta regula seu clima e sua biogeoquímica, como se estivesse vivo, assim, apenas pensando que a terra é viva podemos mudar a maneira de viver de forma a não agredir o planeta, ou seja, deve-se entender que na teia da vida, o homem é apenas um fio. O que ele fizer para o planeta terra estará fazendo para ele mesmo (CAPRA, 1996).

Esses problemas precisam ser entendidos como diferentes pontos de uma única crise, que é uma crise de percepção. Ela tem origem em nossas instituições sociais que possuem na grande maioria uma visão obsoleta, uma percepção da realidade inadequada para lidar com o mundo superpovoado, e, globalmente interligado (CAPRA, 1996)

Portanto, há soluções para os principais problemas de nosso tempo, alguns deles, são até mesmo simples. No entanto, requerem uma mudança radical em nossas percepções, no pensamento e nos nossos valores (CAPRA, 1996). Com isso, apresenta-se a EA como alternativa para essa mudança, uma vez que é necessário agir localmente, porém, com pensamento global, visando à mudança de hábitos, de comportamento, e, de atitudes em relação ao meio ambiente, que pode ser atingido abordando o ensino de Química num enfoque CTS na temática ambiental.

2.2.4 A Educação Ambiental no Ensino de Química

A introdução do aspecto ambiental no processo educativo vem ocorrendo de forma gradativa de diferentes maneiras e contextos. Conforme Segura (2001), a escola foi um dos primeiros espaços a absorver esse processo

de ambientalização da sociedade. Reigota (2006) afirma que embora possa ser realizada em diversos lugares, a escola é apontada como um lugar privilegiado para a prática da Educação Ambiental, uma vez que é uma importante instituição que possibilita ao aluno a construção do conhecimento.

Dessa forma, no Ensino de Química, os PCN (2006) defendem uma abordagem de temas sociais, ligados ao cotidiano do aluno, com aspectos sociocientífico, e relacionados à ACT do estudante na temática Educação Ambiental. Ramsey (1993) estabelece três critérios para identificar um tema potencialmente social relativo à ciência, a saber:

- Se o problema é de natureza controversa, ou seja, apresenta um conflito de opiniões;
- Se o tema possui significado social;
- Se o tema faz relação com a ciência e à tecnologia.

Neste contexto, destacam-se alguns temas potencialmente sociais como: a poluição, os recursos energéticos, a Química agrícola, as águas, os solos, a ética e responsabilidade social, a alimentação entre outros (SCHENTZER; SANTOS, 2010).

De acordo com a La Educacion Ambiental (UNESCO, 1980), traduzido por Dias (2000), a EA deve estar inserida em diversas disciplinas e experimentos para educação, buscando conhecimento e a compreensão dos processos relacionados ao meio ambiente. Por isso, neste trabalho, utiliza-se o termo EA, em vez de Química Ambiental³ ou Química Verde⁴, uma vez que Educação Ambiental é um tema muito mais abrangente, que envolve todas as áreas do saber e não apenas a Química, pois se busca uma Alfabetização Científica e Tecnológica, assim necessitando abordar os contextos históricos, científicos,

³A **Química Ambiental** estuda os processos químicos (transformações) que ocorrem no meio ambiente (Atmosfera, Biosfera, Hidrosfera e Litosfera), influenciadas ou não pelo ser humano (ROCHA et al., 2004).

⁴A **Química Verde** baseia-se na utilização de técnicas e metodologias que reduzem e eliminam o uso de reagentes e solventes ou geração de produtos ou subprodutos tóxicos, que são nocivos à saúde humana ou ao ambiente.

tecnológicos, ambientais, éticos, culturais, dentre outros, e não apenas os processos Químicos e mudanças que ocorrem no MA. No entanto, a Química Ambiental e a Química Verde são instrumentos que contribuem para a EA.

Nesse sentido, uma abordagem interdisciplinar permite diferentes olhares (sociologia, física, Química, artes, matemática, biologia entre outras) sobre um mesmo objeto de estudo, assim como a contextualização, que permite levar em consideração todo contexto do assunto trabalhado, o que pode ser alcançado utilizando a EA num enfoque CTS no Ensino de Química.

Além disso, procura-se orientar para um Ensino de Química voltado para flexibilização do currículo por meio de temas sociais ligados ao meio ambiente. Bybee (1987), citado por Santos e Schnetzler (2010, p. 82), menciona uma relação de temas sociocientíficos extraídos de quatro pesquisas que desenvolveu sobre o ensino de ciência, tecnologia e sociedade, a constar:

- 1) Qualidade do Ar e Atmosfera;
- 2) Fome Mundial e Fontes de Alimentos;
- 3) Guerra Tecnológica;
- 4) Crescimento Populacional;
- 5) Recursos Hídricos;
- 6) Falta de Energia;
- 7) Substâncias Perigosas;
- 8) Saúde Humana e Doença;
- 9) Uso da Terra;
- 10) Reatores Nucleares;
- 11) Animais e plantas em extinção;
- 12) Recursos Minerais.

Os temas apresentados possibilitam promover reflexões sobre as implicações sociais e ambientais em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico e também outros contextos. Conforme Reigota (2006, p. 25),

A educação ambiental, como perspectiva educativa, pode estar presente em todas as disciplinas, quando analisa temas que permitem focar as relações entre a humanidade e o meio natural, e as relações sociais, sem deixar de lado as suas especificidades.

Dessa forma, o Ensino de Química pode abordar a EA, utilizando temas sociocientífico. No entanto, para ser considerado como Educação Ambiental, esse trabalho deve levar em consideração os aspectos políticos, econômicos, culturais e sociais (REIGOTA, 2006), pois esses aspectos vêm ao encontro da perspectiva CTS.

As Diretrizes Curriculares de Química do Estado do Paraná (2008, p. 55) ressaltam que “o meio ambiente está intimamente ligado à Química, uma vez que o planeta vem sendo atingido por vários problemas que correspondem a esse campo do conhecimento”. Tais problemas como o efeito estufa, poluição e destruição da camada de ozônio.

Esses problemas estão ligados diretamente à utilização inadequada e equivocada da ciência e da tecnologia e a exploração da natureza, provocando a chuva ácida, o aquecimento global, a destruição da camada de ozônio pela emissão dos CFC (cloro-fluor-carboneto), os aerossóis e a poluição atmosférica. Por isso, a Química, enquanto disciplina escolar, pode contribuir para formação do cidadão consciente em relação aos problemas ambientais.

Todos os conteúdos do currículo escolar permitem abordar a temática ambiental a partir do enfoque CTS. Para tanto, faz-se necessário tratar os conteúdos de maneira interdisciplinar e ter-se uma certa flexibilidade curricular em diferentes contextos históricos.

Assim, podem-se discutir as implicações para a sociedade em relação à ciência e à tecnologia, como os acidentes históricos, entre os quais se podem citar os acidentes em Goiânia com césio 137 (1987); em Chernobyl (1986); e, recentemente, no Japão, com o acidente nos reatores na usina nuclear em Fukushima (2011).

Dessa forma, não é possível negar que a escola e o Ensino de Química, bem como outras disciplinas do currículo escolar, ocupam uma função primordial nesse processo quando se fala em EA, pois têm o papel de formar cidadãos para viver em sociedade, contribuindo na formação de opiniões e na construção de valores e percepções.

Portanto, o Ensino de Química em um enfoque CTS pode contribuir para formação da cidadania, permitindo ao aluno obter o conhecimento científico, e conhecer os efeitos da Química no meio ambiente. Também, adquirir informações ou conhecimentos de química para poder participar efetivamente,

com maior fundamentação e argumentação na sociedade, tomando decisões sobre diversos aspectos, o que exige do professor estratégias didáticas diferenciadas. Neste estudo trabalhou-se com a experimentação investigativa em um enfoque CTS.

2.3 O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

Nessa seção aborda-se o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e sua relação com o Ensino de Química. São apontados alguns fatores como: uma apresentação breve das origens do movimento CTS, os objetivos da educação CTS, o enfoque CTS como uma proposta para a educação em Química e o enfoque CTS no Ensino de Química na temática ambiental, por meio da experimentação investigativa.

2.3.1 Origens do movimento CTS

O homem sempre teve necessidade de manipular a natureza em seu favor e benefício próprio para sua existência e sobrevivência. Contudo nos últimos tempos se tornou ainda mais intensa. Conforme Kupstas (1998), o avanço da ciência e da tecnologia, durante os últimos três séculos foram extraordinários, trazendo muitos benefícios para humanidade. No entanto, também geraram diversos problemas ambientais, sociais, políticos, culturais e econômicos.

O desenvolvimento científico e tecnológico vem provocando transformações no meio social, nos aspectos culturais, econômicos, políticos éticos e na qualidade de vida das pessoas. Geralmente se pensa que a ciência e a tecnologia proporcionam apenas o desenvolvimento da humanidade. “Vistas dessa forma, subentende-se que ambas trarão somente benefício à humanidade. Porém, pode ser perigoso confiar excessivamente na ciência e na tecnologia [...]” (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007), pois cada vez mais fica evidente que o desenvolvimento científico e tecnológico podem ocasionar problemas para a humanidade e a sociedade.

Todos esses dilemas levaram grupos dos diversos segmentos sociais, inclusive cidadãos comuns a (re)pensar a forma de ver a Ciência e a Tecnologia. É inegável a importância da ciência e da tecnologia, mas estas devem ser pensadas de maneira que os riscos e consequências trazidos por esses elementos sejam reduzidos, assim como esses conhecimentos devem ser socializados com o intuito de que todas as camadas sociais tenham acesso sobre as tomadas de decisões e que essas ocorram de forma democrática, levando em consideração as diversas opiniões dos atores sociais (pessoas).

Santos (2005, p. 138) salienta que “a revolução das tecnologias de informação introduziu uma mudança decisiva na sociedade - a sociedade em rede”. Essa sociedade em rede permitiu maior acesso e velocidade à informação em quase todas as classes sociais. Reforçando esses comentários, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) afirmam que é cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir a sociedade onde vivem. No entanto, essas decisões sobre C&T normalmente ocorrem sob a responsabilidade de tecnocratas que possuem conhecimentos específicos e os dados não são disponíveis e acessíveis aos cidadãos (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Por isso, a sociedade deve estar preparada (alfabetizada científica e tecnologicamente) para receber essas informações, interpretá-las de forma adequada, crítica e lógica, buscando debater e participar do processo de desenvolvimento científico de maneira efetiva. Dessa forma, é preciso que se construa uma sociedade mais justa e igualitária para todos, com acesso ao conhecimento, e não apenas à informação. Nesse processo, a educação possui um papel elementar, na formação de um cidadão emancipado e responsável socialmente.

A formulação desses debates permite a participação de um número cada vez maior de pessoas na tomada de decisão, pois as consequências da utilização da ciência e da tecnologia afetam a sociedade de forma geral, como os problemas ambientais (a poluição, a chuva ácida e o efeito estufa), a agricultura com a utilização de produtos químicos nocivos para as pessoas e o meio ambiente como o diclorodifeniltricloroetano (DDT), o qual seu uso resultava

na bioacumulação em sistemas biológicos, afetando a vida silvestre, os peixes e as aves, entre outros acontecimentos que reforçam a importância de discussões sobre essa temática (PARANÁ, 2008).

De acordo com Auler (2007, p. 8), “a degradação ambiental, bem como a tecnologia vinculada à guerra, fez com que C&T se tornassem alvo de um olhar mais crítico”, uma vez que os cidadãos começaram a desconfiar dos benefícios do desenvolvimento da ciência e da tecnologia para humanidade. Ressalta-se que, a partir da década de 1970, com os resultados trazidos pela Guerra e seus reflexos, e os problemas ambientais, que “estes acontecimentos começaram a minar a confiança na ciência e na tecnologia como fontes de progresso para a humanidade” (BAZZO et al., 2003, p. 74).

Conforme Koepsel (2003), por volta das décadas de 1960/1970, como uma forma de criticar e avaliar as relações entre a ciência e a tecnologia dentro da sociedade, surge, então, a expressão Ciência, Tecnologia e Sociedade. O interesse em discutir as relações entre CTS ocorreu devido aos pontos desfavoráveis e as implicações causadas pelo desenvolvimento da C&T. Dessa forma, “um dos objetivos centrais do movimento CTS consistiu em colocar a tomada de decisões em relação à C&T num outro plano. Reivindicam-se decisões mais democráticas (mais atores sociais participando) e menos tecnocráticas” (AULER, 2007, p. 8).

Essa nova forma de compreensão da C&T colocou em “xeque” o modelo linear de progresso. Esse modelo linear de desenvolvimento defende as seguintes concepções, apresentadas, a seguir: **+ ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem estar social (modelo tradicional/ linear de progresso)**(AULER; DELIZOICOV, 2006).

Segundo esse contexto, quanto maior o desenvolvimento tecnocientífico (DC), gera-se um maior desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando maior riqueza produzida ou desenvolvimento econômico (DE), que determina, por sua vez, desenvolvimento social (DS), conseqüentemente mais bem estar social. Dessa forma, apresenta-se na figura 2, um esquema do modelo tradicional de progresso:

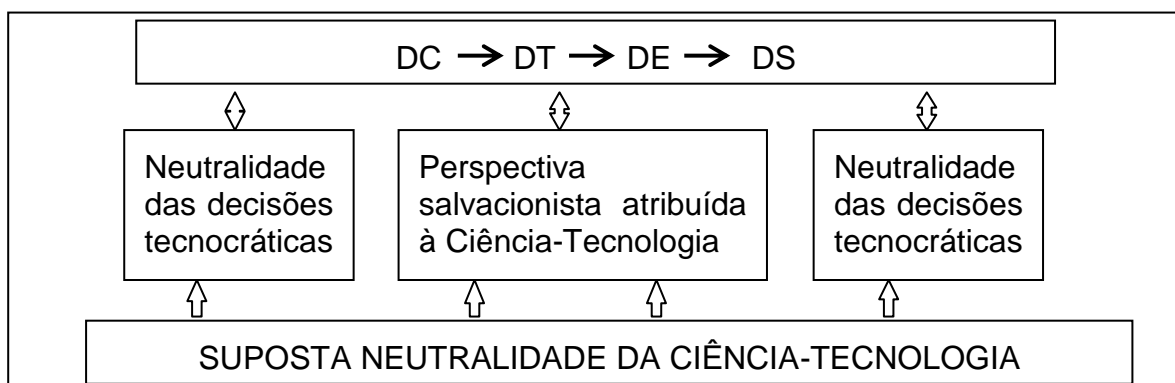


Figura 2: Modelo tradicional/linear de progresso.
Fonte: Auler e Delizoicov (2006, p. 342).

Essa é uma visão positivista da ciência como sendo neutra, cumulativa e racional. Esse modelo também buscava a verdade absoluta, sem levar em consideração as opiniões e interesses sociais. Conforme Auler e Delizoicov (2006, p. 342), “no contexto do ‘caminho único’, estava havendo um superdimensionamento da tecnocracia em detrimento da democracia”.

No entanto, segundo autores como Bazzo et al. (2003), Paraná (2008), a ciência não é neutra, pois é influenciada pelas externalidades, como os valores, as crenças e os interesses políticos e econômicos. Além disso, a tomada de decisão deve ser mais democrática, com vários caminhos e diversas possibilidades de escolhas. Dessa forma, concorda-se com Freire (2007)⁵, quando diz que a C&T possui um caráter provisório, não sendo possível trabalhar em um enfoque CTS, considerando a ciência e a tecnologia como definitivas e fechadas, uma vez que nesse processo,

O conhecimento químico não é algo pronto, acabado e inquestionável, mas em constante transformação. Esse processo de elaboração e transformação do conhecimento ocorre em função das necessidades humanas, uma vez que a ciência é construída por homens e mulheres, portanto, falível e inseparável dos processos sociais, políticos e econômicos (PARANÁ, 2008, p.51, grifo nosso).

Nessa perspectiva, o conhecimento em Química não deve ser abordado com uma visão de ciência pronta, acabada e inquestionável, mas sim, transitória.

⁵FREIRE, L. I. F. **Pensamento Crítico, Enfoque Educacional CTS e o Ensino de Química.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC, 2007.

Por isso, a aprendizagem ocorre quando o aluno faz relação da Química com o meio social onde está inserido ou quando realiza uma atividade experimental e consegue entender que a ciência não possui verdades absolutas, mas sim provisórias, em constante mudança e sempre ligadas ao meio social.

Assim, outro fator que contribuiu para discussões sobre as inter-relações entre à Ciência, Tecnologia e Sociedade foram às publicações de duas obras, “A estrutura das revoluções científicas”, de Thomas Kuhn e “Silent Spring”, de Rachel Carsons, ambas em 1962 (AULER; BAZZO, 2001). Essas obras possibilitaram uma reflexão em relação aos impactos e consequências da ciência e da tecnologia para humanidade, uma vez que “o movimento CTS reivindica decisões mais democráticas (com a participação social) em relação à ciência e a tecnologia” (KOEPSEL, 2003, p. 52).

Com esse novo olhar em relação à ciência e a tecnologia, surgiram duas vertentes, a tradição Européia e a tradição Americana, que se diferenciam quanto à sua origem.

A tradição Européia

A tradição européia nasceu no meio acadêmico, nas Universidades da Europa e possui um caráter acadêmico, teórico e descritivo. Conforme Koepsel (2003, p. 58), essa tradição “busca compreender de que forma a diversidade dos fatores sociais (políticos, econômicos, culturais, religiosos, entre outros.) influenciam na evolução/mudança científico-tecnológica”. Assim, a tradição européia estuda as consequências da ciência e da tecnologia, bem como a responsabilidade da sociedade para com seu desenvolvimento. As áreas do conhecimento, que forneceram um alicerce para esta tradição, foram a sociologia, a antropologia e a psicologia.

A tradição Americana

A tradição Americana teve sua origem nos Estados Unidos e possui um caráter mais prático, com reflexões educativas e éticas. Conforme Koepsel (2003, p. 61), “esta tradição pretende avaliar as consequências das inovações científico-tecnológicas sobre a sociedade, sua influência sobre a vida e a forma

de organização social”. As áreas do conhecimento, que forneceram um alicerce para esta tradição são a ética, a história da tecnologia, a teoria da educação, as ciências políticas e a filosofia social (KOEPEL, 2003). Dessa forma, apresenta-se uma síntese das duas tradições, no quadro 3.

Tradição Européia	Tradição Americana
Institucionalização acadêmica na Europa (em sua origem)	Institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos (em sua origem).
Ênfase nos fatores sociais antecedentes	Ênfase nas conseqüências [sic] sociais.
Atenção à ciência e, secundariamente, à tecnologia.	Atenção à tecnologia e, secundariamente, à ciência.
Caráter teórico e descritivo.	Caráter prático e valorativo.
Marco explicativo: ciências sociais.	Marco avaliativo: ética, teoria da educação, etc.

Quadro 3: Principais diferenças entre as tradições Européias e Americana.
Fonte: Garcia et al. (1996 p. 69).

Portanto, evidencia-se nesse quadro, as principais diferenças entre a tradição Européia e Americana. A Européia busca entender como os fatores sociais influenciam no desenvolvimento científico e tecnológico. Já a tradição Americana busca avaliar as conseqüências da ciência e da tecnologia sobre a sociedade. No entanto, ambas se complementam, uma vez que consideram as implicações sociais da C&T.

2.3.2 Os objetivos da Educação CTS

O movimento CTS vem se destacando no campo educacional desde suas origens. A educação com enfoque CTS em qualquer nível de ensino (fundamental médio ou superior) visa à formação do estudante para cidadania e para tomar decisões sobre as implicações da C&T, uma vez que a tomada de decisão é um processo fundamental na formação da cidadania (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Conforme Piel (1993)⁶, em tradução realizada por Santos e Mortimer (2001), a tomada de decisão nos currículos CTS apresenta algumas etapas por meio de questões propostas para os estudantes:

1. Existe um problema mencionado ou inferido na situação?
2. Como ele se tornou um problema?
3. Qual é a solução ideal e quais são os fatores que influenciam o modo de alcançar a solução?
4. Quais são as alternativas que partem das soluções potenciais que devem vir?
5. Quais são as ramificações das aplicações de alguma solução alternativa?

Santos e Mortimer (2001, p. 100), advertem que “da mesma forma que não existe um único método científico, também não existe um único método de tomada de decisão”, ou seja, existem vários modelos propostos por diversos autores (ZOLLER, 1993; RATCLIFFE, 1997). Em um modelo tecnocrático,

a decisão política é tomada exclusivamente em função do referencial dos especialistas em ciências e em tecnologia. No modelo decisionista, os cidadãos determinam os fins, os meios e quais técnicos vão participar da decisão, mas essa é tomada pelo especialista, segundo os critérios estabelecidos. Já no modelo pragmático-político, há uma interação e negociação entre os especialistas e os cidadãos. (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 100).

Nesse sentido, o modelo tecnocrático e decisionista apresentado por Piel (1993) reproduz os modelos, na qual a decisão é direcionada por aspectos técnicos que indicam o caminho. Já o modelo pragmático-político para desenvolvimento da tomada de decisão não se reduz a seguir passos, uma vez que levam em consideração os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e éticos.

⁶PIEL, E. J. Decision-making: a goal of STS. In: YAGER, R. E. (Ed). The science, technology, society movement. Washington: **National Science Teachers Association**, p. 147-52, 1993.

Conforme Auler (2007), no Brasil as repercussões do enfoque CTS ocorrem de forma emergencial, as iniciativas são insuficientes, muitas vezes isoladas, e não são transformadas em programas institucionais. Em uma revisão bibliográfica, Auler (1998) adverte que não há uma compreensão quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência, bem como modalidades de implementação do enfoque CTS.

Quanto aos objetivos da educação CTS, Santos e Schnetzler (2010) apresentam uma síntese dos principais objetivos frequentemente apontados por diversos pesquisadores:

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

Esses objetivos apresentam a preocupação com a formação para cidadania e a compreensão da ciência e as implicações sociais. Conforme Auler (2007), os objetivos da educação CTS seriam: visam promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com a tecnologia e os aspectos sociais; discutir as implicações da C&T em relação à ética e as implicações sociais; compreender a natureza da ciência e do trabalho científico, formando cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, visando a tomada de decisão, o pensamento crítico e a independência intelectual.

Em relação à visão CTS, a tomada de decisão deve ser democrática (participativa) com maior número de atores sociais participando e de todas as camadas da sociedade, visando avaliar e participar em relação às questões científica e tecnológica.

2.3.3 CTS: uma proposta para a educação em Química

O atual modelo de Ensino de Química há muito tempo vem sendo rotulado como desnecessário, uma vez que dá ênfase para a constante memorização de fórmulas e nomes, a fragmentação do conhecimento, da prioridade para cálculos e não a interpretação dos fenômenos associados ao cotidiano. Por isso, Chassot (1995) acredita que o ensino que se faz, na grande

maioria das escolas, é inútil, ou seja, mesmo se não existisse, muito pouco ou nada faria diferença.

Embora essa visão pareça um pouco radical, a forma como o Ensino em Química se configura, pouco contribui para formação da cidadania. Conforme Santos e Schnetzler (2010, p. 15), “a presença da Química no dia a dia das pessoas é mais que suficiente para justificar a necessidade de o cidadão ser informado sobre ela”. No entanto, a maneira como a Química é abordada na escola precisa sofrer uma mudança, seja no currículo escolar, assim como, na abordagem metodológica do professor.

Neste contexto, uma proposta defendida por vários pesquisadores é integrar o enfoque CTS ao abordar os conteúdos em sala de aula. Esse enfoque possui a preocupação com os aspectos sociais, ligados à C&T, com objetivo de formar para cidadania, o que vai ao encontro das reflexões de Santos e Schnetzler (2010); Auler (2007); Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007); Silveira e Bazzo (2007); Auler e Bazzo (2001); Santos e Mortimer (2001); Angotti e Auth (2001).

O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade é um movimento que estuda as influências e implicações da ciência e da tecnologia para a sociedade e para o meio ambiente (BAZZO et al., 2003). Dessa forma, o ensino de Ciências/Química com enfoque CTS está diretamente relacionado com a ACT do cidadão (SANTOS; SCHNETZLER, 2010). No entanto, para que isso ocorra, o aluno deve construir o conhecimento químico na própria escola e entender essas relações em sua própria comunidade, sempre com a mediação do professor, utilizando-se como base o conhecimento químico historicamente acumulado em livros, artigos entre outros.

Assim, a figura 3 expressa a tradução realizada por Santos e Schnetzler (2010, p. 62), extraído de Hofstein e colaboradores (1988)⁷, acerca da caracterização de CTS.

⁷HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p. 357, 1988.

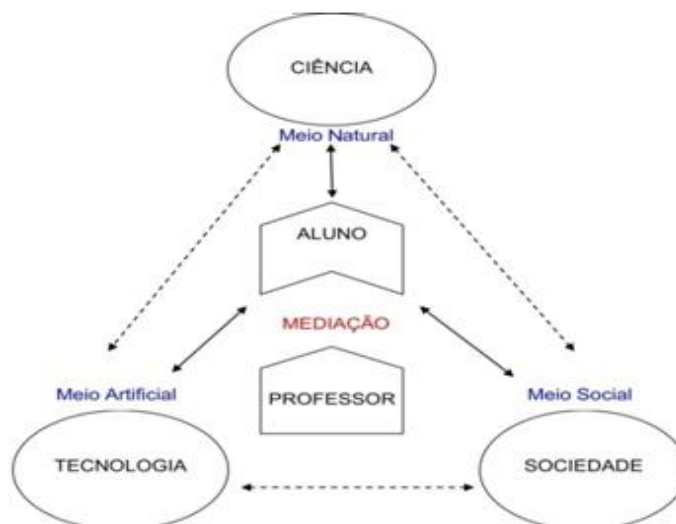


Figura 3: A interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade com a mediação do professor. Fonte: Autoria própria, baseada na figura proposta por Hofstein e colaboradores (1988), apud Santos e Schnetzler (2010).

Conforme se pode analisar na figura 3, o ensino em um enfoque CTS permite integrar o aluno entre os três meios natural/artificial/social com **mediação do professor**, para o estudante compreender as relações entre a ciência e a tecnologia e suas implicações para sociedade, de maneira a ajudá-lo a dar sentido a suas experiências cotidianas. Entende-se que mesmo fornecendo uma problemática real, estimulando a curiosidade, a capacidade de reflexão e a tomada de decisão, sem a mediação do professor nesse processo não é possível o estudante integrar todos os aspectos relacionados à CTS. De acordo com Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) o professor é o grande articulador para o desenvolvimento do processo e realização de projetos. Conforme Reis e Melo (2011, p. 3),

O estudo do ambiente natural é chamado de **ciência**, enquanto que o estudo do ambiente artificialmente construído é chamado de **tecnologia** e a compreensão do ambiente social é chamada de **sociedade**. As linhas cheias representam a interpretação que o aluno faz do ambiente construído, do ambiente natural e social. As linhas tracejadas representam o estudo da ciência através das múltiplas relações ciência-tecnologia-sociedade e que até certo ponto engloba ciência no ambiente tecnológico e social do estudante. Em outras palavras, a instrução CTS aponta para ajudar o estudante a dar sentido a suas experiências cotidianas e faz isso de maneira que apoia a tendência natural do estudante para integrar as suas compreensões pessoais tanto do ambiente natural, quanto social e tecnológico (grifo do autor).

Para Chassot (2006), ser alfabetizado cientificamente facilitaria a homens e mulheres fazerem uma leitura do mundo onde vivem. Mas essa leitura ocorre quando o professor possui essa postura diferenciada de mediador e não como um transmissor de conhecimento, que apenas repassa o conteúdo e o aluno recebe de forma passiva.

2.3.4 Enfoque CTS no Ensino de Química na temática ambiental por meio da experimentação investigativa

O movimento CTS desde suas origens apresenta o campo educativo como principal campo de investigação, uma vez que a educação pode transformar e formar um cidadão reflexivo sobre as questões científico-tecnológicas visando a uma maior participação social na tomada de decisão. De acordo com Angotti e Auth (2001), está cada vez mais se tornando evidente que a exploração desenfreada da natureza e os avanços da C&T obtidos não beneficiam a todos.

Conforme Auler (2007), há necessidades de mudança profunda no campo curricular em relação aos conteúdos. Essa mudança deve ser mais aberta a problemas relacionados à C&T, configuradas a partir de problemas sociais relevantes. Esses problemas podem ser os socioambientais, fortemente presentes na sociedade contemporânea, como a chuva ácida, o efeito estufa, o descarte do lixo e a poluição entre outros, o que vai ao encontro de Santos e Schnetzler (2010), uma vez que o ensino com enfoque CTS teria um forte caráter de EA, e sua visão crítica incluiria necessariamente a reflexão ambiental.

Dessa forma, uma readequação no currículo se faz necessário no ensino de ciências, uma vez que essa mudança é essencial, principalmente no Ensino de Química, devido ao seu caráter científico e tecnológico. Acredita-se que o enfoque CTS deveria ser um componente no currículo escolar, pois, assim, possibilitaria que estudantes fossem alfabetizados científica e tecnologicamente.

No Ensino de Química observa-se que além de uma readequação curricular, muitos professores utilizam metodologias que favorecem a aprendizagem mecânica, dando ênfase a cálculos e a memorização de fórmulas.

Esses e outros fatores podem contribuir para o desinteresse pela disciplina de Química. Entretanto, para mudar essa situação não existem receitas prontas, o professor precisa buscar alternativas metodológicas para integrar o cotidiano dos alunos com as relações sociais da ciência e da tecnologia.

Todos esses posicionamentos forçam a necessidade de repensar o modelo de ensino presente em nossas instituições. Há tempos a elementaridade de um currículo, que permita fazer as articulações entre as relações ciência-tecnologia-sociedade, fazendo com que o professor busque alternativas metodológicas e estratégias que possibilitem trabalhar nesse enfoque, pois um docente com uma postura tradicional não tem condições de trabalhar dessa maneira, uma vez que o enfoque CTS no Ensino Médio não se reduz apenas a mudança de conteúdo curricular, mas alcança também a metodologia educacional (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Além disso, o enfoque CTS busca trabalhar com temas controversos, geralmente um problema social, real e contemporâneo que possa ser resolvido com a tomada de decisão de forma democrática, sendo os problemas ambientais representantes típicos (AULER, 2007). Esse enfoque também possui um caráter multidisciplinar, uma vez que devido à complexidade dos temas exige uma análise sobre vários olhares (Química, Física, Sociologia, os aspectos políticos, históricos, éticos entre outras áreas do conhecimento), evidenciando que o Ensino de Química precisa ser socialmente contextualizado (CHASSOT, 2006).

Santos e Schnetzler (2010) apontam diversas estratégias para o ensino com enfoque CTS, como: as discussões estruturadas, os fóruns e debates, os projetos, as pesquisas de campo, as visitas a indústrias e museus, a realização de entrevistas e os estudos de casos envolvendo problemas reais e concretos. Já Hofstein et al. (1988) apresenta a necessidade da utilização de várias estratégias como as palestras, as demonstrações, os questionamentos, a solução de problemas e a experimentação.

Nesse contexto, a experimentação investigativa é uma estratégia eficiente para criação de problemas reais e para contextualização no enfoque CTS, uma vez que parte de uma problemática inicial, ou seja, um desafio lançado para os alunos. Tanto a experimentação investigativa como o ensino e

aprendizagem no enfoque CTS instigam os estudantes para resolução de problemas, forçando a capacidade de tomada de decisão, que é elementar para a formação da cidadania.

Os questionamentos são muitos e difíceis de serem respondidos. Porém, o Ensino de Química, trabalhado dessa forma, com enfoque CTS utilizando como estratégia didática a experimentação investigativa, contribui para formação de um cidadão crítico, capaz de debater sobre a ciência, a tecnologia e suas imbricações sociais. Com esses questionamentos, apresentam-se (nos quadros 4 e 5) duas formas diferentes de abordar os conteúdos curriculares no Ensino de Química, a abordagem tradicional/clássica e a abordagem CTS.

Ensino clássico de ciências	Ensino de CTS
1. Organização conceitual da matéria a ser estudada (conceito de física, química e biologia).	1. Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
2. Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico.	2. Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum.
3. Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	3. Exploração, uso e decisões são submetidas a julgamento de valor.
4. Busca da verdade científica sem perder a praticabilidade e a aplicabilidade.	4. Prevenção de consequências a longo prazo.
5. Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento.	5. Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas deliberadas.
6. Ênfase à teoria para articulá-la com a prática.	6. Ênfase à prática para chegar à teoria.
7. Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial.	7. Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar).
8. Busca, principalmente, novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural, um espírito caracterizado pela ânsia de conhecer e compreender.	8. Busca principalmente implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social.

Quadro 4: Ensino de Ciência tradicional e o ensino de CTS.

Fonte: Zoller e Watson, (1974, p. 110) apud Santos e Schnetzler (2010, p. 67).

Assim, verifica-se nesse quadro, na abordagem tradicional do Ensino de Química, que a organização curricular encontra-se centrada no conteúdo

específico de Química. Já na abordagem CTS a organização conceitual encontra-se centrada em temas sociais, que permite o estudante ter uma visão total do conteúdo relacionando com as questões sociais, tecnológicas e suas implicações para sociedade.

Nesse sentido, apresenta-se no quadro 5, uma comparação entre uma abordagem clássica e outra CTS sobre o conteúdo funções inorgânicas (ácidos e óxidos):

Uma abordagem tradicional da Química em relação ao conteúdo: funções inorgânicas (ácidos e óxidos)	Uma abordagem CTS da Química em relação ao conteúdo: funções inorgânicas (ácidos e óxidos)
1. Definições conceituais de ácidos e óxidos conforme alguns autores.	1. Pesquisas sobre: a chuva ácida, poluição atmosférica e os principais compostos envolvidos (incluindo problemas sociais e ambientais sobre a chuva ácida).
2. Desenvolvimento de conceitos sobre força de um ácido e classificações de ácidos e óxidos.	2. Produção dos diversos ácidos e óxidos, as tecnologias envolvidas e impactos para meio ambiente, sociedade e suas aplicações no cotidiano.
3. Estudo das propriedades e características químicas dos ácidos e óxidos. Conceito de pH.	3. Realização de uma atividade experimental investigativa sobre chuva ácida (simulação) e discussão sobre as relações CTS.
4. As principais regras de nomenclatura para óxidos e ácidos e uso dos ácidos e óxidos.	4. Pesquisa sobre os principais ácidos e óxidos que podem formar a chuva ácida e as relações com a poluição atmosférica e as reações envolvidas, bem como suas aplicações e as consequências no cotidiano, e, a produção de novas tecnologias.
5. Principais conquistas que ocorreram nas pesquisas com ácidos e óxidos; e sua produção industrial.	5. As causas, consequências e possíveis soluções para diminuir os impactos causados pela chuva ácida e a busca por novos conhecimentos.

Quadro 5: Ensino de funções inorgânicas (ácidos e óxidos) na abordagem tradicional e com enfoque CTS.

Fonte: Autoria Própria, baseada no quadro proposto por McKavanagh e Maher, (1982, p. 71) apud Santos e Schnetzler (2010, p. 67).

Como se pode observar na abordagem clássica o conteúdo é organizado de maneira específica, dando ênfase a definições, nomes e as

fórmulas. Já a abordagem visando ao ensino com enfoque CTS, o conteúdo funções inorgânicas ácidos e óxidos são organizados por meio de temas sociais reais, como a chuva ácida. Essa forma de organização possibilita uma participação ativa e prática frente aos problemas concretos, assim como a possibilidade de uma abordagem interdisciplinar entre as várias áreas do conhecimento, sem deixar o conteúdo Químico de lado.

Concorda-se com Chassot (2006), com relação à necessidade de se ressaltar que não se defende um ensino vazio que minimize a essência do conhecimento químico. Porém, defende-se um ensino de Química com participação ativa do estudante para formação cidadã, e a estruturação do conteúdo por meio de temas sociais, com caráter investigativo no enfoque CTS, utilizando como estratégia a experimentação investigativa.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 77, grifo nosso) ressaltam que:

Com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação. A pedagogia não é mais um instrumento de controle do professor sobre o aluno. **Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico**, que deixa de ser considerado algo sagrado e inviolável. Ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção.

Portanto, percebe-se que as vantagens de se trabalhar os conteúdos com enfoque CTS são enormes, em relação à abordagem tradicional, pois o aluno possui maior autonomia, atitude, curiosidade e interesse. Dessa maneira, o professor é o responsável por todo processo de ensino e aprendizagem, sempre incentivando os estudantes, a questionar, a pensar, a debater, a pesquisar de forma ativa e dinâmica. Com isso, essa estratégia permite ao professor e ao aluno construírem o conhecimento científico na própria escola, sempre mostrando que esse conhecimento é provisório e questionável. Para tanto, o tema da próxima seção aborda a experimentação investigativa em um enfoque CTS.

2.4 A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NUM ENFOQUE CTS: CONCEPÇÃO E POSSIBILIDADES

Nessa seção aborda-se a concepção e as possibilidades da utilização da experimentação investigativa para o ensino de Funções Inorgânicas (ácido e óxidos), por meio do enfoque CTS. São apresentados alguns pontos como, a experimentação no Ensino de Química, a postura do professor e do aluno na utilização da experimentação investigativa como estratégia, bem como a concepção de experimentação investigativa num enfoque CTS e sua possibilidade para Ensino de Química.

2.4.1 A experimentação no Ensino de Química

As pesquisas e trabalhos em Ensino de Ciências vêm crescendo nos últimos anos, sendo um dos assuntos mais abordados a utilização das atividades experimentais como estratégia de ensino (GIANI, 2010). Por isso, essa estratégia apresenta-se em constante discussão, em trabalhos como Carvalho (2006); Oliveira e Soares (2010); Guimarães (2009); Suart (2008); Giordan (1999), dentre outros.

Nesse contexto, a experimentação tem sido considerada um recurso útil e elementar para promover a aprendizagem no Ensino de Química, uma vez que é considerada 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 (GUIMARÃES, 2009). Portanto, “por que não criar problemas reais e concretos para que os aprendizes possam ser atores da construção do próprio conhecimento?” (GUIMARÃES, 2009, p.198).

Por esse motivo, há uma procura por estratégias que visem à participação do aluno na construção do conhecimento científico e no desenvolvimento de habilidades cognitivas e atitudinais, sendo o objetivo central de pesquisadores e professores (SUART, 2008).

No entanto, as pesquisas em Ensino de Química evidenciam que a experimentação ainda é pouco utilizada por professores de Química do ensino médio, e, quando utilizada nesse processo ocorre de forma acrítica e

descontextualizada da realidade, valorizando aspectos como ilustração, demonstração, manipulação de materiais e comprovação de teorias (SUART, 2008). Além disso, 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).

Tais concepções muitas vezes favorecem uma aprendizagem sem significado para o aluno. Essa pedagogia é chamada por Freire (2005) de educação bancária, a qual considera a transmissão acrítica e apolítica do conhecimento. Por isso, as atividades experimentais desenvolvidas dessa forma não contribuem para formação da cidadania, bem como para construção de conceitos e significados de Química. Portanto, o que se busca com a alfabetização para ciência e para tecnologia é a participação do aluno no processo decisório sobre a ciência, a tecnologia e as suas implicações sociais.

Assim, percebe-se que a experimentação no ensino médio é pouco utilizada, e, quando utilizada não valoriza a participação do estudante. Há muitos artigos e livros que defendem a experimentação no Ensino de Química, mas o que se tem percebido, de um modo geral, é que muitos desses trabalhos apresentam críticas ao modo pelo qual essas atividades têm sido propostas e executadas em sala de aula (SUART, 2008).

Giordan (1999) defende que a experimentação desperta a motivação e o interesse do aluno em vários níveis de estudo. Nesse contexto, “alguns professores acreditam que sem a prática de experimentos no ensino de química o aluno tem muita dificuldade para aprender conceitos relacionados com os assuntos trabalhados em sala de aula” (OLIVEIRA; SOARES, 2010, p. 1). Suart (2008, p. 21) salienta que:

A experimentação é um recurso pedagógico que contempla diversas habilidades, principalmente as cognitivas, mas muitos professores ainda as utilizam de maneira inadequada, desvalorizando seus aspectos cognitivos e privilegiando muitas vezes somente seu caráter motivador.

Dessa forma, os professores de Química não devem levar em consideração apenas o aspecto motivador da experimentação, uma vez que a

motivação é importante para despertar a curiosidade e a motivação do estudante, porém a experimentação deve ser abordada de forma reflexiva e crítica. A utilização de atividades experimentais apenas como um recurso para motivar os estudantes é um equívoco (HODSON, 1994). De acordo com Suart (2008, p. 16),

A Química é uma ciência experimental, e o uso do laboratório para seu estudo é de fundamental importância. Essa afirmação é de fácil confirmação quando nos referimos ao ensino universitário, onde o objetivo é a formação de químicos e pesquisadores, porém quando nos referimos ao ensino médio, a maneira como a experimentação é utilizada é questionável ou sua inserção no ensino é até mesmo inexistente.

Essa estratégia não deve ser pautada em aulas experimentais como “receita de bolo”, em que um procedimento é seguido, e nada pode dar errado, na qual os alunos seguem passo a passo o que é determinado pelo roteiro, bem como a obrigatoriedade de obter os resultados que o professor espera (GUIMARÃES, 2009). Além disso, muitos professores ainda acreditam ser possível comprovar a teoria no laboratório. Essa concepção é dominante nas instituições de ensino, o que prejudica o desenvolvimento da criatividade do estudante (SILVA; ZANON, 2000). Compreende-se, com base em Suart (2008, p. 9), que:

As atividades experimentais, tanto no ensino médio como em muitas universidades, são tratadas de forma acrítica e aproblemática. Pouca oportunidade é dada aos alunos para que se engajem no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses, os quais contribuem para o desenvolvimento e manifestação de habilidades cognitivas [...].

Nesse processo, muitas vezes o professor apenas transmite o conhecimento na experimentação, ele realiza a prática de forma ilustrativa ou demonstrativa, o aluno apresenta uma postura passiva, ou seja, apenas segue um procedimento na busca de um resultado esperado pelo professor, sem participar de forma ativa nesse processo. Trabalhar dessa maneira faz com que os estudantes acreditem que a ciência não é provisória, mas sim, pronta e acabada.

Além de abordar a experimentação de forma tradicional, muitos professores de Química apresentam dificuldades em utilizar as atividades experimentais, devido aos diversos desafios encontrados, como: falta de estrutura física nas escolas, de reagentes e vidrarias, o pouco tempo do professor para planejar e elaborar as práticas e o grande número de alunos por turma.

Conforme Suart (2008, p. 9), os professores citam diversos fatores para a “ineficácia das atividades experimentais, como a falta de laboratório; falta de materiais e reagentes; falta de laboratorista; falta de tempo para elaboração e execução das atividades; falta de material de apoio”.

No entanto, mesmo com todas essas dificuldades e empecilhos, a experimentação é uma alternativa importante para o processo de ensino e aprendizagem e deve ser utilizada de forma reflexiva, crítica, planejada e organizada. Com isso, o professor deve considerar, ao realizar experimentos no Ensino de Química, o conhecimento prévio dos alunos, bem como os problemas reais e controversos presentes na comunidade escolar, onde o aluno se encontra inserido.

Solomon (1988a) defende que os cursos CTS devem ensinar o caráter provisório, transitório e incerto das teorias científicas, uma vez que com uma visão de ciência pronta, acabada e verdadeira, os estudantes terão dificuldade de aceitar duas ou mais possibilidades ou alternativas para resolver o mesmo problema proposto.

Uma possibilidade é a experimentação investigativa com subsídio conceitual no Ensino de Química, a qual permite a formação para cidadania, partindo de problemas sociais reais, visando preparar o estudante para participar da tomada de decisão consciente e responsável sobre aspectos sociais, ambientais, políticos, científicos, tecnológicos, éticos, entre outros.

Nesse sentido, com objetivo de facilitar o entendimento dos diversos tipos de atividades experimentais como, a investigativa, a demonstrativa, a ilustrativa e a descritiva, apresenta-se uma breve descrição dessas vertentes como é possível observar no quadro 6:

Experimentação	Descrição das atividades experimentais
Investigativa	Essa atividade inicia-se com uma ou mais questão(es) problematizadora(s). Nessas atividades nenhum roteiro é dado aos estudantes (GONDIM; MÓL, 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 conhecimento neste processo.
Demonstrativa	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 errado.
Ilustrativa	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 atividade.
Descritiva	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 6 - Tipos de atividades experimentais.

Fonte: Autoria própria, baseada na tabela proposta por OLIVEIRA; SOARES (2010).

Conforme se observa, no quadro 6, a experimentação pode assumir diversas vertentes, porém, apenas as atividades experimentais investigativas possibilitam ao estudante vivenciar o trabalho de um cientista (levantar hipóteses, estratégias, testar e avaliar essas hipóteses), desenvolver a capacidade da tomada de decisão e de comunicação.

Oliveira e Soares (2010) destacam que nos artigos sobre experimentação, e também, nos livros didáticos, a maioria dos autores abordam a experimentação relacionada ao dia a dia do estudante. Entretanto, trabalham atividades demonstrativas e ilustrativas, longe de uma abordagem investigativa em que o estudante vai a campo pesquisar, e que exige do estudante mais envolvimento e reflexão.

Portanto, tais reflexões vêm ao encontro das expectativas almejadas, ou seja, de que as aulas experimentais devam ser reflexivas, questionadoras e críticas. Nelas, o estudante precisa ser desafiado a participar, levantar hipóteses e sair da posição passiva, utilizando para isso um caráter investigativo, sempre partindo de um problema real e controverso. Quando se discute o ensino por investigação, abordam-se estratégias e metodologias diferentes das utilizadas no processo de ensino e aprendizagem na maioria das instituições de ensino. Por isso, o professor deve buscar caminhos e estratégias que possibilitem a conexão entre CTS e experimentação investigativa no Ensino de Química na temática ambiental.

2.4.2 O que é ensino por meio da experimentação investigativa?

A experimentação com caráter investigativo é, sem dúvida, uma importante estratégia para o Ensino de Química. Essas atividades investigativas implicam propor situações problemas reais e contextualizadas que norteiam todo processo de investigação, por meio de temas sociais, uma vez que o estudante começa a questionar, a pesquisar e a debater ajudando assim no processo de construção do conhecimento.

Os trabalhos em ensino mostram que os estudantes aprendem mais sobre a ciência e desenvolvem cognitivamente melhor seus conhecimentos conceituais em relação às aulas com caráter tradicional, quando participam de investigações científicas semelhantes às feitas nos laboratórios de pesquisa (HODSON apud CARVALHO et al., 2006). Essa investigação, quando proposta para os estudantes, pode ser resolvida na forma prática, em laboratório ou teórica (CARVALHO, 2006).

Conforme Carvalho et al. (2006), um objetivo da resolução de problemas é possibilitar a participação do estudante, de forma que ele construa seu próprio conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer. Dessa forma, as atividades experimentais investigativas partem de uma problematização, ou seja, de uma ou mais perguntas lançadas para os estudantes. As atividades experimentais investigativas iniciam-se sem que nenhum roteiro seja dado aos estudantes (GONDIM; MÓL, 2007), (SUART; MARCONDES, 2009). No entanto,

as hipóteses a serem testadas e os procedimentos são construídos e discutidos em equipe no pré-laboratório.

Após a questão problematizadora, os estudantes devem pesquisar e discutir, em equipe, as hipóteses para resolução da questão problema. Esse processo está representado na figura 4.

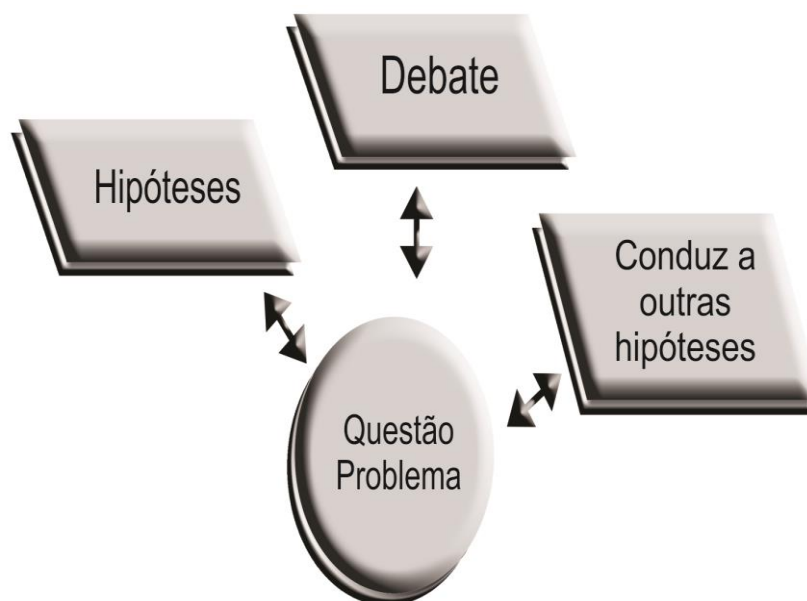


Figura 4: A problematização na experimentação investigativa.
Fonte: Autoria Própria.

Conforme se verifica, na figura 4, essa estratégia permite uma diversidade de caminhos em relação à questão problema, a partir do levantamento de várias hipóteses, podendo assim, conduzir após o debate e discussão a outras hipóteses. Por isso, a experimentação com caráter investigativo ajusta-se ao contexto e à própria situação investigativa, permitindo um processo de reflexão e criatividade, além, de desenvolver um pensamento crítico sobre o conhecimento científico e tecnológico, envolvendo suas relações sociais.

No entanto, busca-se por meio da experimentação investigativa, no enfoque CTS, desenvolver a capacidade da tomada de decisão e não apenas a metodologia de resolução de problemas, uma vez que ambas apresentam várias diferenças, como demonstrado no quadro 7.

Solução de problema escolar	Tomada de decisão de problema da vida real
1. Definição completa do problema.	1. Definição imperfeita do problema.
2. Resultado esperado.	2. Alternativas múltiplas.
3. Foco disciplinar.	3. Multidisciplinar.
4. Certo/errado.	4. Custos/benefícios.
5. Julgamento imediato.	5. Julgamento posterior.
6. Conhecimento dirigido.	6. Conhecimento construído.
7. Algoritmos.	7. Descoberta.

Quadro 7: Comparação entre a solução de problema escolar e a tomada de decisão ante o problema da vida real.

Fonte: Extraído de Zoller e Watson, (1974, p. 110) apud Santos e Schnetzler (2010, p. 76).

Como se pode observar, a solução de problemas ocorre de forma disciplinar, com uma visão de ciência verdadeira e inquestionável e com resultados esperados. Já na tomada de decisão o foco é a multidisciplinaridade, o estudante participa mais ativamente do processo, encontrando uma diversidade de caminhos para resolver a questão problema apresentada. De acordo com Santos e Schnetzler (2010), a solução de problemas se caracteriza pela objetividade, isto é, basta a informação, e, para tomada de decisão para resolução de problemas reais da vida, se caracteriza pela subjetividade, isto é, se faz necessário o julgamento de valor.

Essa formação para a tomada de decisão permite ao estudante compreender a natureza das ciências e suas implicações sociais. Conforme Kasseboehmer e Ferreira (2013, p. 150),

o método investigativo remete à participação ativa da construção do conhecimento, em estreita afinidade com as teorias construtivistas para a educação. Por isso, também é reconhecido como um processo investigativo de ensino, quando o aluno vai a campo para pesquisar e levantar dados para o estudo de um tema.

Ferreira et al. (2010) coadunam-se com essas reflexões quando ressaltam que a abordagem investigativa possibilita aos alunos libertarem-se da passividade de serem meros executores de instruções, pois busca relacionar, decidir, planejar, propor, discutir e relatar, ao contrário do que ocorre na abordagem tradicional.

Conforme Bachelard (1996), para o espírito científico, toda construção do conhecimento é resposta a uma determinada indagação. Caso contrário, se

não há indagação, não pode haver conhecimento científico. De acordo com Paraná (2008, p. 53), “a importância da abordagem experimental está no seu papel investigativo e na função pedagógica de auxiliar o aluno na explicação, problematização, discussão, enfim, na significação dos conceitos químicos”.

Dessa forma, em seguida apresenta-se um esquema, na figura 5, mostrando as inter-relações entre a problematização, a teoria, as hipóteses, os experimentos e a mediação do professor num enfoque CTS:

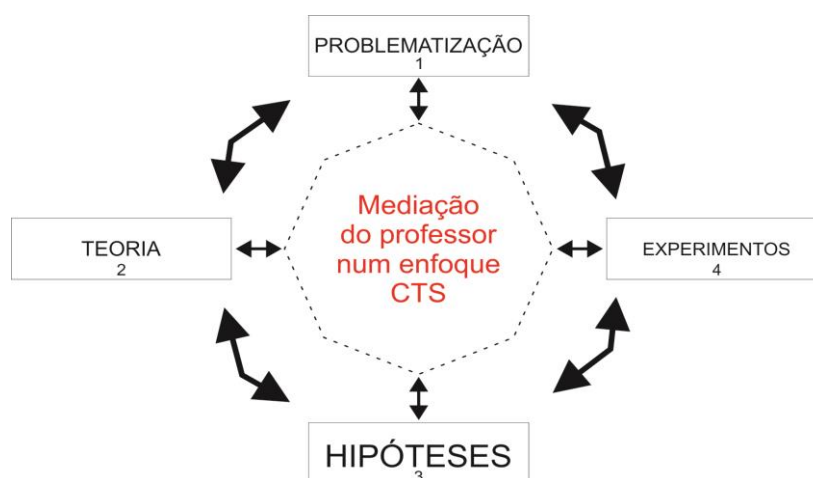


Figura 5: Inter-relações entre problematização, teoria, hipóteses, experimento e a mediação do professor.
Fonte: Autoria Própria.

Portanto, uma atividade com caráter investigativo inicia-se com uma problematização, embasada por um corpo teórico. Conforme Guimarães (2009), fazer ciência no campo científico não é atóxico, toda observação não é feita num vazio de conceitos, mas a partir da teoria que direciona e sustenta a observação realizada durante a experimentação que, por sua vez, permite levantar hipóteses, que conduz a outras hipóteses. Por isso, a importância da fundamentação teórica, pois fornece um alicerce conceitual para resolver a(s) questão(es) problema(s).

Assim, com as hipóteses levantadas, os estudantes realizam os experimentos. Na figura 5, a palavra experimentos significa a junção do pré-laboratório, o laboratório, os experimentos e o pós-laboratório, os quais serão detalhados no item 2.4.4 da presente dissertação. Já o círculo tracejado representa as múltiplas relações entre problematização, hipóteses, teoria e experimentos, e que engloba a mediação do professor num enfoque CTS.

Os objetivos pedagógicos em relação à experimentação investigativa são resumidos em uma lista de seis grupos, no quadro 8, baseado no trabalho de Blosser (1998)⁸, citado por Carvalho et al. (2006, p. 24), os quais, os objetivos são possíveis apenas em aulas investigativas, uma vez que essa estratégia permite a participação direta do aluno na construção do seu conhecimento.

Grupos	Objetivos pedagógicos
Habilidades	Manipular, refletir, leitura, escrita, questionar, investigar, organizar e a comunicação.
Conceitos	Levantar hipóteses, modelo teórico, categoria taxionômica.
Habilidades cognitivas	Pensar de maneira crítica, soluções de problemas, aplicação, síntese.
Compreensão da Natureza da ciência	Empreendimento científico, como os cientistas trabalham a existência de multiplicidade de métodos científicos, as inter-relações entre ciência-tecnologia-sociedade, e também, entre as 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 8: Objetivos pedagógicos da experimentação investigativa.

Fonte: A autoria Própria, baseada em Blosser (1998) apud Carvalho et al. (2006, p. 24).

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) destacam 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.

⁸BLOSSER, P. E. **O papel do laboratório no ensino de ciências.** Tradução MOREIRA, M. A. Cad. Cat. Ensino de Física, v. 5, n. 2, p. 74-78, 1988.

Conforme Carvalho et al. (2006), o objetivo das atividades investigativas práticas ou teóricas é levar o estudante a pensar, a debater, a questionar, a agir, a justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos científicos, tecnológicos, históricos e matemáticos. Dessa maneira, espera-se que com a experimentação investigativa o aluno apresente uma maior autonomia e participação na construção de seu conhecimento.

Costa et al. (1985)⁹, citados por Gondim e Mól (2006, p. 4-5), organizaram uma estrutura para experimentação investigativa em escala de diretividade considerando o problema, os procedimentos e as respostas, nos seguintes níveis:

- **Nível zero:** o problema, os caminhos, 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 superior como no básico, 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 serem 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 entre observação, ação, reflexão e formação, ou seja, formar pela pesquisa.

⁹COSTA, A. M.; et al. **Tópicos na organização do conteúdo químico**. [s.n.], 1985.

Considerando os níveis nesse estudo, o trabalho desenvolvido nesta dissertação se configura no nível dois, uma vez que apenas o problema é dado, mas os caminhos, os meios e as respostas ficam em aberto. A experimentação investigativa possibilita a ativa participação do aluno no processo de ensino e aprendizagem, estimulando para pesquisa e para construção do conhecimento. Assim, é necessário aliar essa estratégia em um enfoque CTS, pois ambos se complementam e buscam a formação do aluno para tomada de decisão e para cidadania, que é possível com a abordagem voltada para pesquisa.

2.4.3 O professor e o aluno numa proposta investigativa com enfoque CTS

Conforme Carvalho et al. (2006), para que uma atividade possa ser considerada de investigação, a ação do aluno não deve se limitar ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve apresentar características de um trabalho científico como: a reflexão, a discussão das hipóteses, os fatos e resultados, a explicação e comunicação, o que dará ao seu trabalho característica de uma investigação científica. Nessa proposta, o estudante sai da posição passiva e passa a participar do processo, pensando, agindo, questionando e tomando decisão, ações essas mediadas pelo professor.

Portanto, o professor na proposta investigativa é o mediador do conhecimento. Dessa forma, o docente que propuser uma atividade investigativa deve, além de saber a matéria que está ensinando, tornar-se um questionador, argumentador e desafiador, que saiba conduzir perguntas, estimular, propor desafios, orientando, assim, o processo de ensino e aprendizagem (CARVALHO et al., 2006).

2.4.4 A experimentação investigativa na temática ambiental num enfoque CTS: uma possibilidade para o Ensino de Química

O Ensino de Química praticado atualmente na maioria das escolas de Ensino Médio não tem levado em consideração as questões relacionadas à ciência, à tecnologia, à política, à cultura, à ética e, principalmente, aos aspectos

referentes à EA. Conforme Silva (2007), apesar de haver referência de discussão e debates de Educação Ambiental em universidades (BRASIL, 2000), sabe-se que, às vezes, essas discussões são quase relativizadas e superficiais. O que se pode esperar então do Ensino Médio?

Embora o Ensino de Química encontra-se diretamente ligado às questões relacionadas ao meio ambiente, aos diversos problemas ambientais, como o efeito estufa, a destruição da camada de ozônio, a chuva ácida e a poluição atmosférica, entre outros, esses debates pouco ocorrem no Ensino Médio. Dessa forma, há necessidade de se começar com essas noções desde a Educação Infantil, para quando chegar ao EM, já ter essas concepções em relação ao meio ambiente.

Conforme Paraná (2008, p. 54), “cabe ao professor criar situações de aprendizagem de modo que o aluno pense mais criticamente sobre o mundo, sobre as razões dos problemas ambientais. Assim, apresenta-se como possibilidade a utilização da experimentação investigativa na temática ambiental com enfoque CTS.

Portanto, os diversos temas com relevância social relacionados à Educação Ambiental podem ser usados como eixo temático para organizar os conteúdos de Química, a fim de possibilitar uma discussão e reflexão sobre meio ambiente e as relações CTS. Pensando, dessa forma, e baseado em diversos autores Guimarães (2009); Gondim e Mól (2007); Carvalho et al. (2006); apresentam-se, a seguir, sete passos para realização de uma atividade com caráter investigativo:

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 et al. (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 um tema social relevante.

2 – Abordagem Teórica

Após aplicar a(s) questão(es) problema(s) aos alunos, são trabalhados conceitos teóricos que possibilitem a reflexão e discussão do problema inicial. De acordo com Guimarães (2009), ao se 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. No entanto, esse corpo teórico não trabalha diretamente a questão problema, mas conceitos que possibilitam aos alunos resolver 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) chamam essa etapa de “elaboração do plano de trabalho” e destacam 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. Seleccionadas as

hipóteses, cada equipe vai detalhar por escrito quais os procedimentos e métodos escolhidos.

5 – Laboratório

Nessa etapa, serão realizadas a montagem e a separação de equipamentos, vidrarias e reagentes, bem como a verificação da possibilidade de utilização de materiais alternativos pelos estudantes, com a mediação do professor.

6 – Experimentação

Esta etapa é a mais prática, uma vez que o estudante manipula materiais e equipamentos, testando várias vezes as 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 em conjunto.

Nesse momento do trabalho, também se efetua a coleta de dados de forma planejada e organizada no pré - laboratório. O professor apenas orienta e direciona, quando necessário, a realização dos experimentos e discussão das dúvidas e as considerações finais.

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 uma reflexão sobre as relações CTS/meio ambiente/conceitos Químicos. Portanto, esse momento é muito importante para sanar as possíveis lacunas e dúvidas da atividade prática realizada.

Dessa forma, apresenta-se (na figura 6) um esquema com os sete passos para realização de uma experimentação com caráter investigativo:

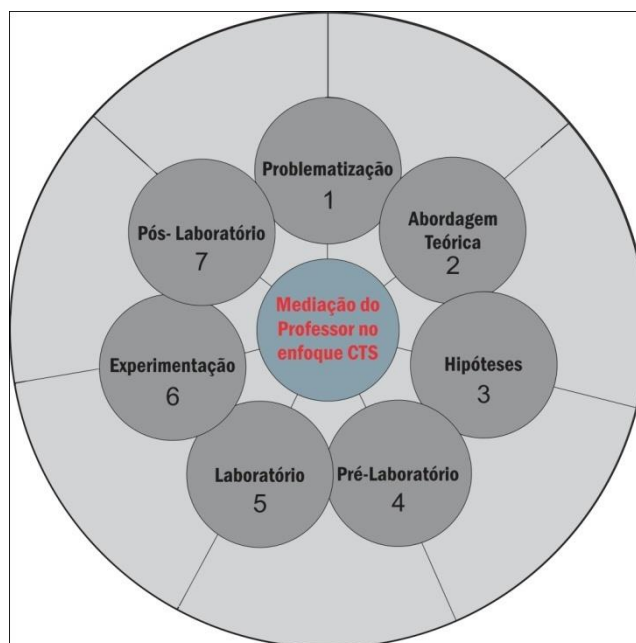


Figura 6: Inter-relações dos sete passos para experimentação investigativa no enfoque CTS.
Fonte: Autoria própria.

Como se pode observar, na figura 6, esse processo inicia-se com uma problematização lançada para os estudantes, os quais na sequência encontram-se conectados com os demais passos. Assim, a circunferência maior possibilita essas diversas interações entre os passos. Nesse processo, o professor possui o papel de orientação e mediação no processo de ensino e aprendizagem no enfoque CTS. 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 diversas variáveis, resultando em diferentes possibilidades durante o desenvolvimento do trabalho.

Esses trabalhos com as atividades investigativas “[...] apresentam resultados satisfatórios em relação à aprendizagem e ao desenvolvimento de

competências atitudinais, como espírito de cooperação, reflexão crítica, automotivação e responsabilidade” (KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2013, p. 151). Além disso, a experimentação investigativa no enfoque CTS possibilita entender as relações da C&T e suas implicações sociais, e também uma maior participação do estudante no processo educacional, permitindo a contextualização do cotidiano com os conceitos científicos.

Porém, tais competências não são observadas em aulas práticas com caráter tradicional, pois a abordagem dessa forma favorece a aprendizagem mecânica e a memorização, além de apresentar a Química como uma ciência com verdades absolutas e inquestionáveis, bem como sua linearidade.

Segundo Suart (2008 p. 10),

muitas vezes, é dado à experimentação um papel que não cabe só a ela, o de solucionar os problemas de aprendizagem. Muitos professores atribuem às atividades experimentais a solução dessas dificuldades e acabam limitando alguns de seus pontos positivos, como construção de conceitos; desenvolvimento de habilidades cognitivas, atitudinais e de reflexão, entre outras promotoras do desenvolvimento cidadão.

A experimentação não vai resolver todos os problemas do processo de ensino e aprendizagem em Química, ela é apenas uma estratégia e sua utilização necessita de organização, planejamento, reflexão, visando despertar a criatividade, a curiosidade e a imaginação para o conhecimento científico e não somente utilizada como motivação.

A experimentação com caráter investigativo permite ao aluno desenvolver a capacidade de trabalhar em equipe, o senso crítico, uma vez que possibilita a ativa participação do estudante, oportunizando conhecer e vivenciar como é o trabalho de um cientista. Assim, as atividades investigativas em relação às aulas práticas tradicionais, na qual um roteiro é seguido, apresentam-se como uma alternativa para modificar essa postura enraizada no processo de ensino que favorece a aprendizagem mecânica e a memorização.

CAPÍTULO 3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O presente capítulo apresenta a abordagem metodológica utilizada na pesquisa e as estratégias didáticas utilizadas para o desenvolvimento das atividades do estudo.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O levantamento do problema da presente pesquisa ocorreu da observação como professor de Química no Ensino Médio, das dificuldades encontradas pelos estudantes em compreender o conteúdo funções inorgânicas. Além disso, a forma como a experimentação, uma estratégia fundamental no Ensino de Química, vem sendo trabalhada, ou seja, como “receita de bolo”, que apenas comprova a teoria e conseqüentemente passa uma visão de ciência pronta e acabada.

Dessa forma, também se observou a necessidade de uma participação mais ativa do estudante na construção do conhecimento químico na escola. Além disso, a obrigatoriedade de abordar a EA (BRASIL, 1988), bem como a necessidade de uma formação voltada para Alfabetização Científica e Tecnológica (PCN, 2006).

Conforme Torriceli (2007), aprender Química passa necessariamente pela utilização de representações, que muitas vezes podem parecer difíceis, como símbolos, equações e fórmulas. Por isso, o professor precisa criar mecanismos para mudar essa visão para com o Ensino de Química, uma vez que mesmo fazendo parte do dia a dia dos estudantes, muitas vezes, é trabalhada de forma desconexa da realidade, sem abordar temas como, meio ambiente, saúde, tecnologia entre outros.

Nesse contexto, essa pesquisa teve como proposta trabalhar o tema funções inorgânicas: ácidos e óxidos, por meio de um tema sociocientífico: a chuva ácida. Assim, utilizou-se como estratégia didática a experimentação investigativa em um enfoque CTS. A abordagem metodológica utilizada foi à qualitativa de natureza interpretativa com observação participativa.

Nesse tipo de abordagem “faz parte a obtenção de dados descritivos mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo” (NEVES, 1996, p. 1). Dessa forma, na pesquisa qualitativa é importante observar, anotar e analisar interações e relações entre as pessoas envolvidas nesse processo (LIEBSCHER, 1998).

Na pesquisa qualitativa, a principal fonte direta de dados e informações é o ambiente natural. O pesquisador se insere na sala de aula e procura contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Com isso, mesmo utilizando ferramentas tecnológicas para a coleta de dados, são as concepções e as interpretações do professor que orientam a pesquisa (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Assim, entende-se que o processo de ensino e aprendizagem é muito complexo, uma vez que cada pessoa apresenta, em sua estrutura cognitiva, diversos aspectos e conhecimentos advindos de experiências com a sociedade em que interage.

3.2 UNIVERSO DA PESQUISA

Essa pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública do Estado do Paraná, na cidade de São João do Triunfo, durante o ano letivo de 2013, em turmas de 1º e 2º anos do ensino médio com vinte e cinco (25) alunos com faixa etária entre 14 a 17 anos.

Esse estudo foi realizado em contra turno, no período vespertino, em forma de projeto, durante todo ano letivo. Esse projeto faz parte do Programa de Atividades Complementares Curriculares (PACC) disponibilizado pela Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED). Conforme a instrução Nº 007/2012 – SEED, são atividades educativas integradas ao currículo escolar e contempladas no Projeto Político Pedagógico (PPP) e na Proposta Pedagógica Curricular (PPC) da escola, por meio da ampliação de tempos, espaços e oportunidades que visem ampliar a formação do aluno e melhoria da qualidade do ensino.

O projeto é de natureza periódica, ou seja, ofertado com quatro (04) horas/ aula semanais, totalizando 150 horas no ano letivo dentro da disciplina de Química. O projeto visava à inclusão de grupos de alunos de mesma série/ano ou séries/anos diferente, e estudante em vulnerabilidade social (programas

sociais), como bolsa família e bolsa escola. Esse projeto é classificado no Macro campo Meio Ambiente, e foi aprovado pelo Núcleo Regional de Ponta Grossa, e servem como indutora para a progressiva implantação da Educação em Tempo Integral.

Esse documento foi apresentado para Direção e Equipe Pedagógica da Escola (Apêndice A). Nessa oportunidade, também ocorreu a mobilização dos alunos envolvidos no projeto, por meio de uma conversa, explicando que as atividades visavam a um crescimento intelectual e pessoal. Essa etapa foi importante, já que direcionou as atividades a serem realizadas. Foi enviado aos responsáveis pelos alunos um Termo de Consentimento (TC) (Apêndice B), solicitando autorização para que os alunos pudessem participar da pesquisa em que se garantia o anonimato dos envolvidos no estudo. Para preservar a identidade dos participantes desta pesquisa, os alunos foram nominados como: (A1, A2, A3... A25) e o professor pesquisador como (P).

3.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O 1º ano do Ensino Médio apresenta como conteúdo estruturante a matéria e sua natureza. Segundo Paraná (2008, p. 59), “a matéria e sua natureza abre o caminho para um melhor entendimento dos demais conteúdos estruturantes”. Dentro desse conteúdo estruturante estão presentes os seguintes conteúdos específicos: matéria e estados físicos; fenômenos físicos e Químicos, substâncias e misturas; modelos atômicos, tabela periódica, ligações químicas, funções inorgânicas (ácidos, bases, sais e óxidos) e reações Químicas, dentre outros.

No entanto, nesse estudo não se limitou em trabalhar apenas o tema chuva ácida, em que foram abordados os conteúdos funções inorgânicas (ácidos e óxidos) focos deste trabalho, mas diversos temas importantes e ligados de forma efetiva a problemas ambientais e sociais. O tema chuva ácida foi escolhido em conjunto com os estudantes para nortear todo o trabalho, pois despertou bastante interesse dos estudantes que em sua maioria não conhecia o seu significado, mesmo já tendo ouvido essa expressão várias vezes. Salienta-se que outros assuntos foram abordados, como: o efeito estufa, poluição

atmosférica, Educação Ambiental e Lixo, fazendo conexão entre os demais conteúdos.

3.4 COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados por meio de observação, questionários elaborados pelo pesquisador, fotos e anotações em diário de campo (Anexo A). A estratégia didática utilizada foi à experimentação investigativa no enfoque CTS, e, a partir dela, foram incorporadas a leitura e interpretação de textos e artigos; elaboração de mapas conceituais, aulas expositivas dialogadas, júri simulado e elaboração de uma mostra científica.

3.5 DESENVOLVENDO A PESQUISA

Para desenvolvimento dessa pesquisa foram utilizadas 150 horas/aulas no período vespertino, de março a dezembro de 2013, com quatro horas/aulas semanais, divididas em dois dias da semana. Durante o desenvolvimento do trabalho, houve necessidade de abordar outros conteúdos, pois se encontram diretamente conectados, a saber: reações químicas, bases, sais, tabela periódica, solubilidade, polaridade e ligações químicas (iônica e covalente). Como estratégia para o processo de ensino e aprendizagem, visando posterior análise dos dados e resultados, a pesquisa foi dividida em oito (8) momentos pedagógicos, e mais as atividades que surgiram durante o projeto, com suas respectivas horas/aulas, conforme o quadro 9.

Momentos pedagógicos	Horas/aulas
Momento 1	04 aulas
Momento 2	10 aulas
Momento 3	16 aulas
Momento 4	14 aulas
Momento 5	14 aulas
Momento 6	12 aulas
Momento 7	14 aulas
Momento 8	26 aulas
Demais atividades	40 aulas

Quadro 9 – Momentos pedagógicos e suas cargas horárias.

Fonte: Autoria própria.

Nesse contexto, apresentam-se (na figura 7) os procedimentos metodológicos utilizados em cada momento pedagógico desta pesquisa:

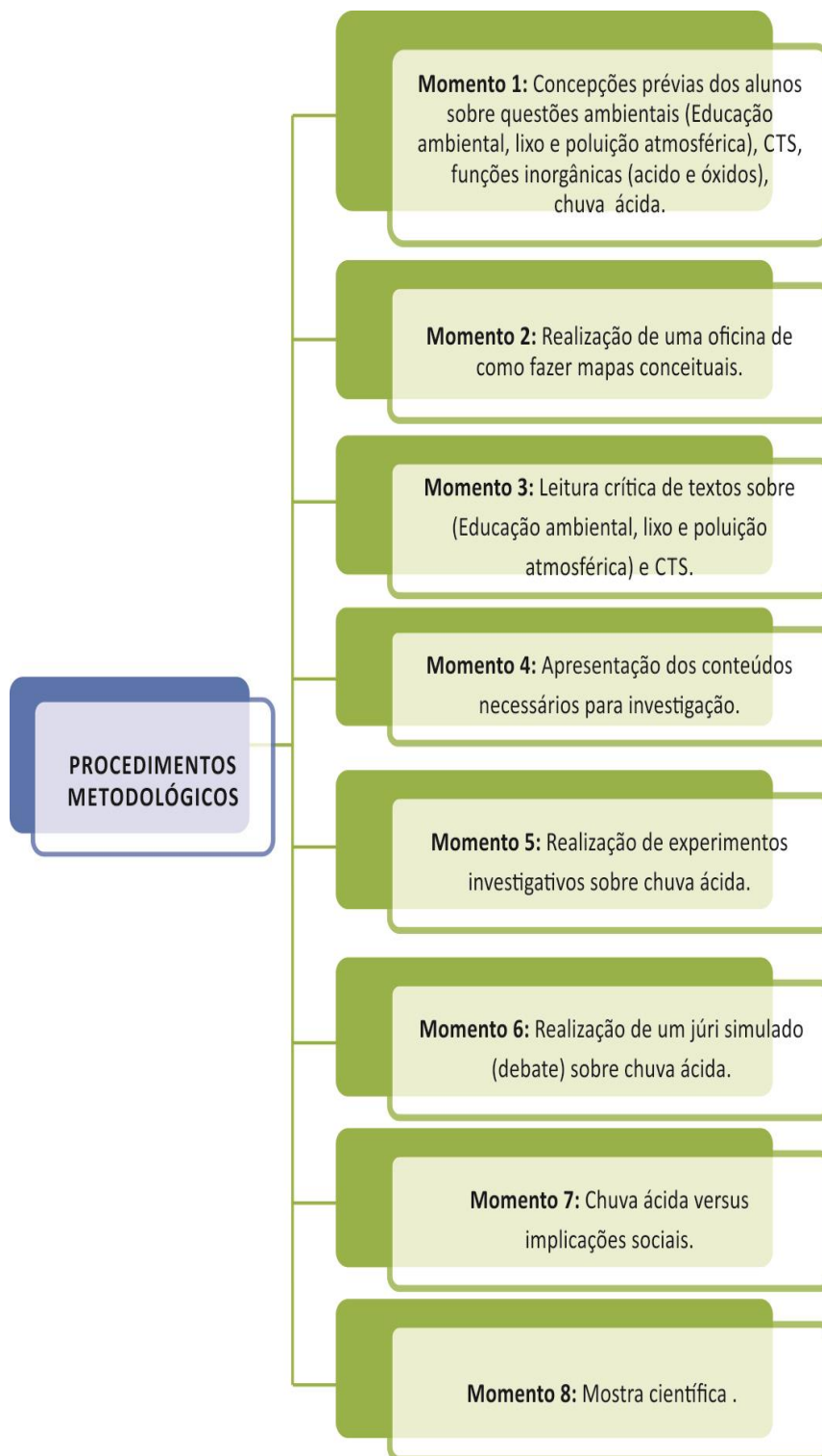


Figura 7: Organograma dos procedimentos metodológicos.
Fonte: Autoria própria.

Cada momento desse estudo foi subdividido em várias etapas para alcançar os objetivos deste trabalho. Dessa forma, no primeiro momento, foi realizado um diagnóstico para identificar as concepções prévias dos alunos, como mostra a figura 8.

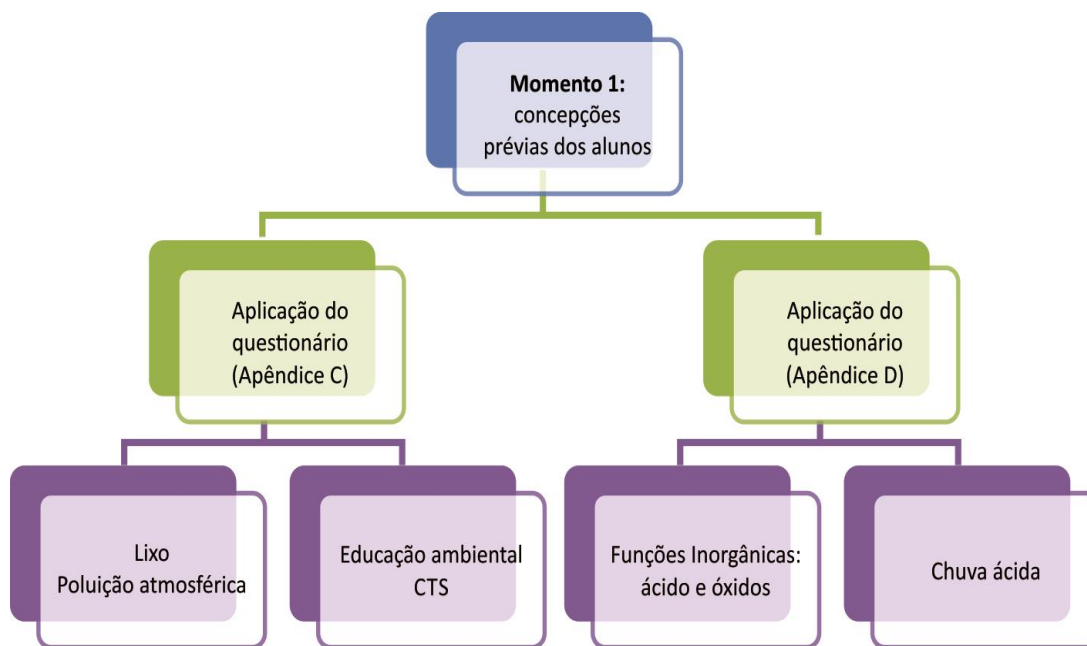


Figura 8: Identificar as concepções prévias dos alunos sobre questões ambientais, CTS e conceitos Químicos.

Fonte: Autoria própria.

Esse momento foi dividido em duas etapas, sendo a primeira com objetivo de conhecer as concepções sobre lixo, poluição atmosférica, educação ambiental e CTS (apêndice C). Na outra etapa o questionário aplicado visava conhecer as concepções prévias dos alunos sobre funções inorgânicas (ácidos e óxidos) e chuva ácida (apêndice D). Esse momento foi fundamental, pois a partir do conhecimento das concepções prévias dos alunos, se tornou-se possível direcionar os encaminhamentos metodológicos e as demais atividades para desenvolver o projeto.

No segundo momento, houve a leitura e discussão do texto: “mapas conceituais e a aprendizagem significativa¹⁰” e realização de uma oficina para elaborar mapas conceituais, como mostra a figura 9.

¹⁰**Fonte:** MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e a aprendizagem significativa**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 27 de mar. de 2015.

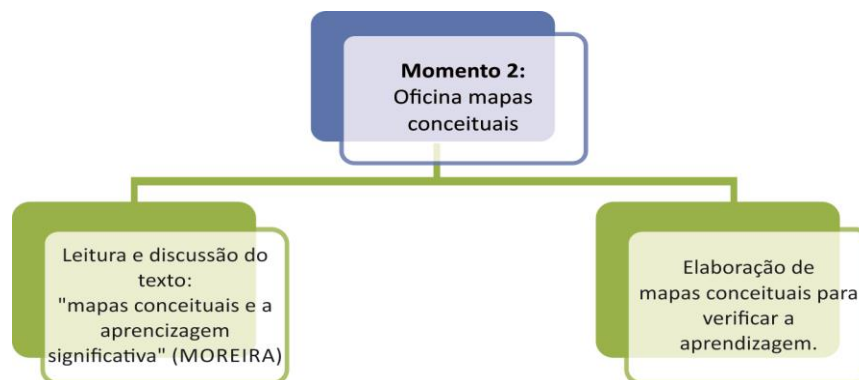


Figura 9: Realização de uma oficina para construir mapas conceituais.
Fonte: Autoria própria.

Esse momento, apresentado na figura 9, teve como objetivo conhecer o que são mapas conceituais, como podem ser usados, bem como, aprender a construir/elaborar um mapa de conceitos. Após a discussão e elaboração de alguns mapas pelo professor, cada aluno elaborou um mapa conceitual de diversos temas de seu interesse.

No terceiro momento, realizou-se a leitura crítica e a discussão de alguns textos, como mostra a figura 10.

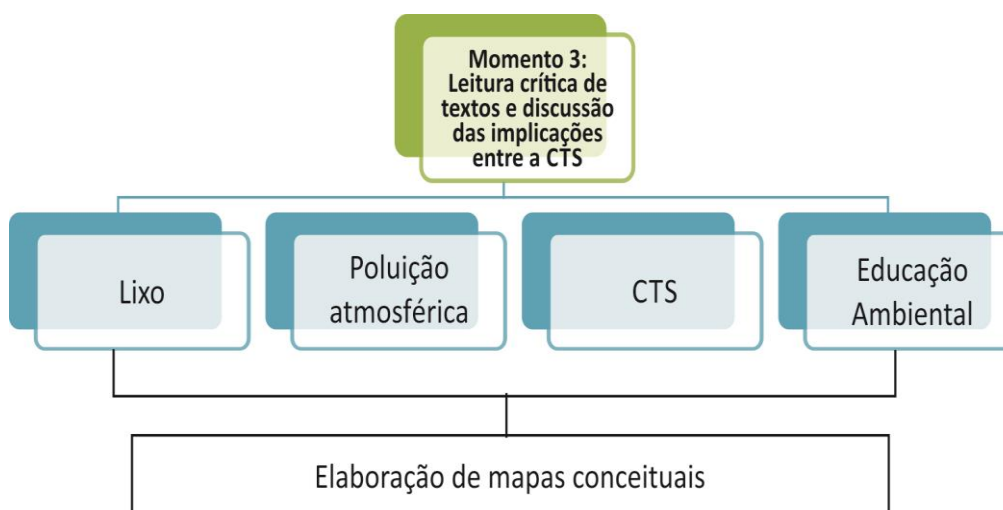


Figura 10: Leitura crítica de textos e discussão das implicações entre a CTS.
Fonte: Autoria própria.

Nesse momento, ocorreu à leitura crítica de textos da revista Química e Sociedade (SANTOS, 2003), (Anexo B) e apresentação de vídeos (“a história

das coisas”¹¹ e “sopa plástica: o lixão do oceano pacífico”¹²). É importante ressaltar que as discussões de cada tema sempre proporcionaram reflexões sobre ciência e tecnologia e suas implicações socioambientais, uma vez que foram abordadas as consequências para o meio ambiente, para sociedade, agricultura, para economia e as possíveis soluções para redução desses problemas.

Nesse contexto, após as discussões dos textos sobre o lixo, a poluição e os aspectos CTS, houve por parte dos estudantes a sugestão de realizar um seminário sobre EA. Dessa forma, os alunos foram instigados a pesquisar e buscar em artigos, revistas, *internet* e livros subsídios para apresentação, que visava discutir ações locais e planetárias, bem como sensibilizar para preservação da natureza.

Como fechamento desse momento, na sequência de cada leitura/discussão/reflexão dos temas os alunos elaboraram um mapa conceitual, no qual expressaram os conceitos mais significativos presentes na sua estrutura cognitiva sobre o tema lixo, poluição atmosférica e educação ambiental e as inter-relações com a CTS.

No quarto momento, o professor apresentou os conteúdos, ou seja, a abordagem teórica com objetivo de fornecer subsídios para os estudantes resolverem a questão problema, como mostra a figura 11.

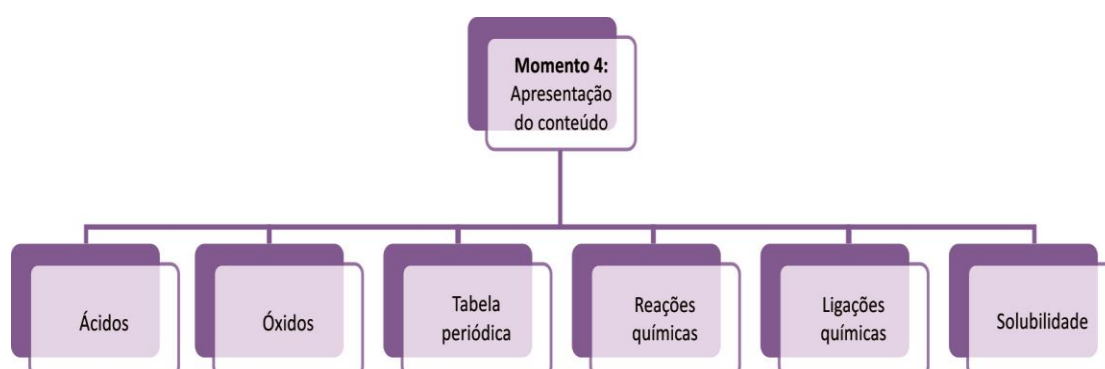


Figura 11: Apresentação dos conteúdos Químicos como subsídios.

Fonte: Autoria própria.

¹¹ **Fonte:** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8U-rcYzUac8>>. Acesso em: 27 de mar. de 2015.

Fonte: Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZgyNw5plXE8>>. Acesso em: 27 de mar. de 2015.

¹² **Fonte:** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XwvYzmk-NjY>>. Acesso em: 27 de mar. de 2015.

A figura 11, mostra o momento 4, que teve como objetivo apresentar por meio de aulas expositivas e dialogadas, os conceitos de Química, os quais surgiram das reflexões dos textos dos momentos anteriores, tais como: funções Químicas inorgânicas (ácidos, bases, sais e óxidos), tabela periódica, reações químicas, ligações químicas e solubilidade entre outros. Esses conteúdos são fundamentais como alicerce para a investigação da problemática lançada para os estudantes. Mas, ressalta-se que a(s) questão(es) problema(s) não foi(ram) trabalhada(s) diretamente na abordagem teórica.

No quinto momento, utilizou-se como estratégia a experimentação investigativa, seguindo os sete passos como orientação, apresentados na figura 12:

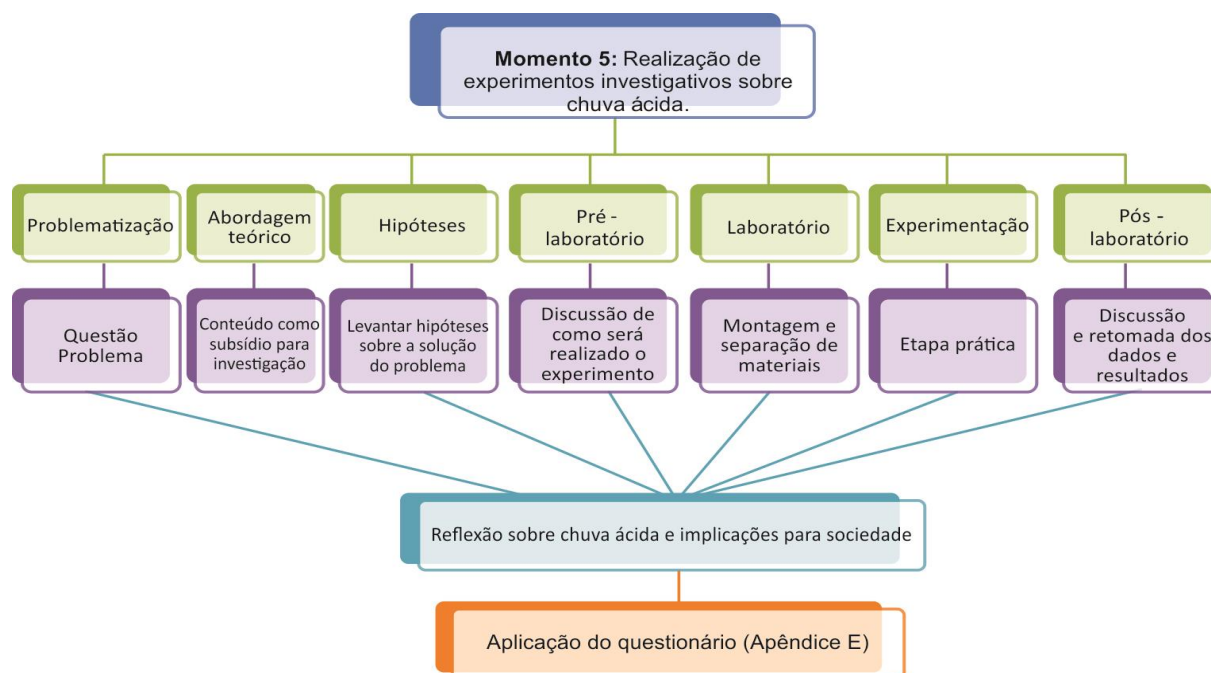


Figura 12: Realização de experimentos investigativos sobre chuva ácida.
 Fonte: Autoria própria.

O momento 5 (na figura 12) foi dividido em sete etapas, as quais são descritas de forma sucinta, a seguir:

1 – Problematização: Uma questão problema abrangente foi apresentada aos alunos, no início do estudo, 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, com o intuito de direcionar a atividade prática, várias questões específicas, também foram apresentadas aos alunos:

- O que significa chuva ácida? Quais as consequências da acidez das chuvas para sociedade e meio ambiente?
- 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?
- 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?

2 – Abordagem teórica: Foram apresentados subsídios teóricos (momento 4) considerando a importância do aporte teórico para fazer ciências no campo científico e no âmbito escolar, conforme Guimarães (2009). Porém não foi abordado diretamente a problemática, fato limitador desta fase.

3 – Hipóteses: Os alunos pesquisaram e elaboraram hipóteses para solucionar a(s) questão(es) problema(s) lançada pelo professor ou pode ser determinada em equipe. Para essa pesquisa utilizaram a *internet* e a biblioteca da escola, entre outros locais e outros tipos de fontes bibliográficas.

4 – Pré-laboratório: Nessa etapa, em equipe e com mediação do professor os alunos elaboraram as hipóteses e elencaram as mais relevantes, selecionaram também os materiais e elaboram o procedimento para realização da prática em laboratório. Essa etapa é considerada o plano de trabalho conforme Carvalho et al. (2006), ou seja, é a forma de como será realizado o trabalho, qual a metodologia, e quais os materiais serão necessários.

5 – Laboratório: Nesta etapa, ocorreu à separação, montagem de equipamentos e separação de materiais. Ressalta-se que ocorreu a utilização de materiais alternativos, e do destaque de sua importância, visando desmitificar que para fazer ciência é necessário um laboratório bem equipado.

6 – Experimentação: Nessa etapa prática, os alunos realizaram a coleta de dados, validação ou refutação das hipóteses selecionadas no pré-laboratório.

7 – Pós – laboratório: Nessa etapa, os dados e resultados foram retomados e as possíveis dúvidas foram sanadas. No entanto, os alunos apresentaram dificuldades, pois nessa etapa ocorreu o tratamento algébrico, e, a solicitação de um relatório escrito, para comunicar os resultados

Nesse momento, com o intuito de desenvolver o pensamento crítico, foram considerados os seguintes objetivos:

- Conhecer as etapas do trabalho de um cientista, visando à contribuição para formação do espírito científico;
- Desenvolver a capacidade de levantar hipóteses, dados e estratégia para realização da experimentação investigativa no enfoque CTS;
- 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 e as inter-relações entre CTS;
- Conhecer os principais poluentes que causam a chuva ácida;
- Refletir sobre as diversas tecnologias que influenciam na chuva ácida;
- Desenvolver a capacidade de tomada de decisão, atitudes, leitura e comunicação sobre conceitos Químicos e Educação Ambiental.
- Compreender os conteúdos de Químicas e suas interações com meio ambiente, visando um ACT.

No sexto momento, com objetivo de aprofundar as discussões sobre a temática chuva ácida, foi realizado um “júri simulado”, apresentado na figura 13.

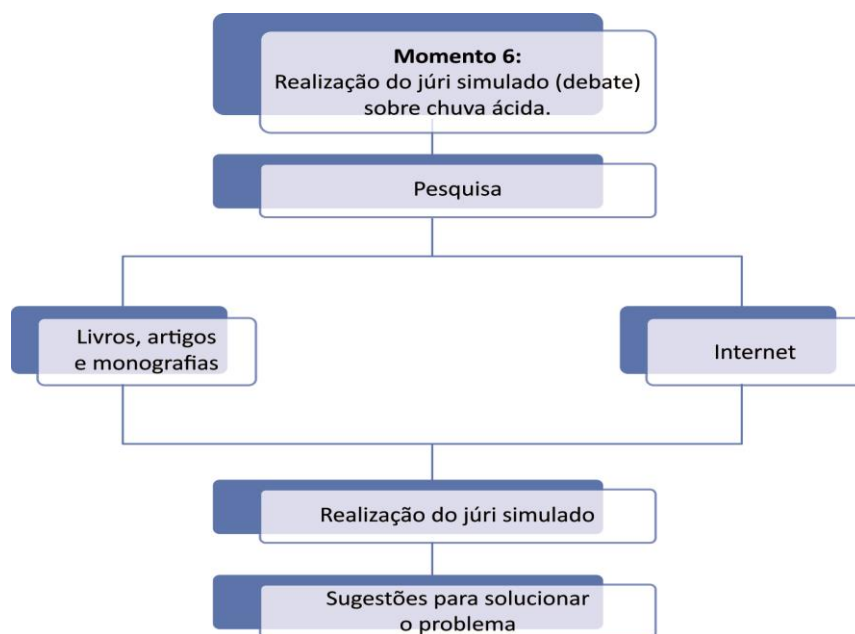


Figura 13: Realização de um júri simulado (debate) sobre chuva ácida.
Fonte: Autoria própria.

Para realização desta etapa o grupo participante do projeto foi dividido em três equipes. Dessa forma, uma equipe defendeu as contribuições da ciência e da tecnologia, colocando o ponto de vista de que os benefícios da C&T são maiores em relação às consequências para o meio ambiente em relação à chuva ácida, ou seja, os benefícios da C&T justificam os problemas ocasionados pela chuva ácida; a outra equipe foi contra a chuva ácida, seus malefícios e problemas ambientais. E a terceira equipe foram os relatores que registraram toda a discussão.

Nesse sentido, visando direcionar a atividade, houve intervenção docente contemplando os objetivos que, foram:

- Estudar o tema chuva ácida, levando todos os participantes das equipes a debater e tomar decisões;
- Desenvolver um pensamento crítico sobre questões ambientais no enfoque CTS;
- Entender as implicações da ciência e tecnologia para o meio ambiente e para a sociedade;

- Entender os conteúdos Químicos em relação ao fenômeno chuva ácida;
- Compreender as consequências e problemas relacionados à chuva ácida;
- Desenvolver o trabalho em equipe, a capacidade de tomada de decisão e a curiosidade frente os conceitos científicos e ambientais.

Nessa perspectiva, consideraram-se as etapas (no quadro 10) para direcionar a realização do 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 a chuva ácida	5 min cada equipe
5	Veredito ¹³	20 min
Tempo total da dinâmica		1h e 20 min

Quadro 10: Etapas para realização do júri simulado.

Fonte: Autoria própria.

Foram considerados na realização e direcionamento do “júri simulado” os passos relacionados na sequência:

- O professor e alunos escolheram o tema a ser trabalhado;
- Os alunos realizaram pesquisa sobre o tema para ter subsídios para as discussões;
- O professor participou como orientador das equipes, direcionando as pesquisas e organização do “júri simulado”;
- O professor (Juiz) abriu a sessão (o professor participou como mediador);
- Dois membros, da equipe de acusação, acusaram o réu ou a questão em pauta: a chuva ácida;
- Dois membros da equipe de defesa defenderam o réu (chuva ácida) ou a questão em pauta;

¹³ São refletidas as questões levantadas durante o debate. Assim, é solicitado aos alunos que se posicionem de maneira consciente sobre a problemática, ou seja, em que pontos de vistas se complementam ou divergem as questões. Também, são instigados a sugerirem ação para solucionar a questão problema estudada, visando incentivar a tomada de decisão. Após, o professor lê o veredito.

- A discussão foi iniciada entre ambas as equipes, e cada equipe defendeu seu ponto de vista (tese);
- Apresentação das considerações finais de cada equipe;
- Discussão entre as equipes para verificação da pertinência ou não dos apontamentos realizados durante o julgamento;
- 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.

Como fechamento da atividade, foi realizada a avaliação em equipe do júri simulado por meio de um debate com a seguinte pergunta: Quais as contribuições da dinâmica realizada?

No sétimo momento, o professor apresentou uma aula expositiva e dialogada sobre chuva ácida, para instigar os estudantes lançando vários questionamentos. Como fechamento desafiou-se os estudantes para construção de um vídeo informativo, conforme figura 14.

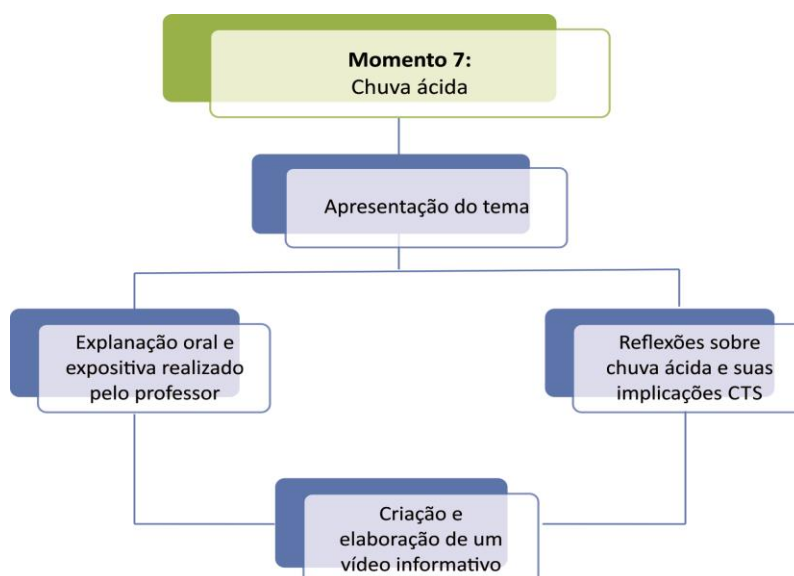


Figura 14: Chuva ácida versus implicações sociais.
Fonte: Autoria própria.

Esse momento foi dividido em três etapas: a primeira, foi a apresentação pelo professor de uma aula expositiva e dialogada com slides sobre chuva ácida (Apêndice F). Na segunda etapa, ocorreram as reflexões sobre chuva ácida e suas implicações em relação à CTS em forma de debate. Nessa etapa os alunos

foram instigados a relacionar todo conhecimento obtido durante o desenvolvimento do projeto para que se posicionassem sobre o tema. Na terceira etapa, foi lançado um desafio para que os alunos planejassem e elaborassem um vídeo informativo, mostrando os conceitos sobre chuva ácida, bem como suas implicações para a sociedade.

No oitavo momento, foi realizada uma mostra científica (figura 15), como produto desenvolvido no projeto, para difusão dos conceitos trabalhados:

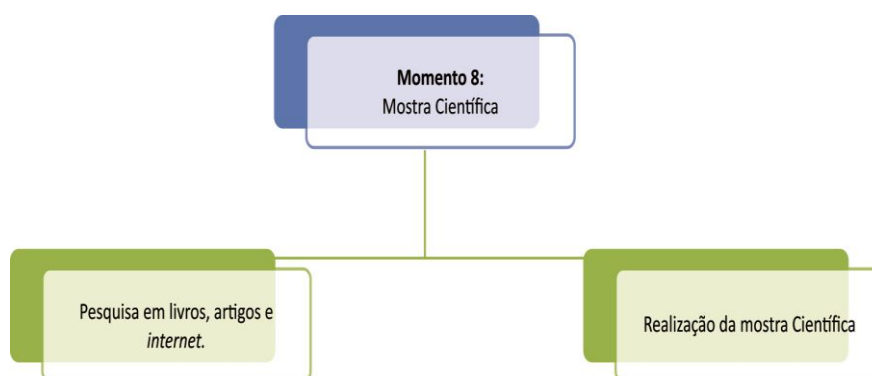


Figura 15: Mostra científica.
Fonte: Autoria própria.

Esse momento foi o fechamento das atividades, quando ocorreu a realização de uma mostra científica. Inicialmente cada aluno escolheu um tema que mais gostou, durante o projeto, posteriormente teve um período de tempo para pesquisa em revistas, jornais, livros e *internet*. Como produto a ser apresentado na mostra, foi sugerida pelo professor a construção de História em Quadrinhos (HQs) e folhetos com ações visando à EA e a sustentabilidade sobre o tema escolhido.

Portanto, com alicerce nas discussões e interpretações levantadas durante o desenvolvimento do trabalho de pesquisa e nos resultados obtidos por meio do diagnóstico e reflexões, ocorreu a elaboração e montagem de um guia didático (produto anexo a esta dissertação), abordando o conteúdo funções inorgânicas: ácidos e óxidos, por meio da experimentação investigativa na temática Educação Ambiental em um enfoque CTS, com objetivo de fornecer um material auxiliar para o trabalho do professor em sala de aula.

No próximo capítulo apresenta-se a análise e a discussão dos dados obtidos no desenvolvimento do estudo.

CAPÍTULO 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados deste estudo que visou trabalhar o conteúdo de funções inorgânicas (ácidos e óxidos), em um enfoque CTS, por meio da experimentação investigativa no Ensino de Química, a partir de um tema sociocientífico: a chuva ácida.

Após leitura e releitura, os dados foram separados por unidade de significado, observando as concordâncias e discordâncias das respostas. Da análise das atividades realizadas, emergiram quatro tópicos de análise, divididas em:

4.1 Compreensão das concepções prévias e percepções dos alunos sobre:

4.1.1 Educação Ambiental;

4.1.2 Questões ambientais: a chuva ácida, o lixo e a poluição;

4.1.3 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS);

4.1.4 Funções inorgânicas (ácidos e óxidos);

4.2 Elaboração de mapas conceituais a partir das intervenções pedagógicas realizadas;

4.3 A Experimentação investigativa em uma abordagem CTS: uma proposta diferenciada para o processo de ensino e aprendizagem:

4.3.1 A aprendizagem do conteúdo funções inorgânicas ácidos e óxidos;

4.3.2 Percepção dos alunos sobre a proposta de utilização da experimentação investigativa num enfoque CTS;

4.3.3 Tomada de decisão: desenvolvendo a autonomia intelectual para formação cidadã;

4.4 Produções de História em Quadrinhos (HQs) pelos alunos.

Em seguida, tem-se a apresentação e a discussão de cada tópico de análise. Nesse sentido, no primeiro tópico, buscou-se entender as concepções prévias dos alunos. Esse momento foi fundamental para direcionar as estratégias e encaminhamentos para o desenvolvimento do projeto.

4.1 COMPREENSÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS E PERCEPÇÕES DOS ALUNOS

Para compreender como os estudantes que participaram da pesquisa entendem os temas abordados neste trabalho, buscou-se, por meio de questionários identificar suas concepções prévias, uma vez que é elementar criar mecanismos para verificá-las nos estudantes. Conforme Ausubel (1978, p.iv) apud Moreira (2006 p. 13), “se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influência a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo”.

Dessa forma, se faz necessário compreender melhor os estudantes do Ensino Médio, conhecer suas concepções prévias e seus anseios, bem como, a partir desses dados, criar mecanismos e oportunizar estratégias metodológicas que possibilitem construir o conhecimento na escola, pela pesquisa, levando em consideração suas ideias prévias e contribuições. Assim, as concepções prévias dos estudantes são abordadas nos subtópicos a seguir.

4.1.1 Educação Ambiental:

Na análise dos questionários aplicados aos 25 alunos participantes do projeto (Apêndice C e D), em relação a primeira questão: “Você tem interesse em estudar temas que abordam questões ambientais? Explique”; verificou-se que, 92% (23 estudantes) tem interesse em estudar temas que tratem dos aspectos relacionados às questões ambientais, como o aluno A₁₄: “tenho interesse em estudar, pois é um tema bom, bem amplo que me interessa saber mais sobre o meio em que vivemos como as questões sobre a natureza”.

Embora, a grande maioria dos estudantes apresente interesse pelas questões ambientais, percebe-se, em suas transcrições, a presença do senso comum, como o aluno A₁₄ que possui interesse sobre o tema natureza e considera um tema bom. Conforme Neto (2012), senso comum é a forma como a maioria das pessoas pensa, ou seja, é o que vem sendo passado de geração em geração, pelas vivências e as diversas observações de mundo. Porém, as

questões ambientais envolvem, além da natureza, aspectos como: ciência, tecnologia, ética, política, cultura, dentre outros.

Conforme Dias (2002), a Educação Ambiental estimula o exercício pleno e consciente da cidadania (deveres e direitos), visando o resgate e o surgimento de novos valores para uma sociedade mais justa e sustentável. Dessa forma, compreender os conceitos sobre as questões ambientais facilita uma mudança de percepção frente ao meio ambiente.

No entanto, mesmo sendo, explicado para os alunos que poderiam expressar livremente suas concepções referentes às questões apresentadas, apenas 8% (2 estudantes), responderam que não possuem interesse em estudar temas sobre questões ambientais, porém, não explicaram o motivo.

Quanto à segunda questão: “O que se entende por Educação Ambiental?”, analisando às respostas, sugeriram-se três categorias apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Respostas dos 25 alunos sobre concepção de Educação Ambiental.

Categorias	Percentual	Alunos
Ensinar a preservar e como funciona o meio ambiente	64%	16
Degradação do solo, lixo e poluição	24%	6
Qualidade de vida e trabalho em equipe (sociedade)	12%	3

Fonte: Respostas dos alunos.

Ao analisar as respostas apresentadas, observou-se uma diversidade de ideias dos estudantes sobre o que entendem sobre Educação Ambiental. Assim, a maioria dos alunos, 64% acreditam que a EA é uma forma de ensinar a preservar o meio ambiente e entender seu funcionamento. Conforme se observa na resposta da aluna A₁₆: “Educação Ambiental é a forma de aprender como cuidar do planeta e o que causa a destruição dele”, o que vai ao encontro das reflexões de Dias (2002, p. 67), “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”.

Já 24% fazem a relação da Educação Ambiental a temas como a degradação do solo, o lixo e a poluição, como se observa na resposta da aluna A₂₅: “possibilita aprender mais sobre degradação do solo, formas de protegê-lo, como diminuir a poluição e não produzir tanto lixo”. Porém, a Educação

Ambiental é um tema mais amplo, envolve os temas citados pela aluna, bem como a política, a ética, os valores, a sustentabilidade, dentre outros. Acredita-se que a EA é um instrumento que possibilita diversas transformações sociais. No entanto, o modelo atual de educação promove a desconexão, “treina” as pessoas para que ignorem as consequências ambientais, relacionadas aos seus atos (DIAS, 2002).

Para 12% dos alunos, a EA faz relação com a qualidade de vida e com o trabalho em equipe, como diz A₇: “é o que aprendemos em nosso dia a dia que vai ajudar a melhorar a nossa qualidade de vida, que aprendemos com a família, com a convivência em sociedade para um trabalho coletivo [...]”. A resposta da aluna A₇ apresenta um novo elemento, fundamental para EA, que é o trabalho coletivo e os exemplos da família, uma vez que para enfrentar essa crise ambiental, cultural e social, é necessário que a sociedade de modo geral (re)pense, coletivamente, possíveis soluções para mudança de hábitos e atitudes frente ao meio ambiente.

Quanto a terceira questão apresentada para os estudantes: “No seu município qual o principal problema ambiental? Explique”; nesse momento, solicitou-se para os alunos que participavam do projeto para saírem às ruas com seu aparelho celular ou câmera fotográfica, visando captar uma imagem que representasse esse problema ambiental. Com a análise das respostas dessa pergunta e as imagens, surgiram quatro categorias, apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Respostas dos 25 alunos sobre principal problema ambiental de seu município.

Categorias de análise	Percentual	Alunos
Lixo	44%	11
Rede de esgoto	32%	8
Queimadas/desmatamento	16%	4
Agrotóxicos	8%	2

Fonte: Respostas dos alunos.

Pela análise, levando em consideração todas as respostas, verificou-se que o principal problema ambiental do município onde residem todos os estudantes participantes do projeto, conforme suas respostas, é o lixo 44%, seguido pela precariedade da rede de esgoto 32%. Para a aluna A₈: “a falta de rede de esgoto traz para nós muitos danos, muitas doenças. Na rua da minha

casa existe a rede de esgoto, mas em outros locais da cidade falta e isso causa problemas e precisa ser repensado”.

Fica evidente, a preocupação da aluna A₈ com os problemas relacionados à sua comunidade e seus moradores, que não possuem saneamento básico. Como mostra a figura 16, tirada pelo seu telefone celular, onde é possível ver o esgoto sendo lançado em um pequeno córrego, poluindo as águas e aumentando o risco de doenças como a hepatite, a diarreia, a cólera entre outras:



Figura 16: Foto tirada pela aluna A₈ do seu aparelho celular sobre saneamento básico.

Fonte: Imagem capturada pela aluna A₈.

Conforme Dias (2002), aproximadamente 88 milhões de pessoas no Brasil ainda vivem em domicílios sem sistema de coleta de esgoto sanitário (no mundo, são 1,8 bilhão de pessoas), por esse motivo, coloca o saneamento como um desafio. E faz um alerta, por hora morrem cerca de 913 crianças no mundo por doenças relacionadas a falta de saneamento básico. Já o aluno A₂ diz: “para mim o principal problema é o lixo e a poluição, porque as pessoas jogam em qualquer lugar”. Como mostra a figura 17, tirada pelo aluno do seu telefone celular:



Figura 17: Foto tirada pelo aluno A₂ do seu aparelho celular sobre lixo.

Fonte: Imagem capturada pelo aluno A₂.

A imagem capturada pelo aluno A₂ retrata a falta de consciência ambiental, mostrando o lixo, como sacolas plásticas e papéis espalhados pelas ruas da cidade. Conforme Dias (2002) difunde-se pelo mundo um modelo, que todos desejam a mesma coisa, ou seja, buscam o mesmo estilo de vida, visam usar as mesmas coisas e produzem basicamente o mesmo lixo. Dessa forma, o consumismo desenfreado torna insustentável o estilo de vida escolhido e imposto por países ricos como estratégia de dominação.

Outras duas categorias aparecem, as queimadas e os desmatamentos 16% e o uso de agrotóxicos 8%, não menos importantes, uma vez que “a destruição das florestas é uma das maiores demonstrações da inconsciência humana e uma das mais graves alterações que se impõe à Terra, através dos tempos”(DIAS, 2002, p. 22). Já os agrotóxicos, por sua vez, usados de forma indiscriminada, causam contaminação de rios, solos, os alimentos, os animais e, conseqüentemente, as pessoas.

A quarta questão apresentada para os estudantes foi: “Em relação à imagem abaixo, em sua opinião, o que a imagem reflete sobre o meio ambiente?”



Figura 18: Imagem sobre meio ambiente.

Fonte: Disponível em: <www.google.com.br>. Acesso em: 11 de mar. de 2013.

Constatou-se pelas respostas a essa questão, que todos os participantes da pesquisa, acreditam que o planeta terra encontra-se em nossas mãos, que se deve cuidar e preservar para as futuras gerações, bem como as crianças são as bases do futuro e são responsáveis por sua preservação. Como se observa nas respostas, a seguir: A₁₀: “As crianças são à base do futuro do planeta e serão as pessoas responsáveis por preservar e cuidar do planeta

terra”; e A₁₈: “Que devemos cuidar hoje do planeta para as futuras gerações que viram pela frente.”

Pela análise das transcrições dos estudantes, percebe-se que suas concepções vão ao encontro do que diz o relatório Brundtland, em que o desenvolvimento sustentável é o que atende "as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade de as novas gerações atenderem às suas próprias necessidades" (COMISSÃO, 1991, p. 46).

Portanto, entende-se que a sustentabilidade e a EA são instrumentos para uma formação voltada para cidadania, pois permite uma formação integral, com valores e atitudes relacionadas ao meio ambiente. De acordo com Lisboa e Kindel (2012), a Educação Ambiental é como uma nova filosofia de vida e deve estar presente no fazer científico e acadêmico, uma vez que, apenas pensando nesses aspectos, é possível enriquecer e contribuir para difusão e uma formação socioambiental da sociedade.

4.1.2 QUESTÕES AMBIENTAIS: CHUVA ÁCIDA, LIXO E POLUIÇÃO

Em análise, sobre as questões aplicadas aos alunos com a temática chuva ácida, verificou-se que, em relação a primeira questão: “O que você entende por chuva ácida?”, conforme os participantes da pesquisa, 40% (10 estudantes) acreditam que a chuva ácida é uma precipitação formada por gases tóxicos. Porém, não citam esses gases e nem como esse processo ocorre. Já 32% (8 estudantes), dizem que a chuva ácida é aquela com presença de ácidos, mas também não citaram quais ácidos e seus processos de formação.

Outros 12% (3 estudantes) envolvidos na pesquisa acham que a chuva ácida é a precipitação com um potencial hidrogeniônico (pH) alto. No entanto, associaram de forma errônea o conceito envolvendo pH, pois quanto maior o pH, mais básico ou alcalina é a solução ou substância. Portanto, quanto mais ácida é a substância, mais baixo é o seu pH. Para Russell (1994, p. 641), o pH é “o logaritmo comum negativo da concentração (ou melhor, da atividade) de íons hidrogênio (hidroxônio) numa solução aquosa”.

Conforme Reis de Jesus (2009, p. 144), “a chuva ácida corresponde aquela em que o **pH se apresenta inferior a 5,6**, sendo seu caráter ácido

associado à poluição do ar”. Já 16% (4 estudantes) não sabiam ou não responderam à questão, bem como não justificaram o motivo.

A segunda questão foi: “Para você, quais as causas e as consequências da chuva ácida para sociedade?”. A tabela 3 apresenta as respostas dos alunos a essa questão.

Tabela 3: Concepção dos alunos sobre as causas e as consequências da chuva ácida.

Categorias	Causas		Consequências		
	Compostos Químicos	Não responderam	Prejudica o meio ambiente	Destrói monumentos	Não responderam
Percentual (estudantes)	68% (17)	32% (8)	52% (13)	24% (6)	24% (6)

Fonte: Respostas dos alunos.

Constatou-se em relação às respostas dos alunos, como apresentado na tabela 3, em relação às causas da chuva ácida, que 68% dos estudantes, compreendem que esse fenômeno é causado pelos “compostos Químicos”. Porém, não citam que são compostos tais como: dióxido de carbono (CO_2), dióxido de enxofre (SO_2), trióxido de enxofre (SO_3) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Também não descrevem a forma como esses processos ocorrem.

Já 32% dos estudantes não responderam a questão. Talvez isso ocorreu porque, mesmo estando no Ensino Médio, poucas vezes foram abordados, na disciplina de Ciências ou Química, a relação com o meio ambiente e a poluição atmosférica, possibilitando essa aproximação do cotidiano com os conceitos científicos, o que vai ao encontro das ideias de Marcovitch (2001), quando aborda a necessidade de organizar os saberes nas dimensões culturais, científicas e sociológicas.

Considerando as respostas sobre as consequências da chuva ácida para a sociedade, 52% dos estudantes acreditam que a chuva ácida “prejudica o meio ambiente” e, 24%, que ela “destrói monumentos”. No entanto, mesmo estando parcialmente corretas as respostas, observa-se a presença do senso comum, pois não dizem como esse processo acontece e nem quais substâncias envolvidas e as suas reações. Já 24% dos estudantes deixaram em branco essa questão. Essas considerações estão de acordo com Marcovitch (2001), quando

diz: “a contextualização propicia uma nova perspectiva metodológica de ensino e aprendizagem ao Ensino Médio, utilizando dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural dos alunos”.

Quanto à terceira questão: “Para você, quais são as possíveis soluções para diminuir a chuva ácida?”, após análise das respostas, verificou-se que 80% (20 estudantes) acreditam que as possíveis soluções para diminuição da chuva ácida é a redução das emissões de compostos Químicos, mas não citam exemplos desses compostos, como também, não apresentam alternativas para reduzir essa emissão, bem como, quais ações ou atitudes são necessárias.

Já 8% (2 estudantes) dizem que diminuir a quantidade de lixo é uma solução para reduzir os níveis de chuva ácida, como expresso pelo aluno A₁: “tentar diminuir a quantidade de lixo e o uso dos lixões”. Entretanto, apenas diminuir a quantidade do lixo não é suficiente, precisa-se formar para cidadania, visando à conscientização ambiental. Já 12% (3 estudantes) não responderam ou não sabiam responder.

Portanto, ficou evidenciada, por meio das respostas dos estudantes, a necessidade de uma Alfabetização Científica e Tecnológica, uma vez que há muitas respostas baseadas no senso comum, conceitos incorretos e muitas questões sem resposta. De acordo com Santos e Schnetzler (2010), se faz necessário que os cidadãos conheçam como utilizar as substâncias no cotidiano, bem como se posicionem criticamente, buscando soluções para os problemas sociais.

Em relação à questão apresentadas para os estudantes – “o que você entende por lixo?” -, verificou-se que emergiram-se da análise das respostas duas categorias mais específicas. Para 68% (17 estudantes), o lixo é algo que não pode ser utilizado mais, como apresentado na resposta do A₁₁: “lixo são resíduos que sobram do nosso dia a dia, coisas que não usamos mais”; e do A₈: “lixo, para mim, é algo que não uso mais. Algo que usei e que hoje para mim “não vale nada”, mas que posso reciclar e reutilizar”.

Conforme Dias (2002, p. 75), “a palavra “lixo” não deve ser mais usada. A cultura do “lixo” deve desaparecer para dar lugar à cultura dos **resíduos sólidos** (matéria-prima a ser aproveitada)”. Por isso, Dias (2002) apresenta a coleta seletiva e a reciclagem como parte dessa mudança. Ao contrário, observa-se que A₁₁, como a grande maioria das respostas, compreende o

conceito de lixo baseado no senso comum, sem questionar o que é realmente lixo, quais os tipos de lixo (orgânico inorgânico e nuclear), qual o seu destino e seus impactos para o meio ambiente e para sociedade.

O A₈, em sua resposta, traz elementos como: reciclar e reutilizar. Isso mostra, segundo sua resposta, uma preocupação com o meio ambiente, pois sugere o reaproveitamento do lixo, mas não apresenta alternativas de como fazer. Já 32% (8 estudantes) defendem que o lixo é algo que pode prejudicar a natureza, como o A₁₀: “são dejetos que prejudicam ou afetam a natureza, provocando uma degradação ambiental”.

Conforme Dias (2002), em média, cada pessoa produz 1 kg de lixo por dia, no mundo. Na época consideravam-se seis bilhões de pessoas, enquanto que em 2015, estima-se aproximadamente mais de sete bilhões e, provavelmente, a média por pessoa de lixo produzido diariamente aumentou, devido ao consumismo incentivado pelo capitalismo. Dessa forma, uma maior quantidade de lixo e dejetos são lançados na natureza, em lixões, aterros sanitários entre outros, prejudicando o meio ambiente.

O tema lixo é uma questão a ser discutida principalmente na escola, uma vez que, com o aumento da população e do consumo, conseqüentemente, houve um aumento na produção de lixo. Assim, percebe-se a necessidade de uma formação envolvendo os aspectos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), para possibilitar alternativas e caminhos para (re) pensar a produção de lixo. Por isso, a necessidade de se adotar uma postura crítica sobre o papel da educação para formação da cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Quanto à questão - “o que você entende por poluição?” - constatou-se, pelas respostas, que a totalidade dos estudantes compreendem, em suas concepções, que poluição é “jogar lixo na natureza”, como o aluno A₁₀: “É o estado em que a natureza encontra-se, danificada pelo acúmulo de lixo”. O aluno A₉: “É a agressão do homem com o ambiente, emitindo gases tóxicos, deixando um ambiente alterado (doente)”, o que vai ao encontro das análises de Rocha et al. (2004), a poluição é uma alteração do estado de qualidade ambiental para a qual a sociedade exposta é incapaz de neutralizar esses efeitos negativos para a humanidade.

Portanto, observa-se, em todas as respostas, que a poluição é vista como uma violação para com o meio ambiente, por gases tóxicos, lixo, esgoto e

as queimadas, dentre outros. Porém, não citam exemplos desses gases, bem como os diferentes tipos de poluição (sonora, visual, atmosférica e nuclear) e os impactos para a sociedade, pois, de acordo com Santos e Mól (2003), a poluição atmosférica ocorre quando há um aumento da quantidade de determinados gases ou de materiais sólidos em suspensão acima dos limites definidos e estabelecidos. Dessa forma, a poluição atmosférica torna o ar impróprio à saúde humana.

4.1.3 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

Em relação ao tema Ciência, Tecnologia e Sociedade, na primeira questão: “O que significa Ciência, Tecnologia e Sociedade?”, observa-se as respostas dos alunos na tabela 4.

Tabela 4: Concepção dos alunos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em categorias.

Categorias de Análise					
Ciência	Percentual (estudantes)	Tecnologia	Percentual (estudantes)	Sociedade	Percentual (estudantes)
Estuda os fenômenos físicos e químicos e os seres vivos	100% (25)	Avanços da ciência	24% (6)	Grupos de pessoas	100% (25)
		Meios de Comunicação	16% (4)		
		Evolução dos equipamentos	60% (15)		

Fonte: Respostas dos alunos.

Como pode ser visualizada na tabela 4, a totalidade dos estudantes, enquadram-se na categoria em que a ciência “estuda os fenômenos físicos, os químicos e os seres vivos”, como o aluno A₂ que, além de abordar os aspectos citados nessa categoria, envolve a capacidade de buscar conhecimento, ou seja, de pensar e racionalizar, conforme seu relato: “Ciência para mim é algo que estuda os seres vivos, como são capazes de pensar, de agir, de buscar conhecimento sobre as coisas a sua volta. Estuda também a teoria da física, da química, enfim, ciências é algo que estuda a vida”. Esse relato vem ao encontro das investigações de Bazzo et al. (2003), o qual afirma que a ciência deriva do latim *scientia*, que significa saber e conhecimento.

O aluno A₂₁, em sua transcrição, diz: “a ciência é o estudo da natureza, meio ambiente e química”. De acordo com Chassot (2002, p. 91), “a ciência pode ser considerada como uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural”. Assim, no mundo de hoje necessita-se alfabetizar científica e tecnologicamente a população, uma vez que conhecer essa linguagem fornece subsídios para compreensão de mundo, e, relacionados aos processos científicos.

Já em relação à tecnologia surgiram três categorias, presentes nas respostas dos estudantes. Dessa forma, 60% dos estudantes acreditam que a tecnologia é a “evolução dos equipamentos”, como a aluna A₁: “são equipamentos e meios desenvolvidos para facilitar nossas vidas e até mesmo facilitar estudos e pesquisas”. A aluna A₇: “É a construção de equipamentos, como televisores, que melhora a vida e deixa mais fácil”.

Para 24%, a tecnologia é resultado dos “avanços da ciência”, assim como, observa-se no aluno A₆: “É o avanço da ciência, para facilitar a vida na sociedade”. Já 16% entendem tecnologia como “meio de comunicação”, como demonstra em seu relato o aluno A₂: “Para mim é algo que se renova a cada dia, como os meios de comunicação em sociedade”. Bazzo et al. (2003), define tecnologia como uma coleção de sistemas que são projetados para realizar alguma função, uma vez que a tecnologia não é vista apenas como artefato tecnológico. Com isso, um exemplo é a televisão, que é um artefato tecnológico e o sistema que permite seu funcionamento é tecnologia.

Portanto, percebe-se que os estudantes possuem uma visão da tecnologia como aplicação da ciência enquanto artefato tecnológico (celular, televisão, rádio), bem como, entendem a tecnologia apenas como benéfica e a principal via de avanço da humanidade, evidenciando uma visão tradicional da ciência e da tecnologia. Conforme Bazzo et al. (2003), a C&T devem ser entendidas, como um conjunto de vários conhecimentos científicos, valores sociais, econômicos e políticos, uma vez que há uma grande complexidade envolvida em relação a C&T, pois existem muitos exemplos negativos como os acidentes nucleares, guerras mundiais, impactos ambientais entre outros.

Em relação à sociedade, todos os estudantes acreditam que o conceito de sociedade se encontra relacionada a um “grupo de pessoas”, conforme o aluno A₆: “as pessoas em um conjunto vivem em sociedade”. Simon (1999),

apud Vaz, Fagundes e Pinheiro (2009), diz que sociedade é um corpo orgânico estruturado da vida social, com base na reunião de indivíduos que vivem em determinado sistema econômico, políticos e leis. Todavia, nenhum estudante em suas respostas colocou alguma coisa sobre a tríade CTS.

Quanto à questão: “Para você, a ciência e a tecnologia influenciam na sociedade? Explique.”, para 100% dos estudantes, a Ciência e a Tecnologia influenciam diretamente na sociedade, como observado nas respostas de A₂₁: “sim, podemos comparar, há 70 anos, ninguém andava de camaro ou tinha um *tablet*, já hoje com a nova tecnologia, tudo isso é possível.” Já A₂, em sua transcrição, diz: “sim, com a tecnologia tudo fica mais fácil para a sociedade, como exemplo a agricultura.”

Fica evidente, nas respostas dos estudantes, que eles acreditam apenas no benefício da tecnologia, pois não consideram as consequências, os problemas e os impactos para sociedade e meio ambiente, o que vai ao encontro de Auler (2003), em crítica ao modelo linear de progresso, que considera que o conhecimento científico gera desenvolvimento tecnológico, este gerando o desenvolvimento econômico que determina, por sua vez, o bem estar social.

Essa é uma visão positivista da C&T, onde apenas a decisão tecnocrática é aceitável, excluindo a possibilidade de uma maior participação social na tomada de decisão (AULER, 2003). De acordo com Santos e Schnetzler (2010), o objetivo central do ensino de Química é formar para cidadania, preparando o indivíduo para que ele compreenda e faça uso das informações e dos conhecimentos Químicos para sua efetiva participação na sociedade tecnológica em que vive.

4.1.4 FUNÇÕES INORGÂNICAS: ÁCIDOS E ÓXIDOS

Para o tema funções inorgânicas (ácidos e óxidos), considerou-se a primeira questão: “O que você entende por ácido?”. A maioria 60% (15 estudantes) entendem por ácido “algo que é corrosivo”, como demonstra em sua resposta o aluno A₈: “É um líquido que pode corroer”, mostrando que na sua

estrutura cognitiva há informação prévia que os ácidos possuem essa característica.

Já 16% (4 estudantes) acreditam que ácido é um “composto azedo e amargo”, como relata a aluna A₁₁: “composto que possui características azedo e amargo”. Entretanto, essa distinção entre ácidos e base foi baseada, perigosamente, nos critérios de gosto e tato: os ácidos eram azedos (SHRIVER; ATKINS, 2008). Assim, uma compreensão química mais detalhada das propriedades de ácidos surgiu de trabalhos de Arrhenius (1884), Bronsted-Lowry (1923) e Lewis (1923).

No entanto, 24% (6 estudantes) não souberam ou não responderam a essa questão. Esse é um dado preocupante, uma vez que esses alunos participantes do projeto são oriundos do 1º e 2º anos do ensino médio. De forma que deveriam ter uma noção desses conceitos e suas aplicações.

Quanto à segunda questão: “O que você entende por óxidos?”, verificou-se a presença de duas categorias de análise nas respostas dos alunos. Assim, 32% (8 estudantes) entendem por óxido como sendo “algo que tem oxigênio na fórmula”, como o aluno A₁: “possui oxigênio em sua fórmula”. Porém, as principais funções inorgânicas são ácidos, bases, sais e óxidos; e todas essas funções possuem substâncias que apresentam oxigênio.

Essa característica não pode ser usada para seu reconhecimento, uma vez que a definição de óxido é o composto binário, ou seja, constituído por dois elementos químicos, sendo o oxigênio o mais eletronegativo (SANTOS, 2010). Nesse sentido, observa-se também outro dado preocupante, 68% (17 estudantes) não souberam ou não responderam o que entendem por óxido. Talvez, isso ocorra devido o ensino de 9º ano do ensino fundamental em Ciências, e 1º ano, do ensino médio em Química terem sido voltados para constante memorização e nomenclatura de fórmulas. Com isso, deixando de lado a contextualização com temas sociais.

As questões, de número três e quatro, apresentadas são em parte objetivas e as respostas pretendidas eram no sentido de reconhecimento das funções ácido e óxidos. O objetivo dessas questões foi de verificar a capacidade dos estudantes em reconhecer as funções inorgânicas.

A terceira questão foi: “Para você, qual composto é um ácido? Justifique sua resposta. () H₂CO₃ () NaOH () CO₂ () NaCl.” Analisando-se as

respostas entende-se que 92% (23 estudantes), mesmo já tendo estudado esse conteúdo em anos anteriores, não reconhecem a função inorgânica ácido, pois marcaram as demais alternativas; bem como, não justificaram suas respostas. Enquanto que 8% (2 estudantes) acertaram a questão, porém não justificaram.

Quanto à quarta questão: “Para você, qual composto é um óxido? Justifique sua resposta. () KOH () CaCO₃ () SO₃ () HNO₃.”, evidenciou-se que 84% (21 estudantes) não reconheceram a função inorgânica óxido e não justificaram sua resposta. Já 16% (4 estudantes) acertaram, mas não justificaram. Talvez isso, ocorra devido à falta de contextualização dos conteúdos com o cotidiano, uma vez que esse conteúdo já foi trabalhado em anos anteriores. Outro fator, que pode estar relacionado, é a verificação das concepções prévias dos alunos, pois provavelmente essa verificação não ocorreu, e os conteúdos não foram significativos para os estudantes (MOREIRA, 2006).

A partir da verificação das concepções prévias dos alunos (momento 1), foi realizado uma oficina para construção de mapas conceituais (momento 2), leitura crítica e discussão dos textos em um enfoque CTS (momento 3). O próximo tópico de análise vai abordar a construção de mapas conceituais sobre diversos temas com relação ambiental em um enfoque CTS, a partir das intervenções realizadas pelo professor pesquisador.

4.2 CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS A PARTIR DAS INTERVENÇÕES PEDAGÓGICAS REALIZADAS

Neste momento, solicitou-se para os estudantes que fizessem a leitura crítica dos temas da revista “**Química e Sociedade**” (SANTOS, 2003) (Anexo B) em suas residências, para posterior leitura e discussão novamente em sala de aula (ver momento 3). A leitura permitiu aos estudantes perceber as diversas relações entre conceitos e contextos, sendo possível encontrar subsídios teóricos e práticos para solucionar problemas.

Estudos em educação em ciências têm demonstrado o interesse da comunidade de pesquisadores em relação aos Textos de Divulgação Científica (TDC) no ambiente escolar (FERREIRA; QUEIROZ, 2011). Esse interesse vem

da possibilidade da utilização de artigos e revistas científicas para construção do conhecimento químico por meio de temas sociais e científicos.

Para Foucambert (1994, p. 5) “ler significa ser questionado pelo mundo e por si mesmo, significa que certas respostas podem ser encontradas na escrita, significa poder ter acesso a essa escrita, significa construir uma resposta que integra parte das novas informações ao que já é”. Assim, a leitura por meio de temas científicos e tecnológicos em sala de aula pode contribuir, entre outros aspectos e habilidades, para que os estudantes:

[...] formem uma imagem adequada e crítica da ciência enquanto produção humana; discutam as suas aplicações tecnológicas presentes no cotidiano e as implicações sociais decorrentes do seu uso; tenham acesso a uma maior diversidade de informações; desenvolvam habilidades de leitura e de formas de argumentação; dominem conceitos e compreendam melhor elementos de terminologia científica (FERREIRA; QUEIROZ, 2011).

Dessa forma, verifica-se uma diversidade de abordagens por meio de leitura de textos científicos, permitindo diversos enfoques, como o CTS. Também, pode-se oferecer um Ensino de Química multidisciplinar e contextualizado, uma vez que além de abordar as diversas disciplinas e contextos, permite trabalhar os aspectos políticos, éticos e econômicos. Assim, a figura 19 mostra o momento em que os alunos realizam a leitura crítica e discussão dos textos (SANTOS, 2003).



Figura 19: Leitura e discussão dos textos sobre questões ambientais.
Fonte: Arquivo professor (2013).

Após a leitura e discussão dos textos da revista Química e Sociedade, foi solicitado para os estudantes que organizassem suas ideias e conceitos mais

significativos, presentes em sua estrutura cognitiva sobre os temas discutidos em sala de aula para construção de mapas conceituais. Os mapas conceituais ou mapas de conceitos são diagramas que permitem indicar relações entre conceitos, ou entre palavras usadas para representar conceitos (MOREIRA, 2006). Assim, mostra-se, a construção de mapas conceituais pelos estudantes, na figura 20.

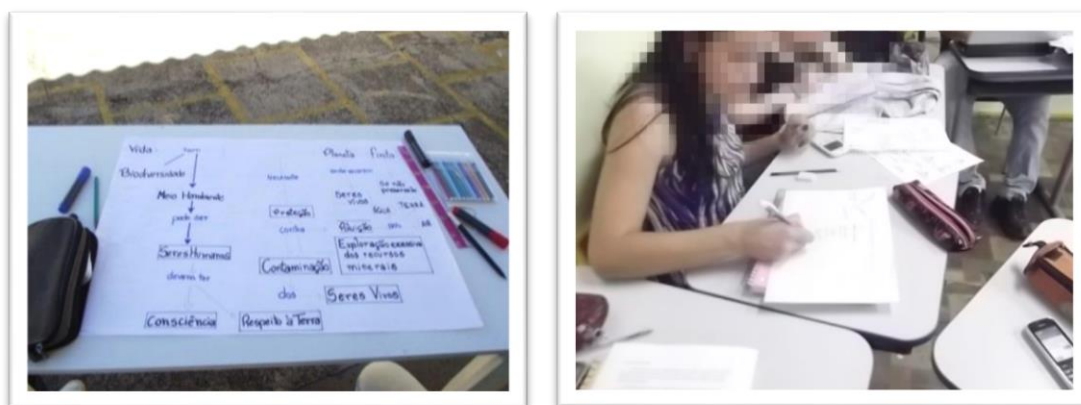


Figura 20: Elaboração e construção de mapas conceituais pelos alunos.
Fonte: Arquivo professor (2013).

Com o desenvolvimento dessa etapa (momento 3), percebeu-se que houve um maior interesse dos alunos pelos temas, pois demonstraram ter vontade em estudar temas relacionados ao meio ambiente, os quais ficaram evidentes em suas concepções prévias. Todavia, alguns estudantes apresentaram resistência em relação à leitura e o debate dos textos, como a aluna A₈, que diz: “não gosto de ler textos, falar minha opinião”. Talvez, isso ocorra por que os alunos não são convidados a participar ativamente das aulas, apenas recebem o conteúdo transmitido pelo professor ou não possui o hábito da leitura.

Nesse sentido, os estudantes construíram após cada leitura/discussão os mapas de conceitos para cada tema. Assim, analisando as respostas dos estudantes, em relação ao questionário aplicado no primeiro momento (Apêndice C e D), houve uma evolução/modificação nos conceitos presentes nos mapas de conceitos finais dos estudantes, conforme se observa na figura 21.

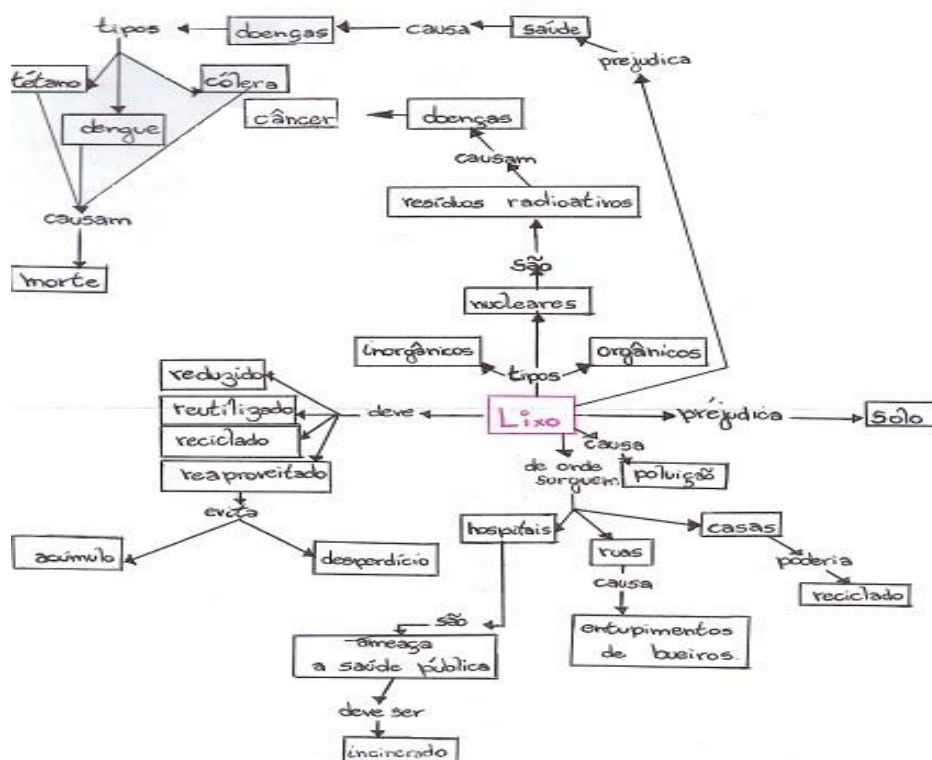


Figura 21: Mapa conceitual final sobre o tema lixo.
Fonte: Elaborado pela aluna A11.

Observando-se o mapa conceitual (figura 21), elaborado pela aluna A₁₁ a partir da intervenção do professor, foi possível verificar avanços conceituais visando à alfabetização científica e a tecnológica. Em análise, encontram-se elementos que mostram a preocupação social da estudante, uma vez que aborda que o lixo prejudica a saúde, causando diversas doenças (tétano, dengue e cólera) podendo causar a morte, e a poluição do solo, apresentando a preocupação com o meio ambiente.

Também, classificou os tipos de lixo (orgânico, nuclear, hospital e inorgânico), colocando a ideia que o lixo precisa ser reduzido, reutilizado, reciclado e reaproveitado, o que vai ao encontro dos pensamentos de Dias (2002), em que um dos benefícios mais importante da reciclagem é a recuperação de recursos naturais (matéria – prima) por meio do reaproveitamento desses materiais.

Percebem-se os aspectos relacionados à ciência e a tecnologia, pois para realizar essas ações como reciclar, reaproveitar e reutilizar faz-se necessário o conhecimento científico e tecnológico para desenvolver sistemas e

processos viáveis e sustentáveis. Portanto, acredita-se que essa atividade, além de outros aspectos, contribuiu para ajudar a desenvolver a leitura e o pensamento crítico sobre o tema lixo.

Em relação ao tema poluição, verifica-se que também houve uma evolução dos conceitos científicos, presentes no mapa conceitual final, em relação às concepções prévias dos estudantes, como se apresenta na figura 22.

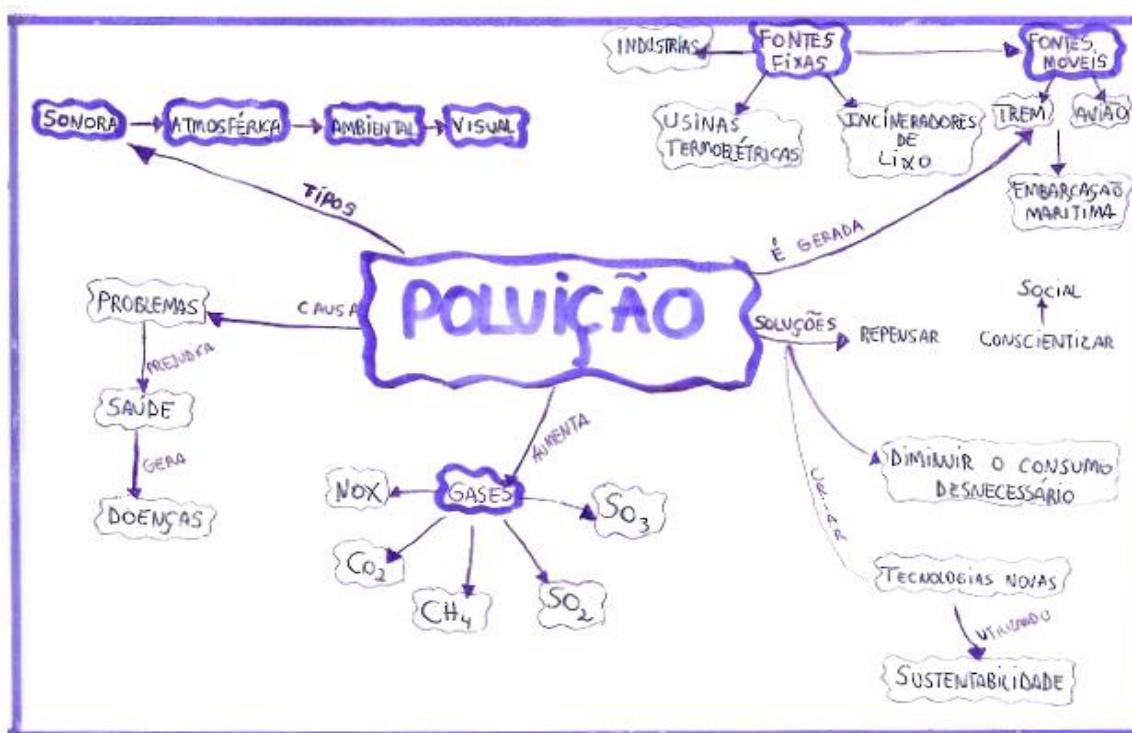


Figura 22: Mapa conceitual final sobre o tema poluição.
Fonte: Elaborado pelo aluno A₉.

Nas concepções prévias, o aluno A₉, entendia que poluição era uma “agressão do homem para com o ambiente” (ver item 4.1.2). Neste mapa conceitual final (figura 22) do aluno A₉, constatou-se uma evolução conceitual, uma vez que compreende que existem diferentes tipos de poluição (sonora, atmosférica, ambiental e visual). E ainda, cita os gases que causam a poluição atmosférica como: os óxidos de nitrogênio (NO_x), o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), dióxido de enxofre (SO₂) e o trióxido de enxofre (SO₃) (Aspectos Químicos).

Também, aborda a maneira como a poluição pode ser gerada, citando como causadora as indústrias, as usinas termoelétricas, os incineradores de lixo, os trens e os aviões, o que vai ao encontro das reflexões de Rocha et al. (2004),

as emissões de poluentes na atmosfera, litosfera e hidrosfera estão aumentando em razão das atividades humanas e naturais. Por isso, apresenta uma preocupação com as questões sociais, colocando que a poluição pode causar problemas de saúde (Aspectos sociais). Mas, não cita quais doenças podem ser desencadeadas pela poluição.

Por outro lado, apresenta a necessidade da educação, convidando a (re) pensar com objetivo de conscientizar a sociedade sobre esses problemas. Assim, elenca como possíveis soluções, a diminuição do consumo desnecessário e criar tecnologias sustentáveis (Aspectos tecnológicos). Em relação ao tema Educação Ambiental, verifica-se que houve uma evolução no mapa conceitual final sobre as concepções prévias, como se pode ver na figura 23.

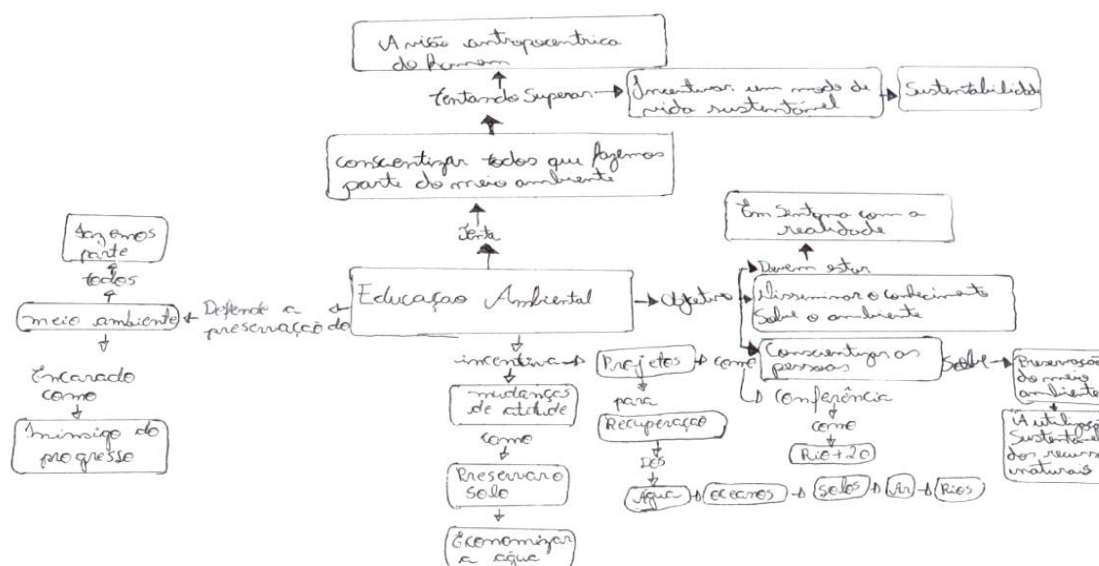


Figura 23: Mapa conceitual final sobre o tema educação ambiental.
Fonte: Elaborado pela aluna A₂₅.

Pode-se notar no mapa de conceitos (figura 23), construído pela aluna A₂₅, que houve também uma evolução dos conceitos, considerando em sua concepção prévia. No início pensava que educação ambiental apenas poderia “possibilitar aprender mais sobre degradação do solo [...] e como diminuir poluição e não produzir tanto lixo”. Esses conceitos como lixo e degradação do solo são abordados em EA, mas Educação Ambiental é um conceito mais amplo e complexo que envolve a ética, os valores e a política, visando à formação para cidadania (REIGOTA, 2006).

Já em seu mapa final, apresenta elementos relacionados à educação para o meio ambiente, com o objetivo de conscientização das pessoas e mudanças de atitudes para utilização dos recursos naturais, visando à sustentabilidade, o que vai ao encontro das reflexões de Lisboa e Kindel (2012), quando dizem que a EA faz-se necessária para que as pessoas, de forma consciente e cidadã, participem e opinem sobre projetos que influenciaram suas comunidades e suas vidas.

4.3 A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM UMA ABORDAGEM CTS: UMA PROPOSTA DIFERENCIADA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

A experimentação investigativa num enfoque CTS é uma estratégia que permite uma nova dinâmica para o Ensino de Química. Essa atividade deve sempre partir de uma problematização para construção de conceitos Químicos por meio da pesquisa, visando à formação cidadã. Conforme Carvalho et al., (2006) os estudantes aprendem mais ciência quando participam de investigação científica de maneira ativa.

Por esse motivo, e com o propósito de utilizar uma experimentação investigativa, que promova a elaboração de hipóteses, análise de dados e obtenção de conclusões (SUART, 2008), o presente estudo investigou as contribuições da experimentação investigativa no ensino médio de Química em um enfoque CTS.

Assim, os alunos participantes do projeto levantaram alguns temas que possuíam interesse de estudo (Momento 1). Esses temas sociais permitem estruturar os conteúdos de Química ligados a realidade do estudante, visando a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), o que vai ao encontro das reflexões dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Química (PCN, 2006) que defendem uma abordagem dos conteúdos por meio de temas sociais relacionados ao meio ambiente, a saber:

- “Alimentação e a saúde”
- “O planeta terra e os recursos naturais”
- “A poluição atmosférica”

- “O lixo”
- “O efeito estufa”
- “Os agrotóxicos e a saúde humana”
- “Água: utilização de cisternas”
- “A camada de ozônio”
- “Energia renovável e não renovável”
- “O universo”
- “A chuva ácida”
- “O consumismo e o crescimento populacional”
- “O saneamento básico: um desafio”
- “Os organismos Geneticamente Modificados (OGM): transgênicos”
- “A Educação Ambiental”
- “A sustentabilidade”

Desses temas os estudantes escolheram em votação, cinco temas para serem abordados mais detalhadamente no projeto, uma vez que, um tema encontra-se conectado um a outro, fazendo com que todos sejam trabalhados. Nesse sentido, os escolhidos foram:

- “A chuva ácida”
- “O efeito estufa”
- “A poluição atmosférica”
- “O lixo”
- “A Educação Ambiental”

Assim, desses cinco temas, escolheu-se em votação o tema a chuva ácida para nortear todo trabalho e estruturar os conteúdos específicos, cujo foco principal foi para as funções inorgânicas ácidos e óxidos. Porém, outros conteúdos foram abordados para fornecer subsídios para a investigação como, as bases, os sais, as reações Químicas, a tabela periódica, as ligações químicas, a solubilidade, dentre outros.

No quarto momento, com o objetivo de orientar e fornecer um alicerce para os estudantes foram abordados diversos conteúdos, mas, sem trabalhar

diretamente a questão problema a ser lançada para os estudantes. Durante esse momento, foi possível verificar-se uma maior participação nas aulas, uma vez que sempre faziam questionamentos e perguntas. Também, observaram-se por parte dos alunos diversas conexões com as demais disciplinas como a Biologia e a Geografia e os aspectos ambientais, como lixo, poluição, cultura, economia, política entre outros, com suas implicações sociais.

Esses conteúdos vão nortear e fornecer subsídios para a investigação. Conforme Guimarães (2009, p. 198), “fazer ciência no campo científico, não é atóxico. Ao ensinar ciência, no âmbito escolar, deve-se também levar em consideração que toda observação não é feita num vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta a observação”.

Quando no quinto momento, foi lançada para os alunos uma problematização, em forma de uma pergunta: Por que uma flor quando exposta a determinados níveis de chuva ácida muda sua coloração e seu aspecto? Ainda, com intuito de direcionar o estudo, outras questões mais específicas, foram apresentadas:

- O que significa chuva ácida? Quais as consequências da acidez das chuvas para sociedade e meio ambiente?
- 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?
- 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 a chuva ácida?
- Quais as causas, as consequências e as possíveis soluções para reduzir os níveis de chuva ácida?

A partir do direcionamento realizado pelas questões apresentadas, foi possível notar, por parte de alguns alunos, certa motivação, curiosidade e interesse, pois foram a campo, no laboratório de informática e na biblioteca da escola pesquisar. Nessa etapa, ocorreu o levantamento de diferentes explicações (as hipóteses e estratégias) para a questão(es) problema(s) (SANTOS, 2003). Porém, durante a realização dessa etapa, os estudantes

sempre foram instigados e orientados pelo professor, como se apresenta nas figuras 24 e 25.



Figura 24: Pesquisa no laboratório de informática para levantar hipóteses e estratégias.

Fonte: Arquivo autor (2013).



Figura 25 – Pesquisa na biblioteca para levantar hipóteses e estratégias.

Fonte: Arquivo autor (2013).

As figuras 24 e 25 apresentam os alunos no laboratório de informática e na biblioteca pesquisando para levantar hipóteses, todavia, no início desse processo, surgiram resistências por parte de alguns estudantes, conforme se constata nas falas registradas em diário de campo. O aluno A₁₂ questionou: “Professor, estamos perdendo tempo pesquisando, porque não dá a resposta logo [...]”, aluno A₆ quis saber: “Isso também cai no vestibular? Professor não vai dar aula hoje?” Para o aluno A₉ tanta pergunta servia para confundir “Professor, você fica confundindo a gente com tanta pergunta”.

Essas falas evidenciaram a postura dos alunos acostumados com o “ensino tradicional” em que recebem tudo pronto, verificou-seno discurso dos

alunos uma dificuldade em trabalhar conforme essa nova proposta de construir o conhecimento por meio da experimentação investigativa num enfoque CTS. De acordo com Guimarães (2009), quando o professor pretende inserir uma estratégia pedagógica diferente da comum, é necessário ficar atento para aliar essas propostas. Com isso, possibilitar abertura para ouvir críticas e ter convicção no que está fazendo para contra argumentar a elementaridade dessa forma de trabalho.

Com a continuidade do desenvolvimento da pesquisa e discussões sobre a importância desse trabalho, os estudantes tornaram-se mais flexíveis. Com isso, foi possível observar uma maior motivação e interesse por parte de todos os estudantes em relação ao desafio proposto, uma vez que permite ao educando conhecer as etapas do trabalho de um cientista, trabalhar em equipe, desenvolver a capacidade de levantar hipóteses.

Conforme Santos (2003), o método científico consiste em uma sequência organizada de etapas para o estudo de fenômenos e transformações. Esse método pode ser resumido nos passos: observação do fenômeno, elaboração das hipóteses, teste das hipóteses, generalização e proposição de uma teoria para explicar o fenômeno.

Com os estudantes compreendendo essa proposta tornaram-se mais maleáveis. Assim, reuniram-se no pré-laboratório para elaboração do plano de trabalho, ou seja, nesse momento, foi decidido como a atividade experimental seria realizada, quais materiais eram necessários, como montar os equipamentos, coletar e analisar os dados (CARVALHO, 2006), o que contribuiu para o surgimento de várias hipóteses e estratégias, bem como, um catalisador do processo de tomada de decisão, conforme se observa no diálogo do professor (P) com os alunos (A):

- (A2): “acho que isso ocorre devido o ácido da chuva. Então, para testar devemos jogar ácido em uma flor e pronto ela deve mudar de cor”.
- (P): “Mas a chuva possui ácido em sua composição? Nesse momento, A₂ ficou em dúvida se isso era possível”.
- (P): “E qual ácido você sugere utilizarmos? E como montar um sistema para testar?”.
- (A9): “Eu acho que esse ácido é formado através da poluição”.
- (A2): “Podemos utilizar o vinagre”.

- (A6): “Isso ocorre devido o pH da chuva que é alto”.
- (P): “O pH é ácido ou básico?”
- (P): “Nesse momento, A₆ ficou em dúvida se o pH era ácido ou básico. E sugeriu que para verificação da hipótese “devemos simular uma chuva ácida”. Porém, não sabia como fazer isso ainda.”
- (A14): “Mas será que a flor muda de cor mesmo quando exposta a chuva ácida?”
- (A9): “Pessoal, eu achei uma reportagem que fala que a chuva ácida prejudica a agricultura, destrói monumentos e pode causar doenças.”

Observou-se uma mudança de postura dos alunos em relação ao início do estudo, com maior participação e questionamentos. É importante ressaltar, que os alunos começaram a se envolver na pesquisa, perguntando/questionando, levantando hipóteses e estratégias para responder a uma situação problema. Nesse processo, o professor interferiu como mediador, instigando o aluno a pesquisar e a encontrar diversos caminhos para resolver a(s) questão(es) problema(s), visando a construção do seu próprio conhecimento na escola.

Assim, depois de muito debate, decidiu-se em equipe quais hipóteses testarem. Com isso, os estudantes foram levados para o laboratório para verificar a disponibilidade e montagem do material para aula prática. Porém, eles constataram que, embora a escola possua um espaço físico para o laboratório, faltavam reagentes, equipamentos e vidrarias. Dessa forma, frente a essa situação, vários alunos questionaram, como se observa nas falas de A₁: “Não é dever de o governo fornecer esses materiais e equipamentos?”; e A₇: “Há quanto tempo não chega material? E a manutenção do laboratório, as paredes estão feias e não tem água”.

Diante dessa situação, observou-se nos questionamentos dos estudantes uma indignação frente a esse problema. Por isso, decidiram, em equipe e mobilizados, reivindicar explicações diante da direção. Na reunião com o diretor, os estudantes colocaram o estado do laboratório da escola. Em resposta, o diretor explicou as dificuldades da gestão da escola em cobrar esses materiais. Assim, os estudantes aproveitaram esse momento para pedir os seguintes materiais para realizar a prática experimental: a) Um vidro grande de conserva;

b) Um frasco de enxofre em pó; c) Um repolho roxo; d) Uma caixa de fósforos; e) Fio de níquel; f) Dois vasos de flores¹⁴; g) Um litro de vinagre; h) Dois borrifadores; i) Um frasco de fenolftaleína.

Após a reunião, o pedido foi atendido prontamente pelo diretor, o qual providenciou a compra todos os materiais solicitados para realização da aula prática. Verificou-se a atitude dos alunos o trabalho coletivo e a tomada de decisão. Nesse sentido, outro fator importante está relacionado à política, uma vez que cobraram ações da direção e perceberam a omissão do Estado em relação ao investimento em educação.

Já com os procedimentos e métodos elaborados no pré-laboratório, os estudantes em equipes, foram levados para o laboratório para testar suas hipóteses por meio de experimentos (SANTOS, 2003). Também, é importante ressaltar, que para realização da atividade prática, foram utilizados materiais alternativos que permitem ao professor desenvolver seu trabalho, sem precisar de um laboratório sofisticado. Essa etapa da atividade é considerada mais prática.

As atividades experimentais investigativas selecionadas no pré-laboratório para testar as hipóteses foram: a) simulação de uma chuva ácida; b) borrifar uma flor com uma solução de ácido acético (vinagre).

a) Simulação de uma chuva ácida:

Os estudantes divididos em equipes simularam em um sistema o processo de uma chuva ácida (figuras 26 e 27), onde se observou a utilização de materiais alternativos.



Figura 26: Passos para simulação de uma chuva ácida.
Fonte: Arquivo autor (2013).

¹⁴O Nome Científico da flor utilizada é *Viola x wittrockiana*, popularmente conhecida como: Amor – perfeito ou Amor – perfeito – de – jardim.

Na figura 27, verifica-se uma mudança na coloração da solução de rósea para incolor, isso sendo possível por meio da utilização de um indicador ácido-base chamado fenolftaleína, e também a mudança de coloração e aspecto da flor.



Figura 27: Processo de formação da chuva ácida e mudança de coloração e aspecto de uma flor.

Fonte: Arquivo autor (2013).

Durante a realização da experimentação, observou-se a curiosidade, a motivação e o interesse dos estudantes em testar as hipóteses, estratégias e procedimentos elaborados em equipe no pré-laboratório. Percebeu-se uma mudança de postura, bem diferente da apresentada por eles na primeira etapa. Além, de ser visível a mudança de conceitos e significados dos conteúdos de Química relacionados ao meio ambiente.

Conforme Carvalho et al. (2006), essas atividades devem ser acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo a resolução de problemas para que os estudantes possam construir seu conhecimento.

Por isso, deve-se abordar de forma investigativa os conteúdos com situações reais em um enfoque CTS, o que vai ao encontro do argumento de Ferreira et al. (2010, p. 102) “essa abordagem propicia aos alunos libertarem-se da passividade de serem meros executores de instruções, pois buscar relacionar, decidir, planejar, propor, discutir, relatar [...] ao contrário do que ocorre na abordagem tradicional”.

A mudança de postura e ressignificação de conceitos químicos observadas como contribuição da experimentação investigativa corroboraram a importância da experimentação no processo de ensino e aprendizagem no Ensino de Química. Conforme Suart (2008), a grande maioria dos professores

reconhece que as atividades experimentais são de extrema importância para o processo de aprendizagem no Ensino de Química, citando esta estratégia como uma das mais importantes e eficazes no ensino.

b) Borrifar uma flor com uma solução de ácido acético (vinagre).

Essa estratégia de borrifar durante três dias, quatro vezes no dia uma flor com ácido acético (vinagre), teve objetivo de verificar se realmente a flor mudava sua coloração e aspecto, pois muitos alunos acreditavam que isso não seria possível. Essa hipótese e estratégia foram sugeridas no pré-laboratório pelo aluno A₂: “para testar devemos jogar ácido em uma flor e pronto ela deve mudar de cor”. Essa experiência foi a que gerou mais discussão, uma vez que a flor 2, era exposta por ácido acético durante três dias, quatro vezes no dia. Como mostra a imagem das figuras 28 e 29:

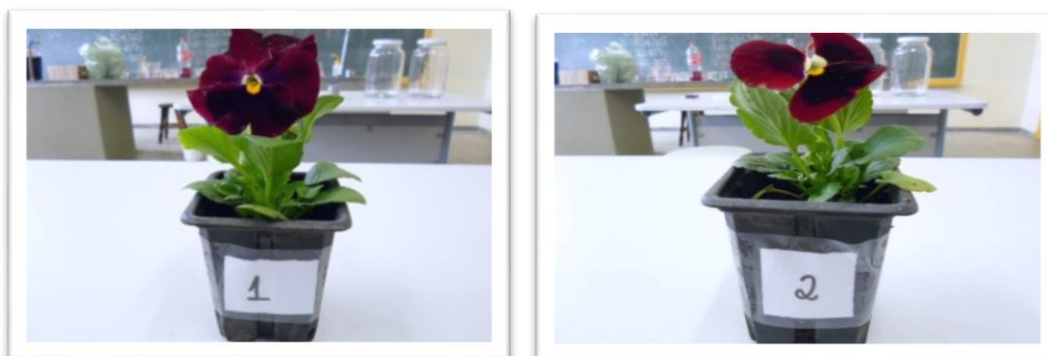


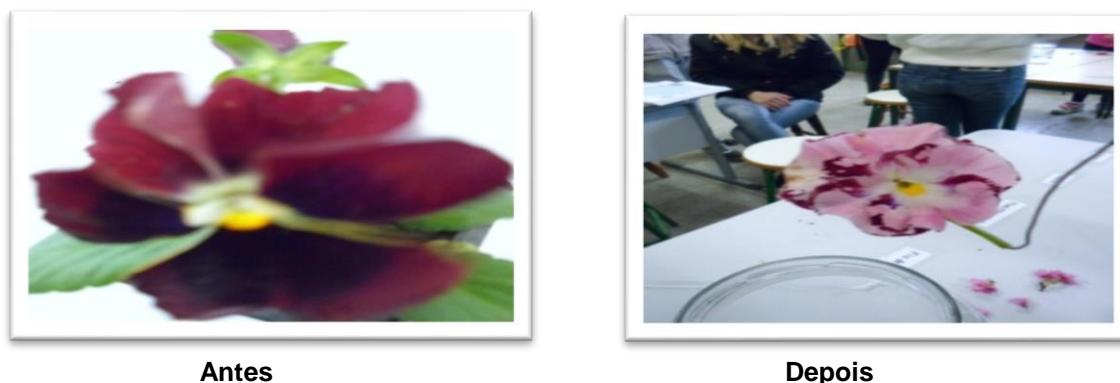
Figura 28: Flores 1 e 2 antes da exposição por uma solução de ácido acético.
Fonte: Arquivo do autor (2013).

Dessa forma, muitas discussões convergiram no sentido de que todos queriam participar da investigação. Conforme as transcrições dos alunos, A₃relata: “Hoje é minha vez de borrifar o ácido acético na flor”; A₈: “Você já foi ontem, deve oportunizar outra pessoa”; Enquanto outras fundamentadas na expectativa, conforme transcrição de A₅: “Quanto tempo a flor vai levar para mudar sua coloração e seu aspecto? E será que vai mudar mesmo?”.



Figura 29: Processo de borrifar uma das flores (2) com uma solução de ácido acético.
Fonte: Arquivo do autor (2013).

Nesse contexto, com o passar dos dias os estudantes foram verificando que a flor (1), que não foi borrifada com solução de ácido acético, não mudou sua coloração e aspecto. Já a flor (2) foi modificando sua coloração e seu aspecto e ao término dos três dias ficou completamente modificada com alterações em sua coloração e estrutura, como mostra a figura 30.



Antes **Depois**
Figura 30: Comparação de uma flor antes e depois da exposição pela solução de ácido acético.
Fonte: Arquivo autor (2013).

Dessa forma, o aluno A₂ diz: “o ácido realmente muda o aspecto e a pigmentação de uma flor, [...] acredito que deve ser parecido com o que ocorre coma chuva ácida”. E o professor pesquisador (P) perguntou: “Mas porque ocorre essa mudança em sua coloração?”

O aluno A₆: “Acho que isso ocorre devido o pH ácido do vinagre que vai modificando o aspecto da flor e tirando sua pigmentação”, o que vai ao encontro das reflexões de Alves et al. (1990), essa diminuição dos teores de clorofila ou pigmentação nas plantas pode ter ocorrido pelos ácidos fortes, [...] que reduz sua síntese ou aumentar sua degradação.

O professor questiona novamente: “Quais as causas da chuva ácida?”

A₈ responde: “[...] a principal causa em minha opinião é a poluição atmosférica, com a emissão de poluentes como gás carbônico, dióxido de enxofre e trióxido de enxofre”. O A₁₈ complementa: “Essa poluição é causada por automóveis, motos, indústrias, lixões e queimadas [...]”

O professor questiona: “Quais as consequências e as possíveis soluções em relação à chuva ácida?” Vários alunos prontamente responderam como exemplos as seguintes respostas: Para A₁₀: “As consequências são para saúde humana, corrosão de estatuas e metais, desmatamento. Para minimizar o transporte coletivo é uma opção”, e para A₆: “Também prejudica a agricultura e mata os peixes dos rios. Uma solução é investir em sensibilização, usar tecnologias mais sustentáveis”

Na análise das transcrições, observações e das anotações em diário de campo, confirmou-se a necessidade de abordar o Ensino de Química com estratégias que possibilitem a participação ativa do estudante, pois despertam a curiosidade e a motivação para ciência. Esse tipo de estratégia valoriza a participação de forma ativa e concreta do estudante na resolução de problemas, oportunizando-o a predizerem respostas, testar as hipóteses que levam a outras hipóteses, argumentar, discutir com pares para atingir a compreensão de significados e conceitos de Química (SUART, 2008).

Como fechamento da etapa experimental e já com os dados e resultados encontrados durante a realização da investigação, os estudantes com a mediação do professor reuniram-se novamente para o pós-laboratório para retomar a análise dos resultados e avaliar o processo. Como mostra a figura 31.



Figura 31: Reunião do pós - laboratório.
Fonte: Arquivo do autor (2013).

Conforme Santos (2003), a análise dos dados e resultados desses experimentos levaria à comprovação ou refutação de algumas hipóteses iniciais, ou até mesmo à elaboração de novas hipóteses que seriam testadas em outras situações. Também, nesse momento, várias dificuldades surgiram, principalmente para organizar os conceitos, uma vez que trata da tradução em forma de relatório e algébrica dos resultados (CARVALHO et al., 2006). Por isso, a importância do pós-laboratório, para retomar, avaliar e sanar possíveis dúvidas ainda existentes.

4.3.1 A aprendizagem do conteúdo funções inorgânicas ácidos e óxidos

Como desenvolvimento dos momentos pedagógicos e das intervenções realizadas por meio da experimentação investigativa no enfoque CTS, diversos conteúdos foram abordados. Sobre a aprendizagem do conteúdo funções inorgânicas ácidos e óxidos, focos desse trabalho, verificou-se uma evolução dos conceitos científicos em relação às concepções prévias dos estudantes, como se apresenta em alguns exemplos em seguida.

Em relação às questões um e dois, presentes no item 4.1.4, em que se tratava das concepções prévias dos estudantes, 60% entendiam por ácidos como sendo os “compostos corrosivos”, 16% compreendiam como “compostos azedos e amargos”, e 24% não responderam. No entanto, após as aplicações das estratégias como: leitura, experimentação investigativa, júri simulado, dentre outros, dos dezoitos (18)¹⁵ estudantes, 83,3% (15 estudantes) mostraram uma evolução em seus conceitos científicos, como se pode constatar nos argumentos de A₆: “Existem diversas teorias para o que é considerado ácido, como a de Arrhenius, ácido é toda substância que, em água, libera íons H⁺ ou H₃O⁺. Outra teoria é de Bronsted-Lowry, ácido é a substância que doa prótons”, e de A₈: “Ácido para Bronsted é a substância que pode doar prótons e geralmente possui hidrogênio do lado esquerdo da fórmula”.

¹⁵Neste momento do trabalho, sete alunos haviam desistido, restando 18 alunos. As desistências na grande maioria foram motivadas como uma forma de “punição”, devido o corte no benefício do programa bolsa família. Dessa forma, os responsáveis pelos alunos não deixavam mais participar do projeto. Porém, esse corte do benefício não teve nenhuma relação com o projeto. Outro fator foi à necessidade de trabalhar para complementar a renda da família.

Observa-se nas transcrições a presença de mais de uma teoria para o conceito de ácido. Conforme as respostas dos estudantes, para Arrhenius ácido, em água liberam íons H^+ ou H_3O^+ , o que vai ao encontro das reflexões de Shriver e Atkins (2008, p. 133) em que “ácido é um composto que produz íons hidrogênio em água”. Os ácidos para Bronsted-Lowry, segundo os estudantes são substâncias que doam prótons, o que está de acordo com Shriver e Atkins (2008, p. 133), “um ácido de Brønsted é um doador de próton”. Para Paraná (2008), a teoria de Bronsted-Lowry ou protônica, considera a existência de outros solventes, além da substância água, o que possibilita a ampliação de aplicações da teoria de Arrhenius que afirma que a água é o único solvente para ocorrência de reações iônicas.

Já a aluna A_8 apresenta um novo elemento, associa o conceito de ácido, com a substância que possui hidrogênio do lado esquerdo da fórmula. De acordo com Russell (1994, p. 96), “a fórmula de um ácido é usualmente escrita com os átomos de hidrogênio reativos primeiro, como no HCl e H_2SO_4 ”. Porém, 17,7% (3 estudantes) não responderam à questão novamente, sem justificar o motivo. É importante ressaltar que nenhum aluno mencionou a teoria de Lewis, em que envolve elétrons sem a dependência de prótons e não considera reações com solvente (PARANÁ, 2008).

Portanto, conhecer essas três teorias (Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis) é necessário para ampliar as possibilidades de aprendizagem no desenvolvimento desse conteúdo (PARANÁ, 2008). Com os avanços da ciência e da tecnologia e suas implicações para sociedade existem as necessidades do conhecimento Químico com objetivo de formar para cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Em relação às concepções prévias sobre funções inorgânicas óxidos, 32% dos estudantes compreendiam óxidos como as “substâncias que possuem oxigênio”, e, 68% não haviam respondido à questão. Mas, após o desenvolvimento do trabalho 88,8% (16 estudantes), apresentaram uma evolução em seus conceitos científicos em relação às concepções prévias como o aluno A_3 : “Os óxidos são substâncias formadas por dois elementos e o oxigênio está presente do lado direito da fórmula”, o que vai ao encontro de Santos e Mól (2013, p. 309) “óxidos são substâncias binárias nas quais o

oxigênio é o elemento mais eletronegativo”. Porém, 12,2% (2 estudantes) não responderam à questão novamente, sem justificar o motivo.

Já sobre as questões três e quatro, em que se tratava das concepções prévias dos estudantes sobre o reconhecimento das funções inorgânicas ácidos e óxidos, 92% dos estudantes não reconheceram a função ácido e 84% não reconheceram a função óxido. No entanto, essas questões foram apresentadas novamente para os estudantes responderem após as aplicações das estratégias. Dessa forma, percebeu-se que dos dezoitos (18) estudantes, todos acertaram o reconhecimento das funções, reconhecendo os ácidos e os óxidos, bem como as demais funções inorgânicas (bases e sais).

Além disso, observaram-se também, que todos os participantes do projeto compreenderam os conceitos dos principais ácidos e óxidos relacionando com as questões ambientais, econômicas, sociais, científicas e tecnológicas, presentes na construção de história em Quadrinhos (ver item 4.4). Assim, observou-se também a compreensão dos processos de produção dos diversos ácidos e óxidos, as tecnologias envolvidas, impactos para meio ambiente, influências econômicas e implicações sociais.

Em relação à questão apresentada para os estudantes – “Escreva a equação da reação de combustão do enxofre e a reação do gás com a água, identificando cada substância da reação” (Apêndice E). Em seguida mostra-se a resposta da aluna A₁₃, na figura 32.

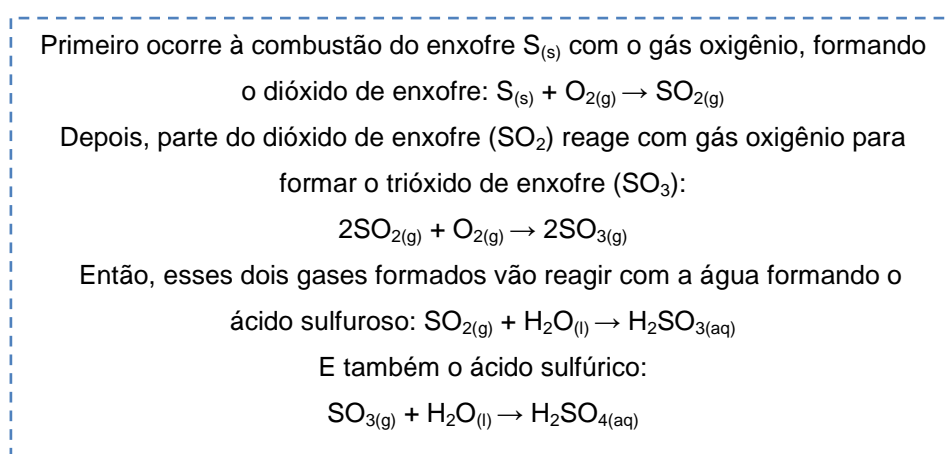


Figura 32: Resposta da aluna A₁₃.
Fonte: Arquivo autor (2013).

Em análise, na figura 32, verifica-se, a representação da reação de combustão do enxofre, formando o dióxido e trióxido de enxofre. Em seguida, a

reação desses óxidos com água formando o ácido sulfuroso e ácido sulfúrico. Esses ácidos, por sua vez, são responsáveis pela diminuição do pH da água das chuvas. Assim, observou-se que aproximadamente 78% (14 estudantes) responderam corretamente, representando as equações, bem como explicando cada substância presente e os estados físicos. No entanto, 22% (4 estudantes) não responderam essa questão.

Conforme Paraná (2008, p. 52), “o ensino de Química, na perspectiva conceitual, retoma a cada passo o conceito estudado, na intenção de construí-lo com a ajuda de outros conceitos envolvidos, dando-lhe significado em diferentes contextos”. Portanto, acredita-se que a maioria dos estudantes compreendeu significativamente o conteúdo, uma vez que houve uma inserção do estudante no meio científico, por meio das atividades experimentais e a tomada de decisão sobre problemas reais e sociais.

Em relação à questão - “Porque a flor muda seu aspecto e sua coloração?” – a totalidade dos alunos, responderam que “com a combustão do enxofre forma os óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3), que reagem com a água formando o ácido sulfuroso e sulfúrico”, conforme se observa na transcrição da resposta do aluno A₄: “os poluentes como trióxido de enxofre, dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio reagem com água no estado de vapor e formam ácidos, no caso do enxofre, o ácido sulfuroso e o ácido sulfúrico, que alteram os aspectos das flores”.

Conforme Alves et al. (1990), as folhas possuem cor verde com mais clorofila que as pétalas de cores mais claras, ou seja, as folhas conseguem ficar mais tempo exposta a poluição da combustão do enxofre. Já as pétalas em uma exposição aguda assumem uma nova cor produzindo a descoloração e degradação.

Dessa forma, na resposta de A₄ há presença de conceitos e significados científicos mais abrangentes, mostrando que por meio dessa estratégia, houve uma evolução conceitual, uma vez que pensava antes da intervenção realizada, que a flor não poderia mudar sua coloração devido à ação da chuva ácida. Mas, agora consegue fazer relações dos gases poluentes, que reagem com o vapor de água, formando ácidos que mudam os aspectos das flores.

Além disso, a maioria, aproximadamente 83% (15 estudantes), lembraram de outros poluentes como óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono e

não apenas dos poluentes com enxofre utilizado na experiência. No decorrer do estudo foi possível perceber que essa estratégia possibilitou uma maior participação do estudante no processo educacional, permitindo a comunicação e o diálogo entre o aluno e professor, o que tornou o conteúdo Químico mais significativo para os alunos. Conforme Suart (2008), se o estudante tiver a oportunidade de participar e interpretar as etapas da investigação, ele poderá ser capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos químicos e conceitos estudados.

Portanto, conforme Freire (1996), o diálogo e a comunicação entre o estudante e o professor ocorrem quando o educador entende as condições da linguagem e do pensar, os quais podem ser verificados conhecendo o educando. Dessa forma, percebe-se que o diálogo é uma ferramenta elementar no processo de ensino e aprendizagem, pois o professor não pode ser visto apenas com o que transmite o conhecimento. Mas, o elemento capaz de articular as experiências dos estudantes com o meio científico, tecnológico e social.

Por isso, acredita-se que a compreensão das concepções dos alunos foi um dos fatores decisivos para uma aprendizagem significativa, o que vai ao encontro dos argumentos de Moreira (2006). Pensando assim, no próximo subtópico procurou-se conhecer as percepções dos alunos sobre a utilização da experimentação investigativa num enfoque CTS em aulas de Química.

4.3.2 Percepção dos alunos sobre a proposta de utilização da experimentação investigativa num enfoque CTS

O Ensino de Química visa preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso dos conhecimentos Químicos necessários para sua participação efetiva em sociedade, visando desenvolver sua capacidade de tomada de decisão, ou seja, para atingir esse objetivo, esse ensino precisa ser centrado em dois componentes básicos: o conhecimento Químico e o contexto social (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Para isso, neste estudo usou-se como alternativa a experimentação investigativa por meio de temas sociais na temática ambiental no enfoque CTS,

com a qual, a partir de um tema social, se fornece uma visão de vários contextos, permitindo também a interdisciplinaridade.

Diante desse objetivo, procurou-se conhecer as percepções dos alunos do Ensino Médio sobre a experimentação investigativa num enfoque CTS, verificando suas impressões. Essa verificação das percepções possibilita uma avaliação dessa proposta na visão dos estudantes. Para tanto, os estudantes responderam ao questionário (Apêndice E).

Em relação à primeira questão – “O que você achou em utilizar a experimentação investigativa nas aulas de Química? Explique”, observou-se que, dos 18 alunos participantes da pesquisa, todos responderam que deixou a aula mais interessante, devido à leitura, a pesquisa e a união da teoria e a prática, como verificado nas seguintes transcrições: “eu gostei, pois precisamos ler, pesquisar e elaborar hipóteses, algo bem diferente das outras aulas” (A1); e “achei que deixou a aula muito mais interessante e de fácil compreensão, pois uniu a teoria com a prática. Devemos utilizar mais esse processo na minha opinião” (A4).

Assim, é possível entender, em análise as respostas dos estudantes, que essa estratégia os motivou para o Ensino de Química, tornando o conteúdo mais significativo, pois essa abordagem permitiu a ativa participação do estudante no processo de investigação. Também, nota-se conforme as respostas, que essa estratégia é diferenciada de outras utilizadas nas demais aulas e devem ser utilizadas frequentemente.

No entanto, no início do estudo, os estudantes expressaram críticas em relação à estratégia utilizada, pois é diferente da utilizada em outras instituições, o que vai ao encontro das reflexões de Guimarães (2009, p. 201), “o educador precisa estar atento ao fato de que o contexto de outras escolas é diferente daquele gerado por sua ação pedagógica, e isso interfere na forma como os estudantes vêem o trabalho”.

Com o desenvolvimento do trabalho, esse quadro se modificou e houve um significativo envolvimento dos estudantes tanto na investigação quanto na análise dos dados. Isso significa, segundo dizem os alunos, mesmo com uma resistência no início das atividades, que essa estratégia deixou a aula mais interessante, dinâmica e deve ser utilizada mais vezes.

Quanto à segunda questão apresentada: - “para você, a utilização da experimentação investigativa, relacionada à temática ambiental, ajudou a compreender os fenômenos como chuva ácida?”, todos os alunos afirmaram que a experimentação investigativa contribui para compreender o contexto sobre chuva ácida. Como se constata na resposta de A₇: “Sim, a experimentação investigativa ajudou a compreender o fenômeno chuva ácida, associado à química brincando, porque fomos pesquisar, levantar hipóteses e estratégias para realizar a experiência”. Já A₆ complementa: “Ajudou sim, por que além de entender a química com maior facilidade, o conteúdo facilitou entender a chuva ácida”.

Verifica-se nas respostas dos estudantes que houve uma contribuição dessa estratégia para compreensão dos conceitos Químicos, facilitando o entendimento do fenômeno chuva ácida, o que corrobora a afirmação de Carvalho et al. (2006, p. 21-22):

Só haverá a aprendizagem e o desenvolvimento desses conteúdos – envolvendo a ação e o aprendizado de procedimentos – se houver a ação do estudante durante a resolução de um problema: diante de um problema colocado pelo professor, o aluno deve refletir, buscar explicações e participar com mais ou menos intensidade (dependendo da atividade didática proposta e de seus objetivos) das etapas de um processo que leve à resolução do problema proposto [...].

Fica evidente a importância de ensinar pela investigação/pesquisa em que os alunos participam ativamente para construir o conhecimento, diferente de quando o experimento é realizado com a intenção dos estudantes obterem resultados esperados pelo professor, não há situação problema alguma a ser resolvida, e o estudante não é desafiado a testar suas hipóteses ou encontrar inconsistência na sua explicação em relação à aceita cientificamente (GUIMARÃES, 2009).

Portanto, essa estratégia possibilitou uma nova dinâmica para o Ensino de Química, por meio da investigação e a tomada de decisão. Com essa estratégia se podem entender os diversos caminhos para resolução de um problema, ao contrário, de pensar de forma tradicional, que faz com que o aluno pense que a ciência é absoluta e inquestionável.

No sexto momento, com objetivo de aprofundar as discussões sobre chuva ácida e suas implicações sociais e entender suas percepções, foi sugerida aos estudantes a realização de um “júri simulado”. Para essa etapa os participantes do projeto foram divididos em três equipes, a saber:

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

Com a divisão das equipes, os alunos tiveram um período de tempo para pesquisa, pois necessitavam juntar dados e elaborar argumentos para o debate. Durante esse período as regras, as etapas, os passos, a avaliação e os objetivos do “júri simulado” ficaram expostos em edital para consulta. O professor participou como mediador do processo, orientando as pesquisas, direcionando as atividades e provocando as equipes com questionamentos.

Durante o desenvolvimento desse processo foi possível observar a dedicação e a motivação dos estudantes, procurando a todo o momento defender seu ponto de vista com dados e argumentos muito bem fundamentados, com gráficos, pesquisas e artigos, o que vai ao encontro da afirmação de Demo (1996) de que “educar pela pesquisa” exige mudança de comportamento e atitudes de professores e alunos. No caso do professor, ser questionador, que saiba conduzir perguntas, estimular, propor desafios e criar um ambiente na sala de aula em que todas as ideias sejam respeitadas. Já o aluno deve argumentar, pensar de maneira crítica, agir, interferir e questionar.

Com isso, na primeira etapa do “júri simulado”, o professor abriu a sessão, possibilitando a socialização de ideias de cada equipe, como mostra a figura 33.



Figura 33: Disposição dos alunos no “júri simulado” apresentando suas ideias iniciais.
Fonte: Arquivo do autor (2013).

A figura 32 mostra o momento em que os estudantes apresentavam suas ideias iniciais em relação à chuva ácida, ou seja, cada equipe defendendo seu ponto de vista. Destaca-se que a organização do “júri simulado” foi realizada pelos estudantes, que estruturaram, colocando nas extremidades, os atores sociais a favor e contra a chuva ácida, e o professor mediador com os relatores (responsáveis por registrar a discussão) no centro da sala de aula.

Conforme Demo (1996), a concepção de educação não é apenas instrução e aprendizagem dos conteúdos, mas a formação da autonomia crítica e criativa do sujeito histórico competente. Por isso, o professor precisa estimular a pesquisa, visando à autonomia para a construção do conhecimento.

Na segunda etapa, para desenvolvimento dessa estratégia, os alunos defenderam suas teses, onde dois membros da equipe de acusação (contra a chuva ácida) argumentaram:

A₆: “a chuva ácida é um problema global, os gases como: dióxido de carbono e trióxido de enxofre podem ser levados por milhares de quilômetros de distância até reagirem com vapor de água, formando os ácidos responsáveis por diminuir o pH da água[...].”

A₃: “os avanços da tecnologia não sustentáveis está agravando os problemas relacionados à chuva ácida, devido à poluição e o desmatamento [...].”

A₆: “[...] sem falar nas consequências para a população [...], na saúde com as doenças relacionadas à pele, na agricultura com a diminuição do pH do solo, na corrosão de monumentos e desmatamento [...].”

A₃: “não é necessário poluir para evoluir.”

Em relação às transcrições sobre a tese inicial, defendida pela equipe contra a chuva ácida, verifica-se que defenderam a ideia que a chuva ácida é um problema global e que os avanços tecnológicos, sem preocupação com as implicações sociais e ambientais, apresentam consequências para saúde, agricultura, meio ambiente e corrosão em estátuas e monumentos. Com isso, observam-se os aspectos científicos, tecnológicos e sociais em suas discussões, como apresentado, a seguir:

- **Química:** Os aspectos da ciência encontram-se presentes quando citam os gases CO₂ e SO₃ bem como a formação dos seus respectivos ácidos, assim como no conceito de pH ou quando compreendem seus conceitos e os diversos contextos que envolvem essas substâncias.
- **Tecnologia:** Os aspectos da tecnologia encontram-se presentes quando abordam a preocupação com as tecnologias sustentáveis.
- **Sociedade:** Os aspectos relacionados à sociedade encontram-se presentes quando abordam as implicações sociais da chuva ácida, como: problemas de saúde, destruição de monumentos e diminuição do pH dos solos.

A equipe de defesa (a favor da chuva ácida) iniciou com a apresentação de um vídeo “o que seria de nós sem a tecnologia” na TV *pendrive*, o qual aborda a importância da tecnologia para a sociedade. Em seguida, os componentes da equipe chamam a atenção para alguns argumentos:

A₆: “sempre existiu chuva ácida, desde a antiguidade essas chuvas eram causadas pelos gases dos pântanos e vulcões.”

A₆: “os benefícios da tecnologia são maiores em relação aos problemas relacionadas à chuva ácida”.

A₁₂: “a tecnologia permite gerar uma quantidade maior de empregos, pois há um número maior de indústria”

Observou-se, na postura dos estudantes, a iniciativa de iniciarem a argumentação com uma abordagem diferenciada apresentando um vídeo, como mostra a figura 34.

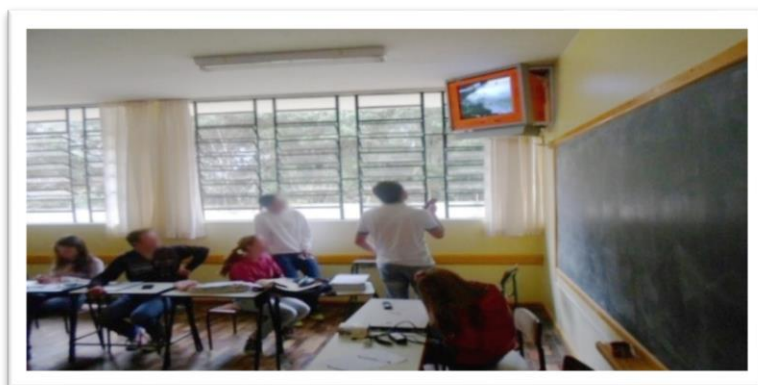


Figura 34: Alunos apresentando um vídeo sobre os benefícios da tecnologia.

Fonte: Arquivo do autor (2013).

O vídeo evidenciava apenas o lado positivo do avanço tecnológico, sem mencionar os problemas e as implicações. Isso é compreensivo, pois o discurso montado visava convencer a outra equipe que os benefícios da ciência e da tecnologia justificavam as consequências causadas pela chuva ácida. Defenderam que a chuva ácida sempre existiu e justificavam como vantagens a criação de empregos pelas indústrias. Nesse momento, com esse discurso, foi possível perceber a indignação da outra equipe, pareciam muitos surpresos com a tentativa de convencimento.

Ao contrário das apresentações nas defesas iniciais, nas quais não era permitido interferir ou contra argumentar no debate entre as equipes, na terceira etapa, constatou-se, nos diálogos das transcrições, posicionamentos **contra**:

A₉: “É necessário cuidar do meio ambiente (água, solo e ar), ou seja, a natureza e a vida são mais importantes do que o avanço da tecnologia sem preocupação com a natureza”;

A₉: “A tecnologia deve ser sustentável”;

A₉: “é necessário o aprimoramento da tecnologia para não poluir o meio ambiente e despertar a consciência das pessoas [...]”.

E posicionamentos **a favor**:

A₆: “graças à tecnologia é possível produzir alimentos em grande escala para alimentar toda a população”;

A₈: “para o desenvolvimento sustentável precisamos da tecnologia”;

A₆: “apenas com o avanço da tecnologia é que podemos obter tecnologias sustentáveis e agredir menos o meio ambiente”.

Analisando uma parte do diálogo realizado no debate, observou-se que sempre houve a tentativa de convencimento em seus discursos. Uma equipe defendendo a natureza e a vida, assim como que o desenvolvimento científico e tecnológico devem ocorrer visando à sustentabilidade, e a outra defendendo apenas os benefícios da tecnologia.

Esse modelo de atividade é importante para compreensão dos diferentes discursos existentes em nossa sociedade, mostrando que muitas vezes tudo que se escuta ou lê pode conter incoerências e inverdades, sendo apenas um discurso bem elaborado. Conforme Freire (2005, p. 91), “o diálogo é uma exigência existencial. E, se ele é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro”.

Na quarta etapa, o veredito final e avaliação da dinâmica, na qual se solicitou que os estudantes discutissem as divergências e convergências levantadas durante o “júri simulado”.

A partir da discussão, os estudantes chegaram à conclusão que o aumento da poluição atmosférica vem diminuindo o pH da água das chuvas, causando problemas sociais, tais como: à saúde, ambientais, econômicos, entre outros. Concluíram que o avanço tecnológico é importante para desenvolvimento da humanidade, todavia ele deve ser pensado de maneira sustentável. Também complementaram que uma forma de atingir esse objetivo é investir em educação para conscientização da humanidade.

Dessa forma, solicitaram-se que os estudantes levantassem sugestões para minimizar essa problemática com objetivo de incentivar a tomada de decisão, elaborando uma lista de ações e atitudes apresentadas a seguir:

- “Investir em educação ambiental e na sustentabilidade”
- “(Re) pensar e desenvolver tecnologias sustentáveis visando minimizar as implicações sociais e ambientais”
- “Utilizar transporte coletivo, bem como investir em hidrovias e ferrovias”
- “Evitar o desmatamento e plantar árvores”
- “Votar de forma consciente em governantes que pensem em políticas públicas, voltadas à qualidade de vida e ambiental”
- “(Re) pensar no consumismo, na produção/descarte do lixo”
- “Economizar água e energia”

Portanto, com a avaliação de toda dinâmica, observa-se que os objetivos foram atingidos, uma vez que permitiu o trabalho em equipe, desenvolver a capacidade de tomada de decisão, a comunicação, o discurso e principalmente, a evolução dos conceitos científicos (Química), relacionados a tecnologias e suas implicações para sociedade, visível em todo trabalho e nas sugestões finais feitas pelos estudantes.

No sétimo momento, o professor apresentou em *slides* (ver apêndice C), em uma aula expositiva e dialogada, o tema chuva ácida, abordando diversas reflexões sobre as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico. Esse momento teve o objetivo de provocar uma discussão e perceber a evolução cognitiva dos estudantes.

Durante o desenvolvimento da aula foi possível perceber, em suas colocações, essa evolução. Também, visando possibilitar a utilização da tecnologia, lançou para os estudantes um desafio, construir um vídeo informativo sobre chuva ácida.

Nesse contexto, foram vários momentos que mostraram as diversas habilidades desenvolvidas pelos estudantes como: a mudança de atitudes, a compreensão da natureza das ciências, as habilidades cognitivas, a capacidade de tomada de decisão, as ações, a criatividade, entre outras verificadas nos estudantes. Dessa forma, no subtópico a seguir apresentam-se exemplos desses momentos.

4.3.3 Tomada de decisão: desenvolvendo a autonomia intelectual para formação cidadã

A educação com o enfoque CTS busca desenvolver a formação para cidadania, visando a tomada de decisão sobre a ciência e a tecnologia, que é fundamental para formação cidadã (SANTOS; MORTIMER, 2001). Por isso, houve a necessidade da flexibilidade da abordagem em relação aos momentos pedagógicos desenvolvidos neste trabalho de pesquisa, uma vez que os estudantes observaram a inevitabilidade da abordagem de outras atividades. Essas atividades ajudaram a promover a capacidade de tomada de decisão.

Dessa forma, essas atividades surgiram da necessidade de uma maior participação do estudante no processo educacional, mostrando que abordar o conteúdo Químico no enfoque CTS, por meio da experimentação investigativa, permite também o desenvolvimento de atitudes e a criatividade. Com o desenvolvimento dos momentos pedagógicos observou-se que os estudantes se envolveram efetivamente na proposta apresentada. Ressalta-se que todas as atividades visavam sempre à resolução da questão problema apresentada (momento 5).

Assim, como foi abordado na fundamentação teórica na seção 2.3.2, para a tomada de decisão existem vários métodos. Conforme Habermas (1973), as decisões em relação aos aspectos CTS podem ser tomadas pelos modelos tecnocráticas, decisionistas e pragmático-políticos. Com isso, o modelo pragmático-político de tomada de decisão não se reduz a seguir passos, pois levam em consideração diversos aspectos, sendo esse modelo utilizado durante todo o trabalho. Neste modelo há uma interação entre os especialistas e os cidadãos, o que mostra a necessidade do controle público da C&T (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Dessa maneira, durante a leitura e discussão dos textos (SANTOS, 2003), o aluno A6 questionou: “Professor, estava pesquisando na internet e descobri que dia 22 de abril se comemora o dia da terra. Porque não fazemos algo?”

(P) indagou: “O que vocês sugerem que podemos fazer?”

A₈ prontamente respondeu: “Vamos fazer uma apresentação de conscientização para todas as turmas do colégio sobre o dia da terra”.

(P): “Boa ideia, mas como podemos estruturar essa apresentação?”

A₈: “Já sei, podemos falar do dia da terra, pois quase ninguém conhece e depois apresentar um vídeo, e também posso fazer uma paródia”.

A₅: “Isso, gostei da ideia, vai ficar muito legal”.

Conforme Santos e Mortimer (2001), a tomada de decisão em uma sociedade regida pela democracia pressupõe o debate público e a busca de uma solução que atenda o interesse da coletividade. Dessa forma, os estudantes, sob orientação do professor, foram a campo pesquisar, buscando subsídios para elaborar e montar uma apresentação sobre o dia da terra, que foi decidida em equipe as quais atividades seriam realizadas, como mostram as figuras 35 e 36.



Figura 35: Alunos pesquisando para apresentação do dia da terra.

Fonte: Arquivo do autor (2013).

Durante o desenvolvimento dessa atividade, bem como pela análise das falas dos estudantes e a observação do professor em diário de campo, verificou-se uma evolução na capacidade de tomada de decisão, na motivação e em suas atitudes, pois sugeriram alternativas para o desenvolvimento de ações voltadas ao meio ambiente, foram pesquisar (autonomia intelectual) e utilizaram da criatividade para criação de uma paródia, materiais como cartazes e vídeos de sensibilização, como mostra a figura 36.



Figura 36: Alunos confeccionando cartazes sobre o dia da terra.
 Fonte: Arquivo do autor (2013).

Também, observa-se o desenvolvimento de atitudes como a curiosidade, a leitura, a responsabilidade e o senso crítico (BLOSSER, 1998). Além disso, demonstram gostar de ciência, pois foram investigar independentemente da orientação do professor. A educação CTS por meio da experimentação investigativa permite formar para cidadania, possibilita desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual (AIKENHEAD, 1987). Como se pode observar na figura 37:



Figura 37: Alunos montando cartazes e o mural sobre o dia da terra.
 Fonte: Arquivo do autor (2013).

Dessa forma, o enfoque CTS contribui para desenvolver a capacidade de tomada de decisão, que ajuda na construção de um senso de responsabilidade nos alunos para problemas sociais e ambientais (RAMSEY, 1993). No entanto, as questões ambientais encontram-se inseridas numa problemática maior, envolvendo as questões culturais, sociais, políticas e sociais (ANGOTTI; AUTH, 2001). Como se apresenta na figura 38.



Figura 38: Alunos apresentando uma palestra sobre o dia da terra.

Fonte: Arquivo do autor (2013).

A figura 38 mostra os alunos apresentando um trabalho de conscientização sobre o dia da terra, o que permite entender que trabalhar nessa estratégia contribui para minimizar a concepção positivista, disciplinar, parcelar, reducionista e enciclopedista da ciência (PCN, 2006). Como se pode ver na figura 39.



Figura 39: Aluna A8 cantando uma paródia sobre o dia da terra.

Fonte: Arquivo do autor (2013).

Observa-se na figura 39, a realização de uma discussão, apresentação de vídeos e uma paródia em todas as turmas do colégio, com o objetivo de sensibilização e informação sobre a importância de se pensar nas questões ambientais e sociais, visando à sustentabilidade e a preservação da natureza. Na sequência, apresenta-se a paródia elaborada pela aluna A₈:

Tudo pode mudar

Olhos fechados / não querem enxergar

Tudo desmatado/árvores a queimar
 (Refrão) Tudo pode mudar/mas é preciso ajudar (Bis)
 O mar é deserto/animais em extinção
 Nada disso está certo/tem que haver uma solução
 (Refrão) Tudo pode mudar/mas é preciso ajudar (Bis)
 Será que é assim o fim de tudo?
 Vamos morrer sem lutar, temos que agir
 Salvar nosso mundo/e de novo ver pássaros voar (Bis)
 Tudo é deserto, não há compreensão, você está perto, mas cruza os braços e
 diz não
 (Refrão) Tudo pode mudar/mas é preciso ajudar (Bis)
 Lá larará(2x)
 Tudo pode mudar.

Na letra da paródia se pode perceber que a estudante faz um alerta, uma vez que diz que a sociedade encontra de olhos fechados, colocando a necessidade de agir, ou seja, enfrentar os problemas, mudar nossas atitudes e comportamentos, para de novo ver pássaros a voar, o que vai ao encontro de Capra (1996), quando diz que as soluções para os problemas ambientais são, até mesmo simples, porém, é necessária uma mudança de percepção da sociedade.

Portanto, acredita-se que a experimentação investigativa por meio do enfoque CTS na temática ambiental prepara o aluno para tomada de decisão, o que vem sendo chamado de ação social responsável (RAMSEY, 1993), o que permite visar múltiplas alternativas para o mesmo problema e a construção do conhecimento pelo estudante.

Nesse contexto, outra atividade desenvolvida foi uma saída a campo para o parque das ciências Newton Freire Maia, no município de Curitiba, como mostra a figura 40.

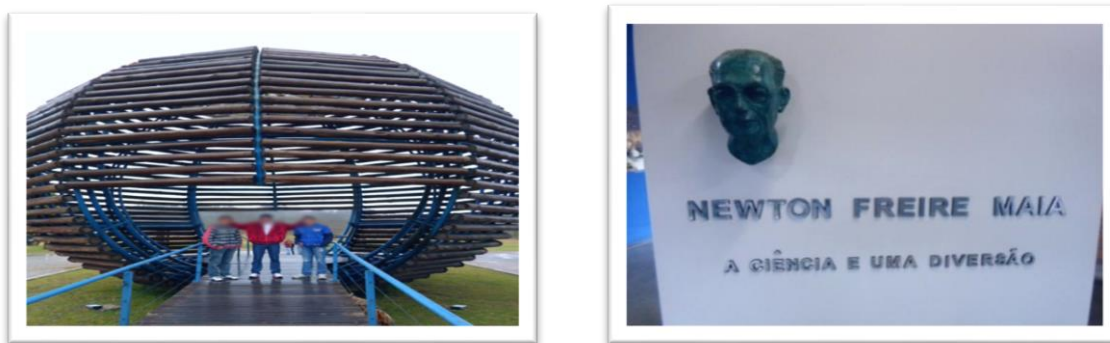


Figura 40: Visita ao parque Newton Freire Maia.
Fonte: Arquivo do Autor (2013).

Nesse momento foi realizada uma parceria com a prefeitura municipal, na qual foi cedido um ônibus e combustível para visitar o Parque Newton Freire Maia em Curitiba – PR. Também, o colégio participou cedendo a alimentação (refeições) para todos os estudantes. Dessa forma, a oficina escolhida para participação dos estudantes no parque foi “(re) pensando o planeta” que visava discutir diversos problemas ambientais como chuva ácida, fontes de energia e suas relações e implicações com a CTS.

Durante a visita foi possível perceber o interesse e motivação dos estudantes que participavam de todas as atividades e questionavam a todo o momento os monitores do parque, os quais, em relato, falaram que essa oficina é direcionada para acadêmicos de graduação. Porém, parabenizaram os estudantes, pois demonstraram conhecimento sobre todas as temáticas abordadas (chuva ácida, efeito estufa, energia, sustentabilidade), envolvendo-as sempre com as relações CTS.

Conforme Santos e Schnetzler (2010), educar para cidadania é educar para a democracia, é preparar o indivíduo para participar em uma sociedade democrática, se posicionando sobre as implicações sociais do desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Nesse sentido, outra atividade desenvolvida foi o projeto de arborização do colégio, as quais foram planejadas e organizadas pelos estudantes. Esse momento, de plantar árvores, é apresentada na figura 41.



Figura 41: Alunos plantando árvores no colégio.
Fonte: Arquivo do Autor (2013).

Como apresentado, na figura 41, os estudantes sentiram a necessidade da preservação da natureza, por isso elaboraram um projeto de arborização, em que todos os estudantes do colégio plantaram uma muda de árvore. Isso foi possível apenas por meio da experimentação investigativa num enfoque CTS, que permitiu o estudante entender a linguagem da ciência e uma mudança de percepção em relação ao meio ambiente. A ciência é uma linguagem, assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que esta escrita a natureza (CHASSOT, 2002).

Essas e outras atividades surgiram da necessidade sentida pelos estudantes, demonstrando uma maior autonomia intelectual e responsabilidade (AIKENHEAD, 1987). Também, observou-se um maior envolvimento dos estudantes no desenvolvimento das atividades. Essas habilidades, foram verificadas durante o desenvolvimento dos momentos pedagógicos e nas demais atividades abordadas.

Nesse contexto, para o fechamento das atividades e para difundir o conhecimento construído pelos estudantes, eles organizaram uma mostra científica sobre a chuva ácida e outros temas relacionados à Química. Como produto a ser apresentado na mostra científica, o professor sugeriu a construção de História em Quadrinhos (HQs), uma vez que são recomendadas pelos PCN (2006) e é uma forma diferenciada de instrumento de avaliação (PARANÁ, 2008). Esses resultados são apresentados no próximo tópico.

4.4 PRODUÇÕES DE HISTÓRIA EM QUADRINHOS (HQs) PELOS ALUNOS

No oitavo momento pedagógico os estudantes foram instigados e desafiados pelo professor a elaborar HQs sobre chuva ácida ou temas relacionados ao meio ambiente. Considera-se importante propor aos estudantes leituras que contribuam para a sua formação e identificação cultural, que possam construir elementos motivadores para a aprendizagem da Química e para a criação do hábito de leitura (PARANÁ, 2008). Essa construção de HQs envolveu a utilização do saber Químico, relacionando com as implicações CTS, uma vez que essa produção visava à disseminação do conhecimento para a comunidade escolar.

De acordo com Kouwen (2011), as histórias em quadrinhos, de forma superficial, são sequências de quadros, onde se utilizam como recurso, os textos e imagens para narrar uma história dos mais variados gêneros. Essas HQs apresentam-se com uma linguagem, diferente, por exemplo, do rádio que usa de recursos sonoros para apresentar suas mensagens. Os quadrinhos têm seu ambiente próprio, em que cada quadrinho que é separado por uma vinheta representa uma ação ou uma intenção.

Os quadrinhos, além do entretenimento, possuem a função de passar mensagens críticas sobre problemas ambientais, sociais, científicos, culturais, econômicos, políticos entre outros. Dessa forma, as HQs podem ser utilizadas como instrumento para o processo avaliativo no Ensino de Química, pois os alunos devem posicionar-se criticamente nos debates conceituais, articular o conhecimento Químico às questões sociais, econômicas e política, tornando-se capaz de construir o seu conhecimento (PARANÁ, 2008).

Por isso, pensando-se nesses aspectos e na motivação, na criatividade e no interesse pelo Ensino de Química, cada estudante escolheu o tema que queria abordar e aprofundar para construção das HQs. Essa escolha foi atribuída aos estudantes com objetivo de desenvolverem a atitude, o trabalho em equipe e, como indutor para incentivar a tomada de decisão, as quais já durante todo o trabalho veio sendo catalisadas em todos os momentos pedagógicos. Após, as escolhas das temáticas, os estudantes tiveram um período de tempo para pesquisar e construir esse material.

Nesse momento, vários professores foram “convidados” a participar, pois os alunos procuravam ajuda para conclusão do trabalho. Os professores das disciplinas de Sociologia, Filosofia, Artes, Matemática e Língua Portuguesa foram os que mais se envolveram no projeto, pela insistência dos estudantes, que sempre procuravam orientação. Com o término da elaboração, esse material foi exposto em um mostra científica, com participação e mobilização de toda comunidade escolar, no período da manhã, tarde e noite, apresentadas nas figuras 42 a e b.



(a)



(b)

Figura 42 – Mostra científica: a) leitura das HQs pelos alunos da educação fundamental. b) exposição das HQs na sala de aula.
Fonte: Arquivo do professor (2013).

Na figura 42, os alunos do ensino fundamental do colégio estão lendo as HQs no cantinho da leitura. Ressalta-se que toda organização e a mobilização da mostra científica foram realizadas pelos estudantes participantes do projeto. Esse momento se mostrou muito importante e profícuo para a formação dos alunos, pois despertou o interesse para a Química relacionado ao meio ambiente e instigou para o trabalho coletivo. Por isso, muitos educadores em ciência têm reconhecido o papel central da ciência e, em especial, da Química na formação para cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Witek (1992), ao analisar as estratégias narrativas dos quadrinhos, defende que eles são essenciais para contar a história e compreendê-los. No entanto, as imagens dialogam com as escritas, ou seja, as maneiras como as imagens se apresentam nos quadrinhos transmitem mensagens. Assim, os quadrinhos possuem uma narrativa visual paralela a verbal, na qual se torna fundamental o entendimento do leitor sobre esses aspectos.

Nessa perspectiva, ao longo de todo o estudo, foi dada para os estudantes a possibilidade de acompanhar a evolução de seus conceitos e significados iniciais sobre os temas abordados. Por isso, os estudantes sempre buscavam a orientação do professor pesquisador e demais professores. Como os professores de Artes e Língua portuguesa, que contribuíram em relação à elaboração dos quadrinhos, suas narrativas e como as imagens dialogam com os quadrinhos para transmitir mensagens.

Ressalta-se que em nenhum momento os estudantes foram forçados a mudar suas concepções iniciais, porém, esse processo aconteceu naturalmente, por meio das leituras, experiências e engajamentos no projeto, como se pode visualizar na primeira e última folha da HQs apresentada na figura 43.



Figura 43 – História em Quadrinhos: Chuva Ácida (páginas 1 e 8).
Fonte: Aluno A12.

Percebe-se, na figura 43, a criatividade do aluno, colocando em sua representação a chuva “corroendo” a palavra chuva ácida. Os ácidos são substâncias comuns no cotidiano, são encontrados nos refrigerantes, indústrias, condimento culinário, na fabricação de fertilizantes e também nas águas das chuvas. Dessa forma, muitos desses ácidos são corrosivos como o ácido nítrico (HNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4), os quais são um dos constituintes das chuvas ácidas. Por isso, a imagem é um recurso que complementa o desenvolvimento da história, lançando o leitor para dentro e facilitando a compreensão do texto (KOUWEN, 2011).

Dessa forma, na figura 44, observa-se que a imagem facilita a compreensão do texto.



Figura 44 – História em Quadrinhos: Chuva Ácida (páginas 2 e 3).
Fonte: Aluno A12.

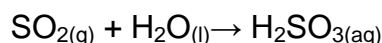
Percebe-se, na figura 44, no diálogo dos personagens criado pelo aluno A₁₂, que ocorre uma conexão das imagens com a HQs, facilitando a compreensão do texto. Durante o diálogo, discutem-se os conceitos de chuva ácida, fazendo um resgate histórico do seu termo e o conceito de pH. Além desses aspectos, apresenta as consequências da chuva ácida para corrosão de monumentos e destruição de florestas.

Dessa forma, observa-se uma preocupação do aluno A₁₂ relacionadas às questões sociais, mostrando as consequências para a sociedade e meio ambiente do aumento da incidência de chuva com pH baixo. O aluno apresentou os principais poluentes responsáveis pela formação da chuva ácida, bem como suas reações de formação (Química), como mostra as figuras 45 e 46.

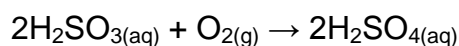


Figura 45 – História em Quadrinhos: Chuva Ácida (páginas 4 e 5).
Fonte: Aluno A12.

O aluno apresenta os óxidos de enxofre (SO₂, SO₃) e azoto (NO_x) como principais responsáveis pela poluição atmosférica e, conseqüentemente, formação da chuva ácida. Assim, mostra a reação de formação de ácidos na atmosfera, como ácido sulfuroso e sulfúrico, o que vai ao encontro das reflexões de Rocha et al. (2004), em fase gasosa, o SO₂, em presença de gotículas de água na atmosfera, reagem com a água para produção de ácido sulfuroso, como na reação:



O ácido sulfuroso (H₂SO₃) reage com o oxigênio, produzindo ácido sulfúrico:



Essa reação é bem lenta em atmosfera limpa, mas, em presença de material particulado contendo íons metálicos (ex: ferro II, manganês III, as reações possuem sua velocidade aumentada de 10 a 100 vezes, sendo o tempo médio para transformação do SO₂ em H₂SO₄ é de cerca de dois dias, por isso, esses poluentes podem ser levados pelos ventos para regiões mais distantes (ROCHA et al., 2004). Dessa forma, verifica-se a conexão dos conceitos

Químicos com ao aspectos CTS, permitindo discussões sobre as questões ambientais.

Conforme Pereira e Nascimento (2011), “a relevância em utilizar-se desse tipo de recurso em sala de aula é totalmente justificada, pois além de preencher requisitos básicos pelo seu lado lúdico, algumas histórias trabalham temas passíveis de discussões interessantes em sala de aula”. Já a figura 46 apresenta as reações de formação de ácidos com os óxidos de azoto.



**Figura 46 – História em Quadrinhos: Chuva Ácida (páginas 6 e 7).
Fonte: Aluno A12.**

Observando-se a HQs da figura 46, foi possível perceber que o estudante evoluiu significativamente em relação aos conceitos Químicos, a partir de uma temática social. Além disso, fica evidente que a aprendizagem foi significativa, pois o aluno em questão apresentava certa dificuldade em relação à disciplina de Química, suas notas eram baixas. Observando o seu trabalho desenvolvido nessas atividades, se encontra elementos relacionados a Artes, utilização correta da Língua Portuguesa (coerência e coesão), compreensão da ciência (Química) e da tecnologia relacionados às implicações sociais (Filosofia e Sociologia), conseguindo superar suas dificuldades.

Também, foi visível a participação de várias disciplinas, possibilitando a interdisciplinaridade, permitindo vários olhares sobre um mesmo tema, o que foi

fundamental para o trabalho, o que contribuiu para a superação das dificuldades do aluno e melhoria de suas notas.

Portanto, entende-se que a utilização da experimentação investigativa com enfoque CTS promoveu ao estudante a ter uma visão de vários contextos, caso contrário, não conseguiria desenvolver o seu trabalho com sucesso. Dessa forma, após a realização de pesquisas bibliográficas e das intervenções pedagógicas, os estudantes apresentaram mudanças em seus conceitos, evidenciados nas HQs com um nível mais elaborado.

Na continuação, observa-se o mesmo com relação à outra HQs com o tema “efeito estufa”, que está apresentado nas figuras 47, 48, 49 e 50.



Figura 47 – História em Quadrinhos: Efeito Estufa (página 1).
Fonte: Aluno A23.

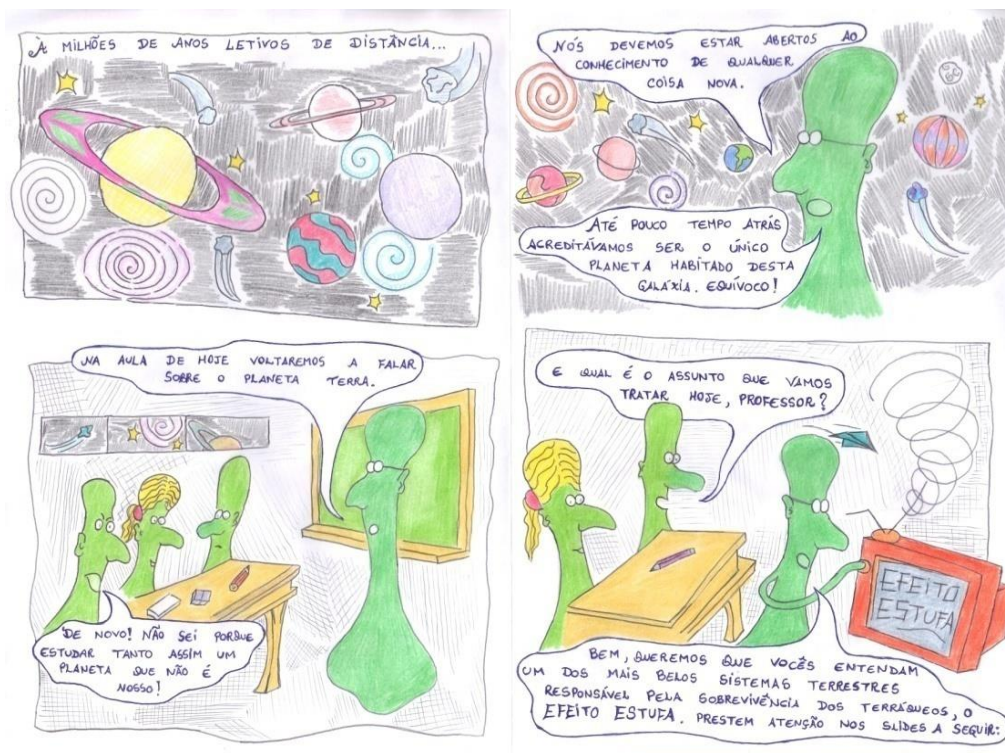


Figura 48 - História em Quadrinhos: Efeito Estufa (página 2).
Fonte: Aluno A23.

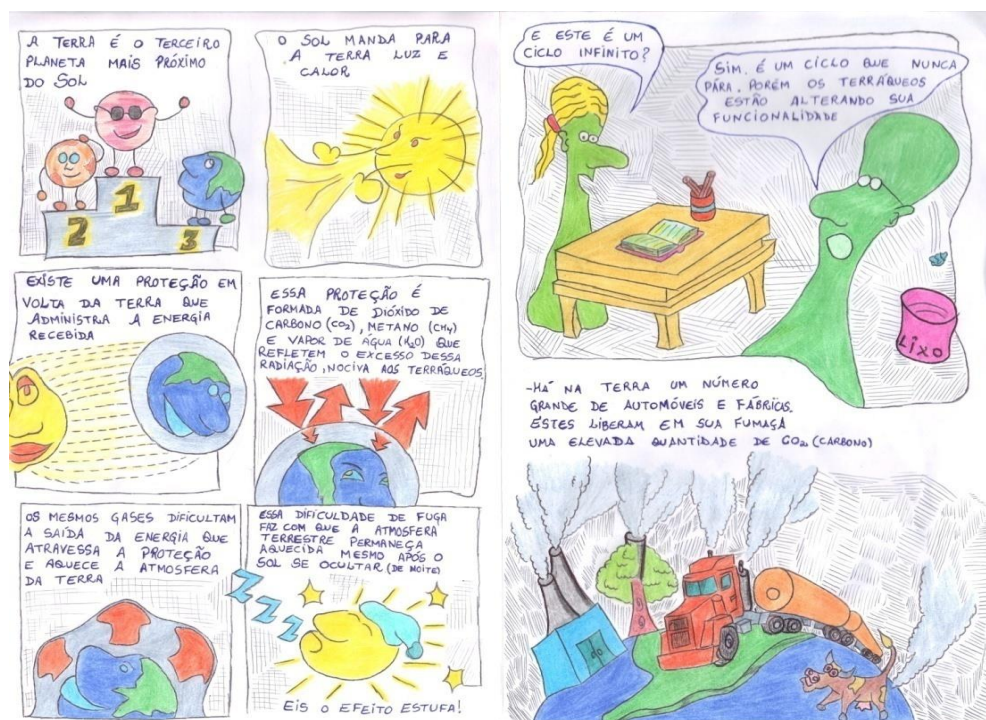


Figura 49 - História em Quadrinhos: Efeito Estufa (página 3 e 4).
Fonte: Aluno A23.



Figura 50–História em Quadrinhos: Efeito Estufa (página 5 e 6).
Fonte: Aluno A23.

Com a análise dessas figuras, foi possível observar que o estudante teve uma evolução conceitual, uma vez que de forma dinâmica e divertida explicou o conceito de efeito estufa, evidenciando a presença de diversos conceitos Químicos, bem como elementos de diversas disciplinas presentes como Artes, Língua Portuguesa, Geografia e Sociologia, e que houve uma ACT em relação à temática efeito estufa. Conforme Chassot (2006), a alfabetização científica facilita as pessoas, por meio de o conhecimento científico, fazer uma leitura do mundo onde vivem, e que entendam a necessidade de sua transformação para melhor.

De acordo com Santos e Schnetzler (2010), o objetivo maior do ensino de Química é desenvolver as habilidades básicas que caracterizam o cidadão: a participação e julgamento, visando desenvolver a capacidade de participar do processo decisório.

Percebe-se essa evolução, analisando o conteúdo abordado pelos alunos na HQs sobre efeito estufa, tanto com relação à química, outras disciplinas e diversos contextos. Por isso, observou-se que é fundamental

conduzir a abordagem dos conceitos de Química, por meio de um problema real de relevância social, o que vai ao encontro de Chassot (2006) que acredita na construção do conhecimento científico por meio da vivência do aluno. Assim, foi possível perceber na produção de História em Quadrinhos pelos estudantes, que evidenciaram mudanças significativas em relação à construção do conhecimento científico, quando comparadas com as concepções prévias.

Portanto, é viável e funcional abordar o conteúdo Químico a partir de um tema social na temática ambiental, num enfoque CTS por meio da experimentação investigativa, pois o estudante participa ativamente do processo de construção do conhecimento, pela pesquisa. Essa estratégia permite desenvolver a tomada de decisão e formar para cidadania.

No próximo capítulo são apresentadas as considerações finais, as contribuições da experimentação investigativa num enfoque CTS para o ensino das funções inorgânicas ácidos e óxidos, as dificuldades enfrentadas, as limitações e as implicações para futuras pesquisas.

CAPÍTULO 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas em Ensino de Química apontam que, mesmo fazendo parte do dia a dia do estudante, essa disciplina parece desconectada das questões sociais, tecnológicas e políticas, uma vez que dá ênfase à constante memorização de fórmulas e nomes. Esse distanciamento muitas vezes refere-se à ação passiva e acrítica do estudante na construção do conhecimento.

Como consequência desse processo, pesquisadores e professores buscam alternativas metodológicas e mudanças no currículo escolar para minimizar esse distanciamento, visando a contribuir para estabelecer novas perspectivas para o Ensino de Química em que se parta de problemas reais e concretos, levando os alunos de maneira proativa a construírem o seu próprio conhecimento químico por meio da investigação e da pesquisa.

Para tanto, se partiu de um tema sociocientífico central, a “chuva ácida”, que foi trabalhado em contra turno na modalidade projeto, como já explicitado na metodologia. Porém, foram abordados também temas como: efeito estufa, educação ambiental, poluição atmosférica e lixo.

Neste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo geral verificar quais as contribuições da experimentação investigativa em um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade para o ensino e aprendizagem das funções Químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental.

Das respostas dos estudantes, e com a análise dos dados, emergiram-se quatro subtópicos:

4.1 Compreensão das concepções prévias e percepções dos alunos sobre:

4.1.1 Educação Ambiental;

4.1.2 Questões ambientais: a chuva ácida, o lixo e a poluição;

4.1.3 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS);

4.1.4 Funções inorgânicas (ácidos e óxidos);

4.2 Elaboração de mapas conceituais a partir das intervenções pedagógicas realizadas;

4.3 A Experimentação investigativa em uma abordagem CTS: uma proposta diferenciada para o processo de ensino e aprendizagem:

4.3.1 A aprendizagem do conteúdo funções inorgânicas ácidos e óxidos;

4.3.2 Percepção dos alunos sobre a proposta de utilização da experimentação investigativa num enfoque CTS;

4.3.3 Tomada de decisão: desenvolvendo a autonomia intelectual para formação cidadã;

4.4 Produções de História em Quadrinhos (HQs) pelos alunos.

Em relação às concepções prévias dos estudantes envolvidos na pesquisa sobre as questões ambientais, CTS e funções inorgânicas ácidos e óxidos (categoria 1), ao que se pode constatar, que a maioria dos estudantes 92% possuem interesse em estudar temas que tratem das questões ambientais.

No entanto, possuem uma diversidade de ideias sobre o conceito de EA. A maioria 64% relacionaram EA com a preservação do meio ambiente, lixo 26%; e com a qualidade de vida 10%, mas nenhum estudante mencionou os aspectos científicos, tecnológicos, éticos, econômicos e políticos envolvidos diretamente no conceito de EA, o que evidenciou que a maioria dos estudantes apresentaram conceitos baseado no senso comum sobre essas questões.

A partir da temática ambiental “a chuva ácida” evidenciou-se, que a maioria dos alunos não teve clareza acerca desse fenômeno e também tiveram dificuldades em relacionar as causas e as consequências da chuva ácida para a sociedade.

Em relação às concepções prévias sobre CTS, os estudantes possuíam uma visão positivista da C&T, uma vez que acreditavam que a Tecnologia era a aplicação da Ciência, enquanto artefato tecnológico (celular, televisão, rádio) e a única via de avanço da humanidade, pois compreendiam a ciência e a tecnologia como apenas sendo benéfica, que proporcionam o desenvolvimento e a qualidade de vida. Todavia, ao final do estudo, os estudantes, com as intervenções pedagógicas realizadas, essa visão aos poucos foi se modificando, mostrando que a ciência e a tecnologia ocasionam diversas implicações sociais e ambientais para a humanidade, presentes em suas produções como: mapas conceituais e História em Quadrinhos.

Já em relação às funções inorgânicas ácidos e óxidos, quase todos os estudantes não reconheceram essas funções no questionário inicial. No entanto, após a aplicação dos momentos pedagógicos todos os estudantes reconheceram essas funções.

Na pergunta mais subjetiva sobre essas funções inorgânicas, 60% dos estudantes entendiam por ácido como “algo corrosivo”, 16% como uma substância “azedada e amarga”, e 24% não responderam a questão, o que se pode verificar a presença de respostas baseadas no senso comum.

Com o propósito de proporcionar ao estudante uma participação mais ativa na construção do seu conhecimento, visando à formação para a cidadania relacionando aos conceitos científicos e tecnológicos, buscou-se por meio das categorias (2, 3 e 4), analisar estratégia didática, por meio da experimentação investigativa, ou seja, como o desenvolvimento dos momentos pedagógicos contribuíram para compreender os conceitos das funções inorgânicas ácidos e óxidos, e o entendimento das relações CTS para uma ACT, almejando mudanças de atitudes e valores sobre meio ambiente.

Os resultados desse estudo evidenciam que a utilização desta estratégia, contribui para o processo de ensino e aprendizagem em Química para o conteúdo funções inorgânicas ácidos e óxidos, além, de outros conteúdos trabalhados, uma vez que houve uma evolução dos conceitos e significados científicos de Química em relação às concepções prévias dos estudantes, verificando as relações do conteúdo de Química com os aspectos sociais da ciência e da tecnologia e não aquela visão positivista do início do estudo.

Também, despertou a curiosidade, a criatividade, a motivação para com o Ensino de Química, desenvolveu a capacidade para o processo de tomada de decisão, o trabalho em equipe e de forma tímida a autonomia intelectual, permitiu um maior envolvimento do estudante (participação ativa) no processo de ensino e aprendizagem, elaborando hipóteses e testando-as.

Observou-se que estudo possibilitou diversas reflexões sobre as implicações sociais da C&T a partir do tema “a chuva ácida”, desenvolvendo o senso crítico dos estudantes. Também, houve aumento significativo das médias (notas) em todas as disciplinas, melhorando a responsabilidade na entrega de trabalhos.

É importante ressaltar que a pesquisa possibilitou uma reflexão sobre as potencialidades e dificuldades encontradas no desenvolvimento deste trabalho. Dessa forma, uma das vantagens da realização desse projeto **foi à ampliação da carga horária extra de 04 (quatro) horas/aula semanais, além do normal de duas horas, dentro da disciplina de Química.**

Foi possível perceber a presença da interdisciplinaridade, uma vez que o enfoque CTS aliado a experimentação investigativa traz essa proposta, promovendo a participação de professores de diversas disciplinas que contribuíram para com o projeto, com palestras/orientações com os aspectos éticos, econômicos e políticos entre outros. No entanto, sempre com a insistência dos alunos e do professor pesquisador.

O trabalho investigativo é lento, mas se observa que a utilização de temas sociocientíficos para estruturação do conteúdo, visando a tomada de decisão, facilita à compreensão das abstrações necessárias à compreensão do conhecimento químico. Ressalta-se que uma das críticas as atividades experimentais investigativas, é que elas partem sem nenhum roteiro. Porém, é importante enfatizar que nesta proposta os métodos e os procedimentos são construídos junto com os estudantes no pré-laboratório.

Entende-se que é difícil realizar mais de um projeto dessa natureza durante o ano letivo. No entanto, isso não é necessário, afinal quando foi planejado, pensou-se em sua atemporalidade sugerido por Guimarães (2009). Ressalta-se que o processo de investigação é lento, mas que a partir dessa temática, por meio dos dados e resultados obtidos foi possível abordar todo conteúdo subsequente programado na disciplina de Química para uma determinada série/ano.

Com base nos resultados obtidos durante este estudo, foi possível elaborar um guia didático com uma atividade experimental investigativa em um enfoque CTS no Ensino de Química na temática ambiental, para auxiliar o professor para elaborar atividades experimentais investigativas.

Portanto, pode-se afirmar que os objetivos propostos neste trabalho foram alcançados, e que a experimentação investigativa num enfoque CTS por meio de uma temática ambiental, contribuiu para estruturação dos conteúdos no currículo escolar, e para a abordagem de conceitos e significados químicos a partir de temas sociais, permitindo uma nova dinâmica para o Ensino de Química.

Com a utilização dessa proposta, acredita-se que as aulas experimentais possam ser mais reflexivas, questionadoras e críticas. Nelas, o estudante precisa ser desafiado a participar, levantar hipóteses e sair da posição passiva, ou seja, aprender pela investigação/pesquisa, percebendo-se uma maior

autonomia intelectual, sempre partindo de uma problemática real, ao contrário, das aulas experimentais como “receita de bolo”.

Por isso, considera-se que essa pesquisa possibilitou aos estudantes a aprendizagem do conteúdo funções inorgânicas ácidos e óxidos, visando uma formação para cidadania e uma Alfabetização Científica e Tecnológica.

As dificuldades

O desenvolvimento deste projeto enfrentou diversas dificuldades durante seu desenvolvimento, pois visava à inclusão principalmente de estudantes vulneráveis socialmente, ou seja, um dos critérios para participação era de que os alunos se encontrassem incluídos em programas sociais como a bolsa família. Assim, uma das dificuldades encontradas foi à desistência de alguns alunos, por vários motivos como: ter começado a trabalhar, ter que ajudar a mãe no serviço, devido à necessidade de aumentar a renda familiar, ou muitas vezes como sendo a única fonte de renda. Outros, porque houveram cortes de algumas bolsas do programa social do governo (bolsa família)e, devido a isto, muitos familiares proibiram seus filhos de continuar no projeto em repesália. No entanto, quem saiu perdendo foi o aluno com se observa na fala do A₃: “minha mãe não me deixa vim mais para o projeto, porque cortaram a bolsa família”.

5.1 LIMITAÇÕES E IMPLICAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Quanto às limitações desse estudo, cita-se a financeira (verba para custeio), uma vez que o projeto necessitou de materiais como (lápiz, caneta, cartazes, materiais e reagentes de laboratório, despesas com saída a campo e materiais em geral). Em relação à utilização do laboratório de informática, pois durante as investigações muitas vezes a internet não acessava ou apresentava-se muito lenta, interrompendo assim as pesquisas e trabalhos temporariamente.

Com base nos resultados apresentados, se podem deixar como sugestões de futuras pesquisas, a organização e estruturação de todos os conteúdos do currículo escolar em Química, por meio de temas sociais, principalmente os ambientais. Dessa forma, sugerem-se trabalhar de forma

similar com os demais temas sociais elencados pelos alunos, como alguns exemplos:

- Tema: “O efeito estufa”.

Questões problemas: “O fenômeno efeito estufa é benéfico ou maléfico? Qual sua relação com o aquecimento global?”

Conteúdos: Fenômenos químicos e físicos, substâncias e misturas, tabela periódica, ligações Químicas, funções inorgânicas, geometria molecular, solubilidade, termoquímica, cinética Química, Química orgânica (hidrocarbonetos) entre outros. Além disso, pode-se possibilitar um olhar de diversas disciplinas, aspectos e contextos relacionando com as implicações da CTS.

- Tema: “Água: utilização de cisternas”.

Questão problema: “A água potável do planeta terra pode acabar?”

Conteúdos: Mudanças de estado físico, densidade, ponto de fusão e ebulição, tabela periódica, ligações químicas, solubilidade, reações químicas, soluções, concentração comum e molaridade, equilíbrio Químico entre outros. Também, os aspectos éticos, culturais, CTS, econômico em diversos contextos.

Neste contexto, outro item que merece destaque para futuro trabalhos é testar em que nível de conhecimento se encontra as habilidades cognitivas ou habilidade atitudinais dos estudantes nessa abordagem.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. High-school graduates beliefs about science-technology-society: The characteristics and limitations of scientific knowledge. **Science Education**, v. 71, n. 2, p. 459-487, 1987.
- ALVES, P. L. C. A.; OLIVA, M. A.; CAMBRAIA, J.; SANT'ANNA, R. Efeitos da chuva ácida simulada e de um solo de Cubatão (SP) sobre parâmetros relacionados com a fotossíntese e a transpiração de plantas de soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 2, n. 1, p. 7-14, 1990.
- ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: Implicações Sociais e o Papel da Educação. **Revista Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, 2001.
- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o Contexto Brasileiro. **Revista Ciência e ensino**, v.1, n. especial, 2007.
- _____. Alfabetização Científico-Tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, 2003.
- _____. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): Modalidades, Problemas e Perspectivas em sua Implementação no Ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA., **Atas...** Florianópolis, 1998.
- _____.; BAZZO, W. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Revista Ciência & Educação**, v.7, n.1, 2001.
- _____. DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.5, n.2, p. 337-355, 2006.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAZZO, W.; LISINGEN, I. PERREIRA, L. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: OEI, p. 170, 2003.
- BLOSSER, P. E. O papel do laboratório no ensino de ciências. Tradução MOREIRA. M. A. **Cad. Cat. Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 74-78, 1988.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução Maria João Alvarez. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de Abril de 1999.** Presidência da República, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 25 jun. de 2012.

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

_____. **Educação Ambiental:** curso básico à distância, documentos e legislação da EA. Coord. Geral LEITE, A. L. T. A.; MININNI, N. Brasília, BRASIL, v. 4, 2000.

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

CAMPOS, R. C.; SILVA, R. C. Funções da química inorgânicas funcionam?. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 18-22, 1999.

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.

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

_____. **A ciência através dos tempos.** São Paulo: Moderna, 2004.

_____. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação.** 22: p. 89-100, 2003.

_____. **Catalisando transformações na educação.** Ijuí: Editora Unijuí, 1993.

COMISSÃO Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

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

DEMO, P. **Educar pela pesquisa.** Campinas: Editora Autores Associados, 1996.

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

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

FERREIRA, L. H.; et al. Ensino Experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Artigos da Revista Ciência Hoje como Recurso Didático no Ensino de Química. **Revista Química Nova**, v. 34, n. 2, p. 354-360, 2011.

FOUCAMBERT, J. **A leitura em questão**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

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

FREIRE, L. I. F. **Pensamento Crítico, Enfoque Educacional CTS e o Ensino de Química**. (Dissertação de Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC, 2007.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Ega, 1996.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GIANI, K. **A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – UnB, 2010.

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.

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

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.

HABERMAS, J. **La science at La technique comme “idéologie”**. Paris: Gallimard, 1973.

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

_____. **Experimentos em ciências e ensino de ciências**: Educational Philoso phyandtheory, 20, p.53-66, 1988.

KASSEBOEHMER, A.; FERREIRA, L. H. O método investigativo em aulas teóricas de Química: estudo das condições da formação do espírito científico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**,v. 12, n. 1, p. 144 –168, 2013.

KOEPSEL, R. **CTS no Ensino Médio** – Aproximando a escola da sociedade. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC, 2003.

KOUWEN, P. L. B. História em Quadrinho ensino da língua escrita através da oralidade. **Periódico de Divulgação Científica da FALS**, 2011.

KUPSTAS, M. **Ciência e Tecnologia em debate**. São Paulo: Moderna, 1998.

LIEBSCHER, P. Quantity with quality? Teaching quantitative and qualitative methods in a Lis Master´s program. **Library Trends**, v. 46, n. 4, p. 668-680, 1998.

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.

LINDNER, E. L. **Perspectivas da Educação Ambiental**: o exemplo da região carbonífera do Baixo Jacuí. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia – UFRGS, 1996.

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

LOVELOCK, J. **A vingança de gaia**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2006.

MARCOVITCH, J. A. A educação e a construção do futuro. **Revista de Educação e informática**, n. 15, p. 44-48, 2001.

MATSUNAGA. R. T. **Educação Ambiental no Ensino de Química**: Criando trilhas em uma Escola Pública do DF. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – UnB, 2006.

MELO, M. R.; REIS, T. M. Experimentação com ênfase CTSA na Formação Inicial de Professores de Química. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL, 5., **Anais...** São Cristovão, 2011.

MOREIRA, M. A. MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

NETO, S. L. **Contos gauchescos & lendas do sul.** Porto Alegre: L & PM, 2012.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades. **Cadernos de pesquisas em administração**, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

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.

PERREIRA, A. L. V.; NASCIMENTO, N. C. Oralidade e Escrita: Análise de História em Quadrinho. **Periódico de Divulgação Científica da FALS**, 2011.

PIEL, E. J. Decision-making: a goal of STS. In: YAGER, R. E. (Ed.). The science, technology, society movement. Washington, **DC: National Science Teachers Association**, p. 147-52, 1993.

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.

PRAIA, J. CACHAPUZ, A. GIL-PEREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciências: contributos para uma reorientação epistemológica. **Revista Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

RAMSEY, J. The science education reform movement: implications for social responsibility. **Science Education**, v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993.

RATCLIFFE, M. Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. **International Journal of Science Education**, v. 19, n. 2, p. 167-82, 1997.

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.

ROCHA, J. C.; et al. **Introdução à química ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, v. 1, 1994.

SANTOS, M. E. V. M. **Cidadania, conhecimento, ciências e educação CTS**. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. Revista CTS, v.2, n. 6, 2005.

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: AJS, 2013.

_____. **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.

SEGURA, D. S. B. **Educação Ambiental na Escola Pública: Da Curiosidade Ingênua à Consciência Crítica**. São Paulo: Annablume, 2001.

SHRIVER, D. ATKINS, P. **Química Inorgânica**. Tradução Roberto de Barros Faria. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

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.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. **A experimentação no ensino de ciências**. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, p. 120-153, 2000.

SIMON, I. **A revolução digital e a sociedade do conhecimento**, 1999. Disponível em: <<http://www.ime.usp.br>>. Acesso em: 28 de fev. de 2015.

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.

SOLOMON, J. Science technology and society courses: tools for thinking about social issues. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p. 379-387, 1988 a.

TORRICELLI, E. **Dificuldades de aprendizagem no Ensino de Química**. (Tese de livre docência), Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Educação, 2007.

TOZONI-REIS, M. F. C. **Educação Ambiental: Natureza, Razão e História**. Campinas: Autores Associados, 2004.

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.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: Uma revisão. In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 1., **Anais...** Ponta Grossa, 2009.

WITEK, Joseph. **Comic Book as History**: the narrative of Jack Jackson, Art Spielgman and Harvey Pekar, Jackson: University of Mississippi Press, 1992.

ZOLLER, U. Expanding the meaning of STS and the movement across the globe. In: YAGER, R. E. (Ed.). The science, technology, society movement. Washington, DC: **National Science Teachers Association**, p. 125-134, 1993.

APÊNDICE A - Pedido de autorização para Direção e Equipe Pedagógica



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PONTA GROSSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

TERMO DE CONSENTIMENTO DA DIREÇÃO E DA EQUIPE PEDAGÓGICA DA ESCOLA

Eu, _____, diretor (a) do colégio _____, localizado na cidade de São João do Triunfo - PR, declaro que **concordo** com a implementação das atividades de pesquisa desenvolvidas no projeto de mestrado com o nome **“A Experimentação Investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental”**, de autoria de Moisés Marques Prsybyciem, aluno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia (PPGECT), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus de Ponta Grossa - PR, e orientado pela professora Dr^a. Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira e co-orientado pela professora Dr^a. Elenise Sauer, docentes na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Estou ciente que:

- Serão desenvolvidas as seguintes atividades: leitura e discussão de textos, pesquisa teóricas, participação em trabalho em equipe, apresentação de seminários, atividades experimentais investigativas, visitas de estudo e júri simulado;
- As informações e dados serão utilizadas para a elaboração da dissertação de mestrado apresentada, cujos resultados serão divulgados em periódicos, preservado o anonimato;

E, por estar de acordo, firmo o presente.

São João do Triunfo, _____ de _____ de 2013.

Diretor (a)

Equipe pedagógica

APÊNDICE B - Termo de Consentimento para os responsáveis pelos estudantes



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PONTA GROSSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

TERMO DE CONSENTIMENTO (TC)

Eu, _____ responsável pelo (a) aluno (a) _____ o (a) qual frequenta em contra turno o projeto sobre meio ambiente em um Colégio Estadual da cidade de São João do Triunfo, concordo em autorizar a participação do (a) mesmo (a) no projeto: **“A Experimentação Investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental”**, que será desenvolvido neste colégio durante o ano letivo, pelo professor Moisés Marques Prsybyciem, fazendo parte do trabalho de mestrado em Ensino de Ciências e Tecnologia do programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Na realização do projeto serão desenvolvidos as seguintes atividades: leitura e discussão de textos, pesquisa teóricas, participação em trabalho em equipe, apresentação de seminários, atividades experimentais investigativas, visitas de estudo e júri simulado. Nesse sentido, durante a participação no projeto seu filho (a) vai contribuir na elaboração de textos, mapas conceituais, relatórios, vídeos, fotos e cartazes.

Dessa forma, concordo em conceder os registros deste trabalho, sejam fotografias, vídeos, escritos (questionários e relatórios) e trabalhos em áudio.

São João do Triunfo, _____ de _____ de 2013.

Assinatura do responsável

Apêndice C– 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 o meio ambiente?



Fonte: Disponível em: <www.google.com.br>. Acesso em: 11 de mar. de 2013

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 D – 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.

() H_2CO_3 () NaOH () CO_2 () NaCl

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

() KOH () CaCO_3 () SO_3 () HNO_3

APÊNDICE E – Questionário experimentação investigativa

Aluno (a): _____ **Data:** __/__/____ **Disciplina:** Química

01) O que você achou em utilizar a experimentação investigativa nas aulas de Química? Explique

02) Para você, a utilização da experimentação investigativa, relacionada a temática ambiental ajudou a compreender os fenômenos como chuva ácida? Explique.

03) Escreva a equação da reação de combustão do enxofre e a reação do gás com a água, identificando cada substâncias da reação.

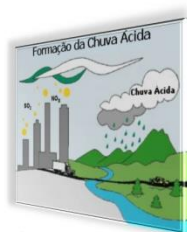
04) Por que após a combustão do enxofre a flor muda seu aspecto e sua coloração no experimento?

APÊNDICE F: Apresentação de slides sobre o tema chuva ácida

Chuva Ácida

Prof: Moisés Marques Prsybyciem

Maio 2013



Como surgiu o termo?

Conforme Reis de Jesus (2009), o termo “chuva ácida” apareceu na literatura climatológica em 1872, usada por **Robert Angus Smith**. Ele também, foi o primeiro a relacionar o fenômeno com a poluição atmosférica.

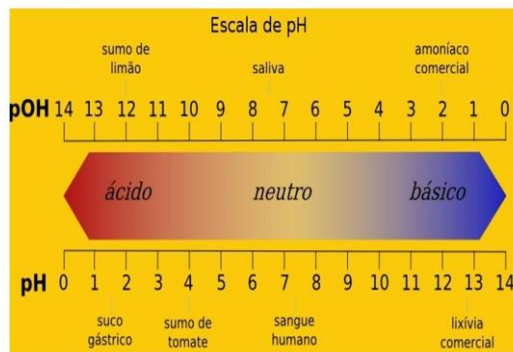
O que é chuva ácida?

“chuva ácida corresponde aquela em que o **pH se apresenta inferior a 5,6**, sendo seu caráter ácido associado à poluição do ar” (REIS DE JESUS, 2009, p.144).



Fonte: Disponível em: www.google.com.br. Acesso em 25 de maio de 2013

Mas, afinal o que é pH?



Quais são os principais gases responsáveis?

- NO_x : Óxidos de nitrogênio;
- SO_2 : Dióxido de enxofre;
- CO_2 : Dióxido de carbono;

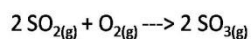
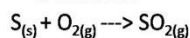
Origem desses gases:

- ❑ Os óxidos de enxofre são liberados para a atmosfera pela atividade humana (indústrias) e pela decomposição de algas.
- ❑ Os óxidos de nitrogênio são originados da combustão dos derivados de petróleo nos veículos e fontes motoras.

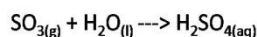
Conforme Reis de Jesus (2009, p.145), “transportados pelos ventos, os poluentes atmosféricos se espalham pela atmosfera até centenas de quilômetros de distância dos locais onde foram liberados”.

Como se formam as chuvas ácidas ?

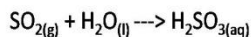
✓ O Enxofre:



Os óxidos ácidos formados reagem com a água:



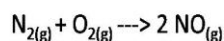
Também podem reagir com água formando-se ácido sulfuroso (H_2SO_3):



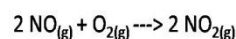
✓ O Azoto:

Para reagir com o oxigênio do ar precisa de grande quantidade de energia: **funcionamento de um motor de combustão**.

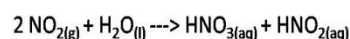
Na câmara de **combustão dos motores**, ocorre a seguinte reação química:



O monóxido de nitrogênio (NO) formado, na presença do oxigênio do ar:



Assim, o dióxido de nitrogênio reage com água para formar:



Conforme Francisco (2012):

As evidências de um crescente aumento nos níveis de chuva ácida vêm da análise das camadas de gelo oriundas dos glaciares. Verifica-se uma repentina diminuição do pH a partir da Revolução Industrial de 6 para 4,5 ou 4. Desde a Revolução Industrial as emissões de óxidos de enxofre e azoto na atmosfera aumentaram.

Os efeitos da chuva ácida “constituem um importante indicador das condições de degradação do meio ambiente, estando, ligada à qualidade do ar [...]” (REIS DE JESUS, 2009, p.144)

Consequência da chuva ácida

- Destruição dos metais;
- Afeta a saúde humana;
- Toxidez da água (morte dos peixes);
- Problemas na agricultura (acidez do solo).

➤ Morte das plantas (desmatamento);



- destruição dos monumentos públicos (cristo redentor);



“ A chuva ácida [...], pode ser traduzida como devolução da poluição que o homem cria sobre a superfície terrestre” (REIS DE JESUS, 2009, p.144)

REFERÊNCIAS

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira. **Chuva ácida**. Disponível em: < <http://www.brasilecola.com/geografia/chuvaacida.htm>> Acesso em: 27 de setembro de 2012.

FARIA, Caroline. **Chuva ácida**. Disponível em : <<http://www.infoescola.com/quimica/chuva-acida/>>. Acesso em: 25 de maio de 2013.

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

ANEXO A: Diário de campo utilizado para anotações

Dia da observação: Local da observação: Duração da observação:	Características da amostra:
Anotações Descritivas	Anotações Reflexivas

Fonte: MOREIRA, H. CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Lamparina: Rio de Janeiro, 2008.

ANEXO B: Textos para leitura crítica (SANTOS; MÓL, 2003).



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?



Luis Carlos Leite/AE

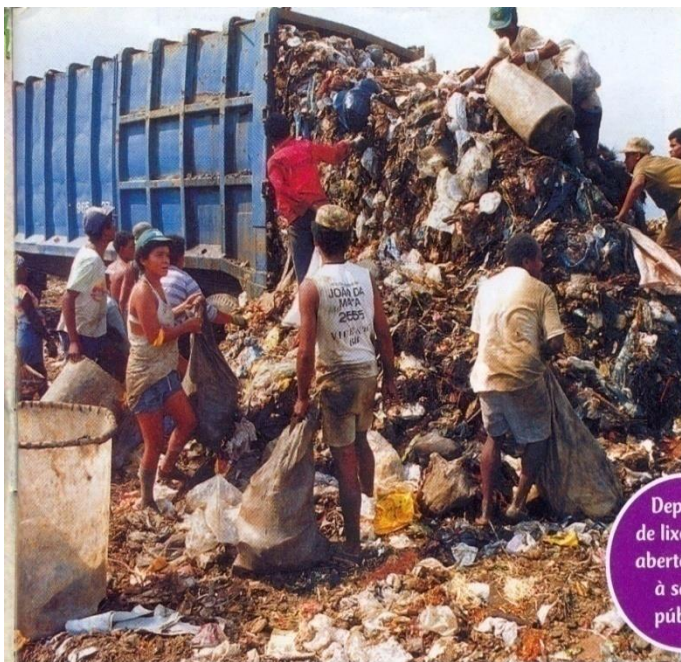
Papel reciclado: utilidade que surge da lata do lixo.

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.



6

CAPÍTULO 1 • QUÍMICA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE



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

Gangio/Alamy/PressFoto/Três



Vitali/Contrasto/RE

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.

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.

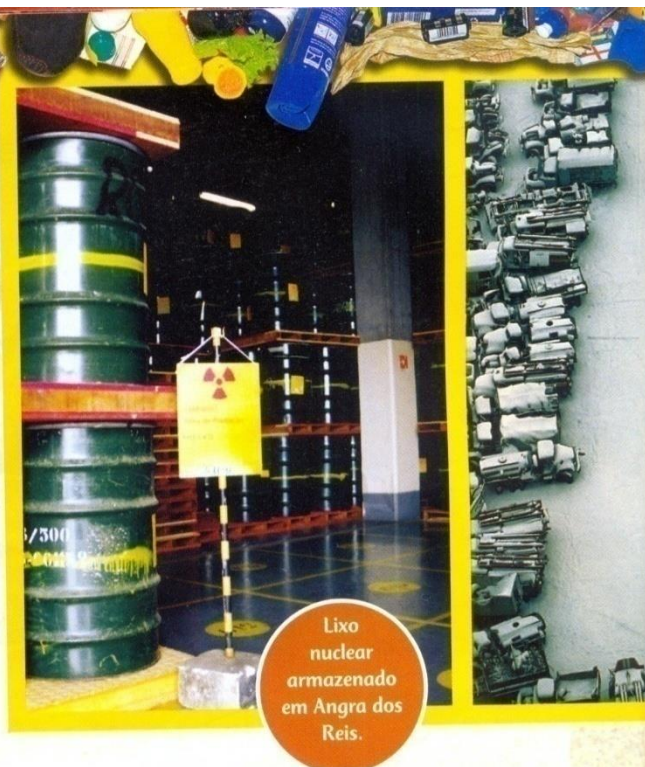
Muito provavelmente, agora você deve estar pensando: mas o que tem a ver a Química com tudo isso?

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?

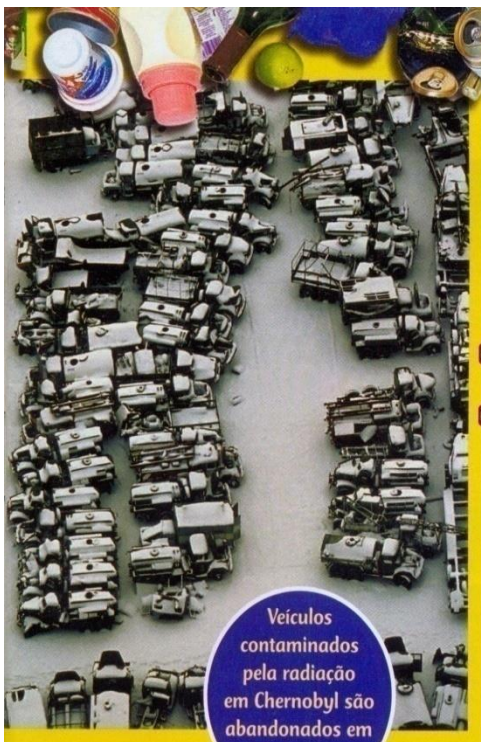
Ao longo deste módulo, você verá o quanto a Química é importante para ajudá-lo a compreender uma série de processos relacionados ao tratamento do lixo e também como o conhecimento científico e tecnológico tem contribuído na busca de alternativas para esse problema. Veremos ainda o que vem a ser ciência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

8



Fotos: Corbis/Stock Photos



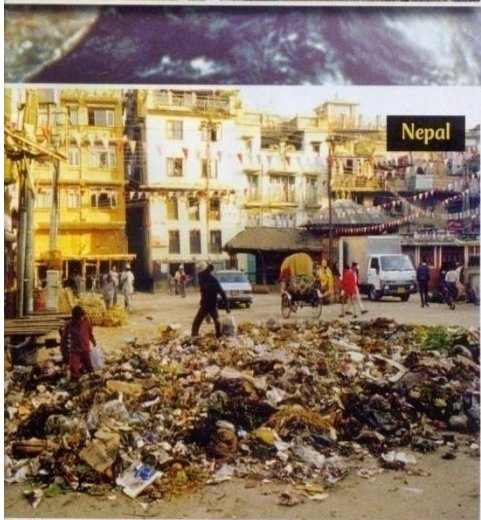


Veículos contaminados pela radiação em Chernobyl são abandonados em um depósito.

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.

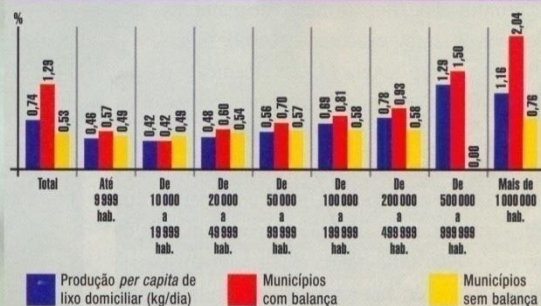
QUANTIDADE DIÁRIA DE LIXO COLETADO EM ALGUMAS CAPITALS DO BRASIL

Capitais	Área (km²)	Quantidade diária (t/dia)	População	Quantidade per capita (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	587 934	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	2 188
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.



UM PASSO NA HISTÓRIA

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.



Corbis/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.

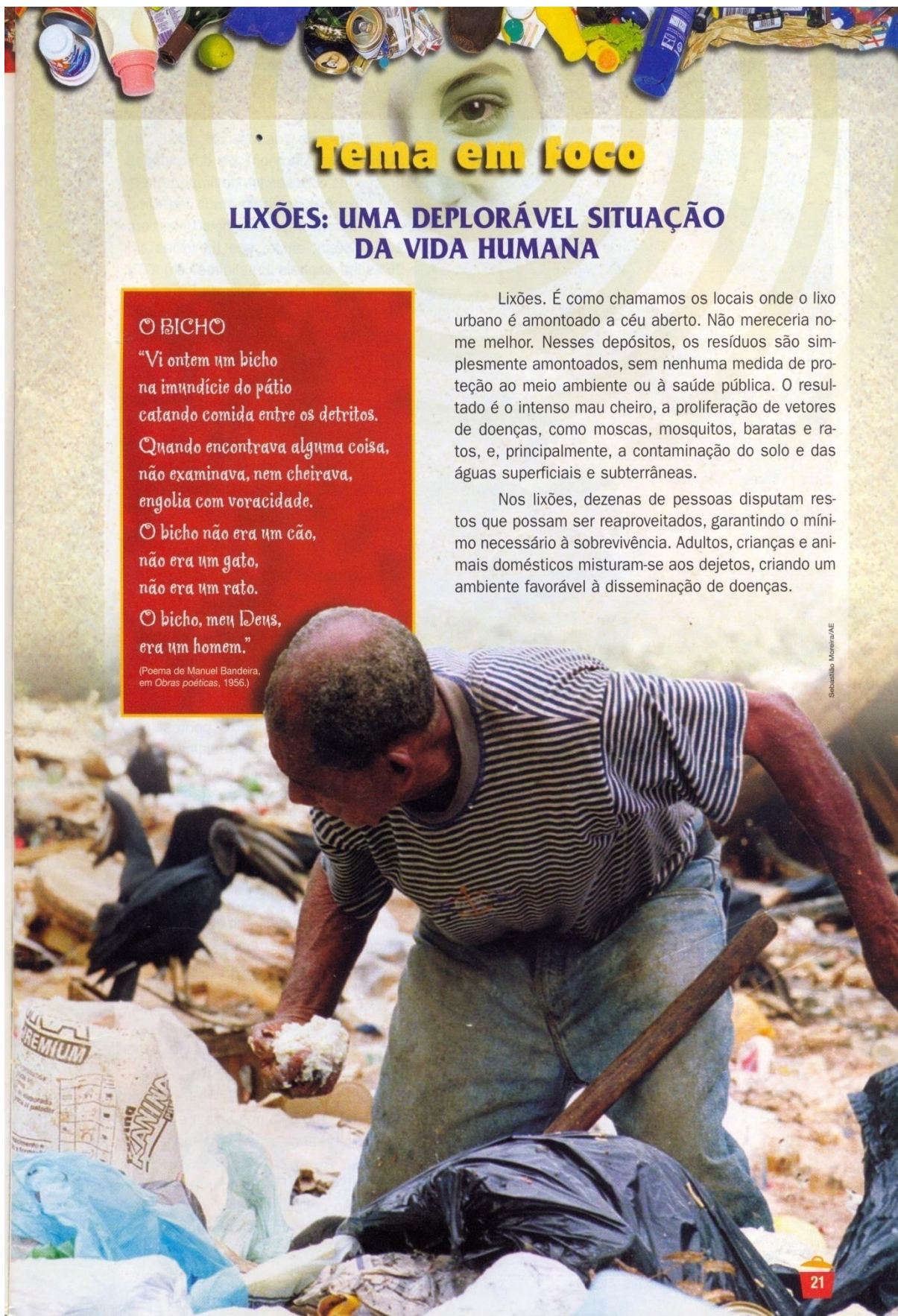
Em 1885, o francês Aleixo Gary foi contratado, provisoriamente, para executar o serviço de limpeza das praias e a remoção do lixo da cidade do Rio de Janeiro. Vem de seu nome a denominação popular de gari para os varredores de rua. Em 1892, foi criada a Superintendência de Limpeza Pública e Particular 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>)



15



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.



Roberto Piva/Prensa Trêls

Xorido Pereira/Prensa Trêls

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

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, cidadão — 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”.



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 freqüentar 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.

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

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 subterrâneas 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

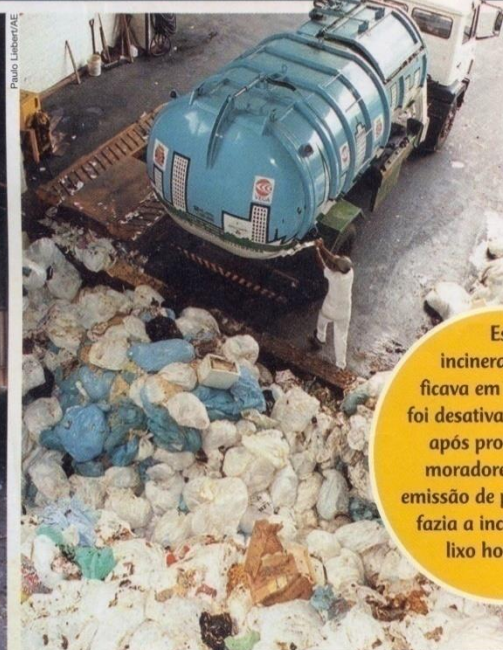
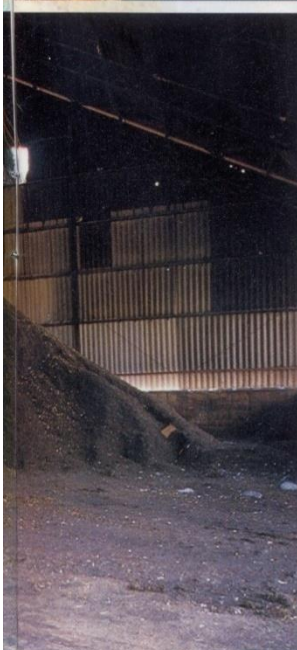
O depósito de lixo situado a poucos metros da Praia da Baleia, no município paulista de São Sebastião, sempre foi motivo de vergonha para a administração municipal. Hoje, porém, é exibido com orgulho: nos 40 mil metros quadrados que recebem diariamente 200 toneladas de lixo de 36 praias, implantou-se 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.



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).



Tanto na incineração como nas usinas de compostagem, o lixo passa por uma etapa inicial de separação de materiais que não serão incinerados ou transformados em adubo. Esses processos são conduzidos nas usinas por meio de sistemas mecânicos de esteiras, garras e eletroímãs (veja o esquema ao lado). Os materiais isolados nessa etapa inicial são enviados para indústrias de reciclagem.

A **reciclagem** consiste em utilizar metais, vidros, plásticos e papéis que já foram descartados como fonte de manufatura de novos materiais. Esse sistema de tratamento de lixo contribui para preservar os recursos naturais e diminuir a poluição. É um método interessante também do ponto de vista econômico. Gasta-se muito mais água e energia elétrica para produzir um material a partir de matéria-prima bruta do que para reciclar.

Na **coleta seletiva**, os materiais recicláveis são separados nos lugares onde o lixo é gerado. Eles são, então, acondicionados em recipientes adequados, coletados e enviados para as indústrias de reciclagem.

Num programa de coleta seletiva recupera-se, em geral, cerca de 90% dos materiais para reciclagem (papéis, plásticos, vidros e metais). Os 10% restantes são rejeitos, ou seja, materiais que não podem ser reaproveitados, como isopor, trapos, papel-carbono, fraldas descartáveis, couro, louça, cerâmica e objetos produzidos com muitas peças de diferentes materiais.



Todos esses métodos apresentam vantagens e desvantagens e a sua implantação depende de uma pesquisa detalhada das condições de cada cidade, a qual deve incluir um estudo de impacto ambiental. A tabela da página 81 apresenta algumas vantagens e desvantagens de três desses processos de disposição de lixo.

Para facilitar a coleta seletiva, as indústrias passaram a inserir em seus produtos símbolos padronizados que indicam quando a embalagem é reciclável.

Em alguns locais, existem coletores diferenciados para cada tipo de material. A própria comunidade colabora com a coleta, levando o lixo até eles.

PENSE, DEBATA E ENTENDA

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

- 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.

PENSE

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

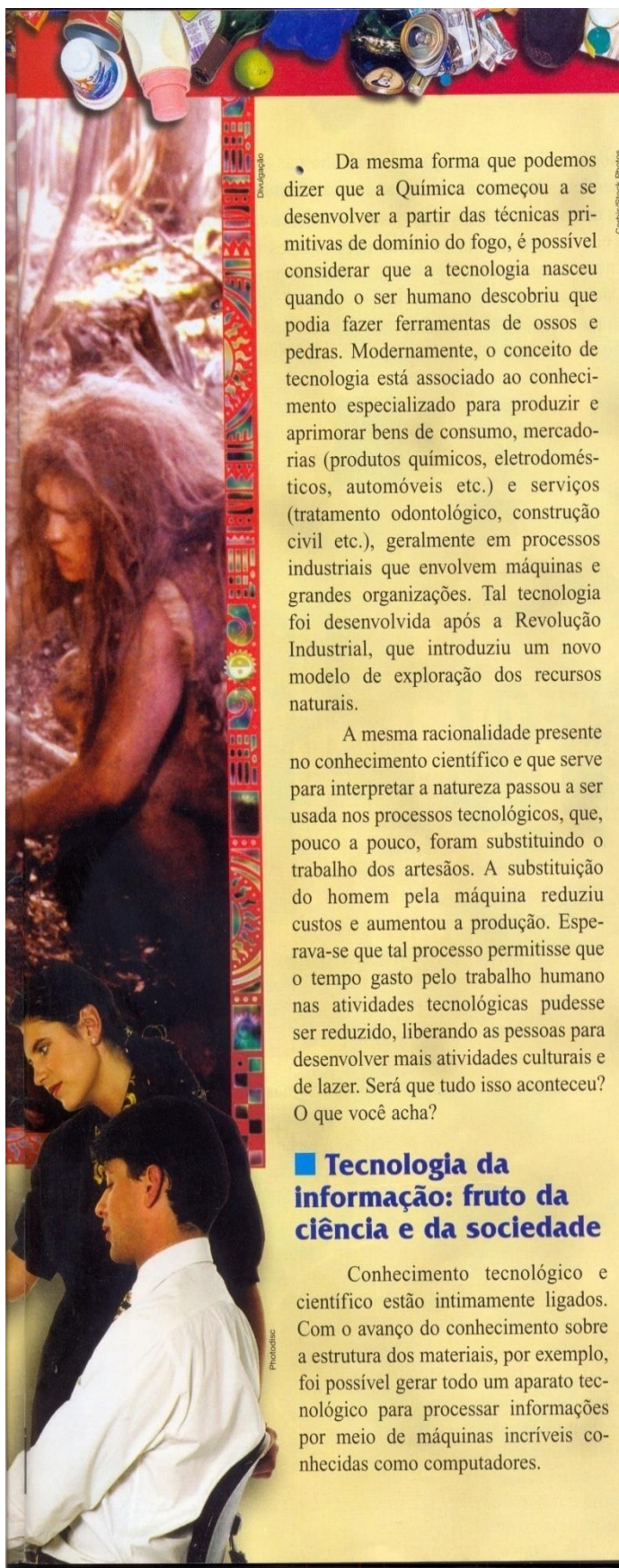
Técnicas primitivas de domínio do fogo são tecnologias que remontam ao surgimento da Humanidade.

Artesanato: conhecimento que passa de pai para filho.

As empresas não sobreviveriam sem computadores nos dias atuais.

24

Fonte: Santos e Mól (2003).



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.

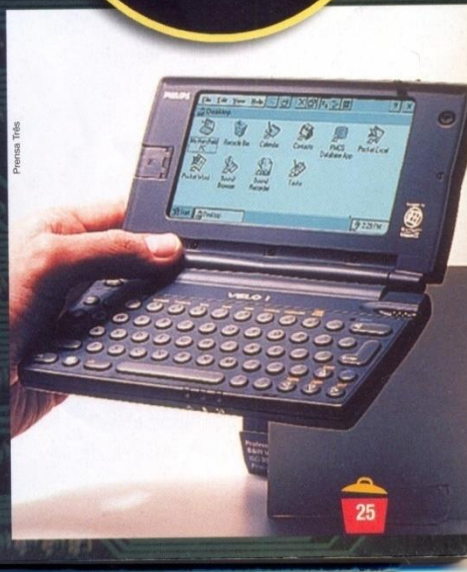
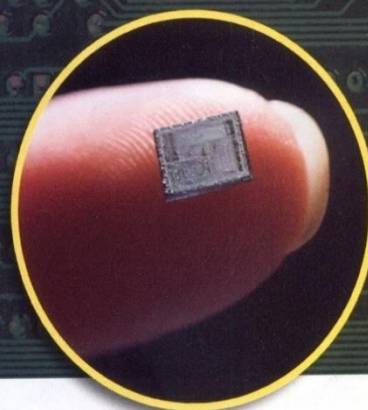
A mesma racionalidade presente no conhecimento científico e que serve para interpretar a natureza passou a ser usada nos processos tecnológicos, que, pouco a pouco, foram substituindo o trabalho dos artesãos. A substituição do homem pela máquina reduziu custos e aumentou a produção. Esperava-se que tal 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.



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.



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

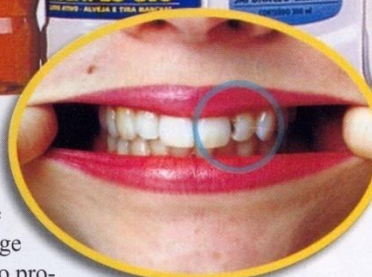
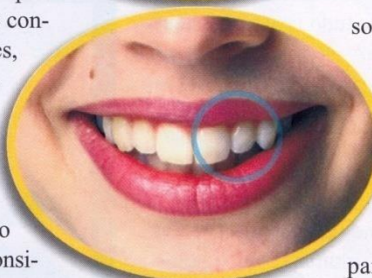


Foto: Photodisc

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.

A ciência, a tecnologia e a sociedade têm caminhado na busca de soluções de grandes problemas, mas também têm provocado conseqüências desastrosas para a vida humana no planeta.



A
computação tem revolucionado até mesmo atividades culturais, produzindo filmes com efeitos especiais e outros animados totalmente sem a necessidade de atores. O mundo artístico tem ganhado ou perdido com produções dessa natureza?

O
estudo de materiais na Química tem permitido o desenvolvimento de novas técnicas de construção civil. É o caso, por exemplo, do uso de estruturas metálicas nessas construções.

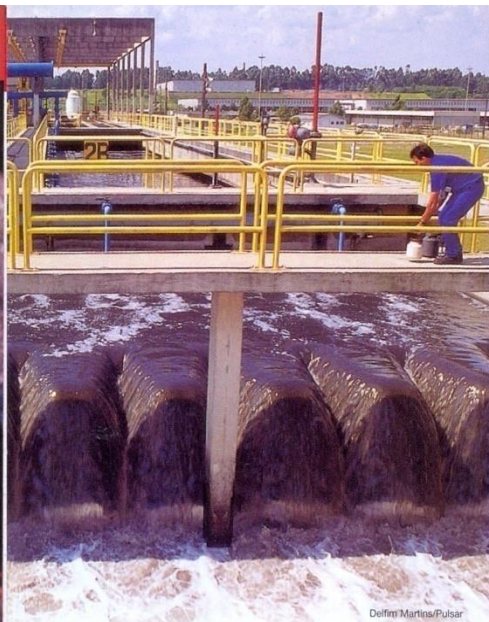
A QUÍMICA NA SOCIEDADE

■ Química: a serviço do bem ou do mal?

P E N S E

Debata com seus colegas os efeitos da Química na sociedade. Vocês acham que ela deve ser vista como causadora dos problemas ambientais?

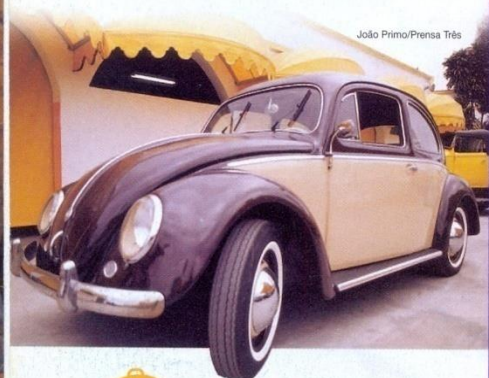
A Química tem garantido ao ser humano uma vida mais longa e confortável. O seu desenvolvimento tem permitido a busca para solução de problemas ambientais, o tratamento de doenças antes incuráveis, o aumento da produção agrícola, a construção de prédios mais resistentes, a produção de materiais que permitem a confecção de novos equipamentos.



Delfim 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.



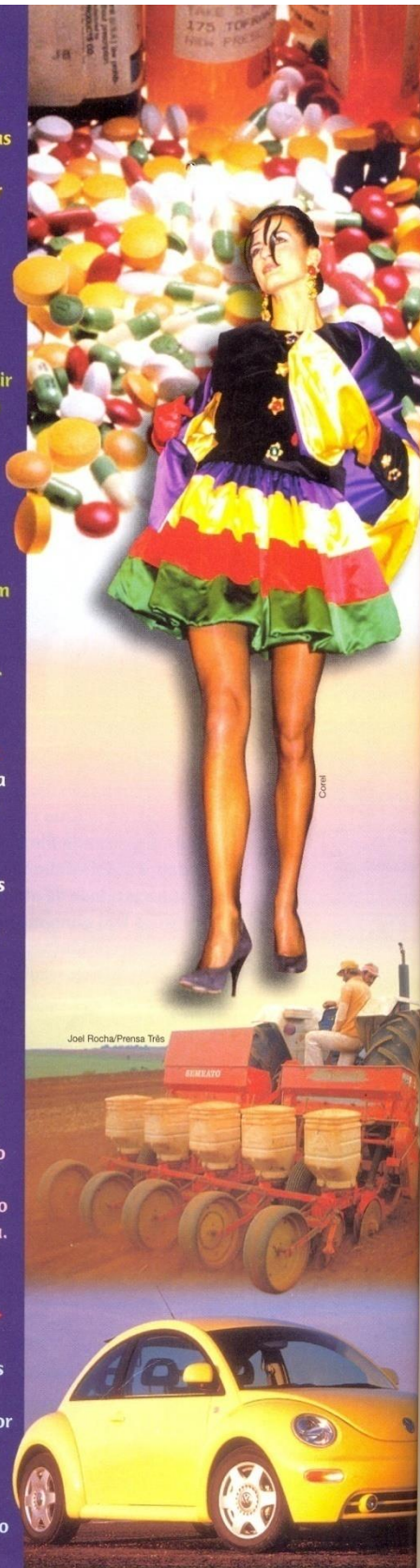
▶ A síntese do náilon revolucionou a indústria têxtil, permitindo uma diversificação na produção de roupas, apropriadas a diferentes tipos de clima, tipos de serviço profissional e até mesmo estilo de moda.



▶ 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.



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**.



Corbis/Sobot 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.

SP/Stock Photos





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 (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).

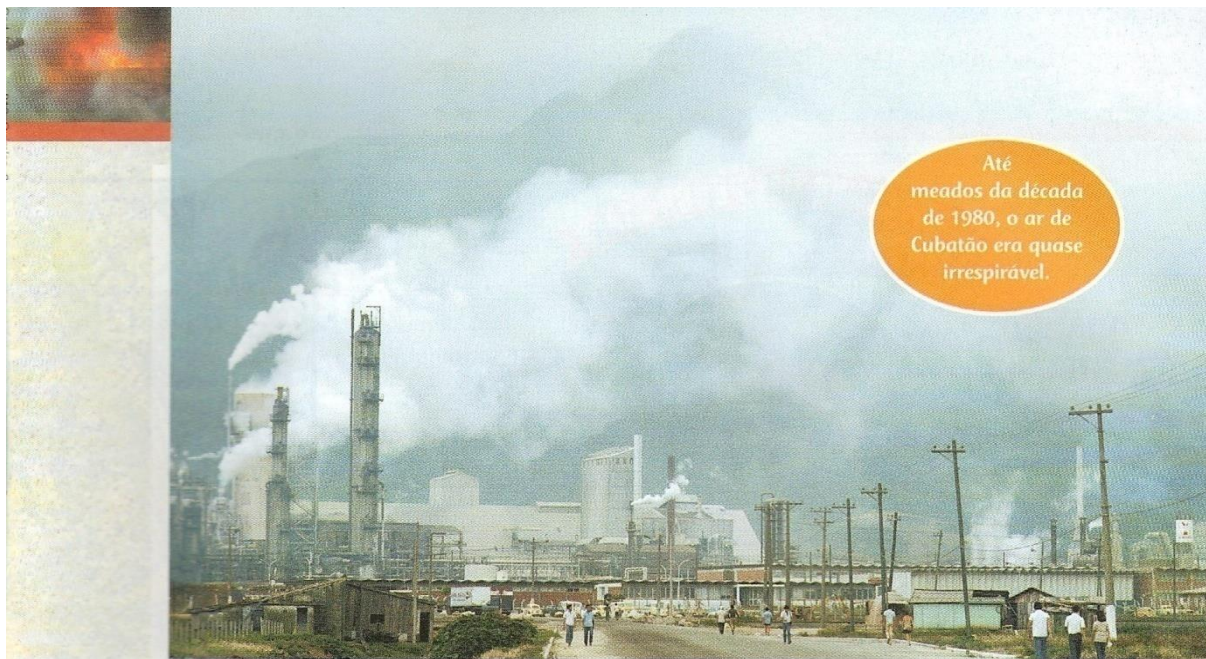
POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA X DANOS À SAÚDE

Contaminante	Efeitos à saúde	Principais fontes
Monóxido de carbono (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 (SO_2 e SO_3)	Doenças cardiovasculares e respiratórias.	Combustão de carvão e petróleo contendo enxofre.
Óxidos de nitrogênio (NO e 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.

Mr. Wellenick/Primeira Tira

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.



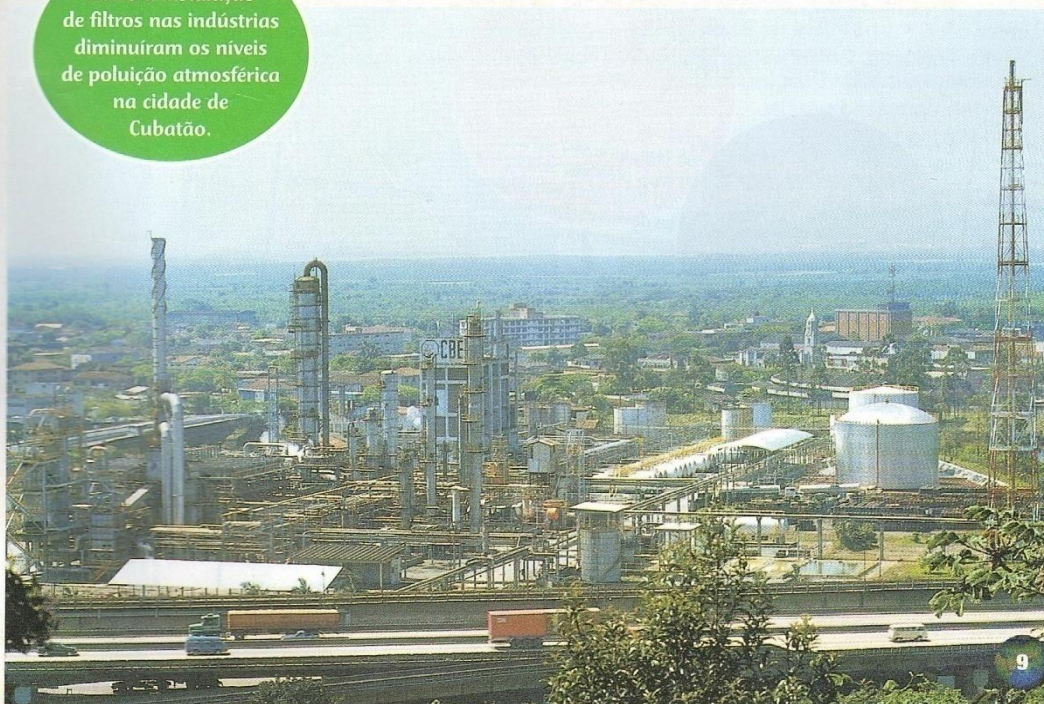
Que fatores, naturais ou não, podem fazer com que algumas regiões sejam mais poluídas do que outras?

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

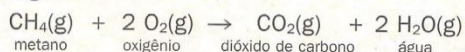
SUJEIRA NO AR: COMBUSTÃO, POLUIÇÃO E AUTOMÓVEIS

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).

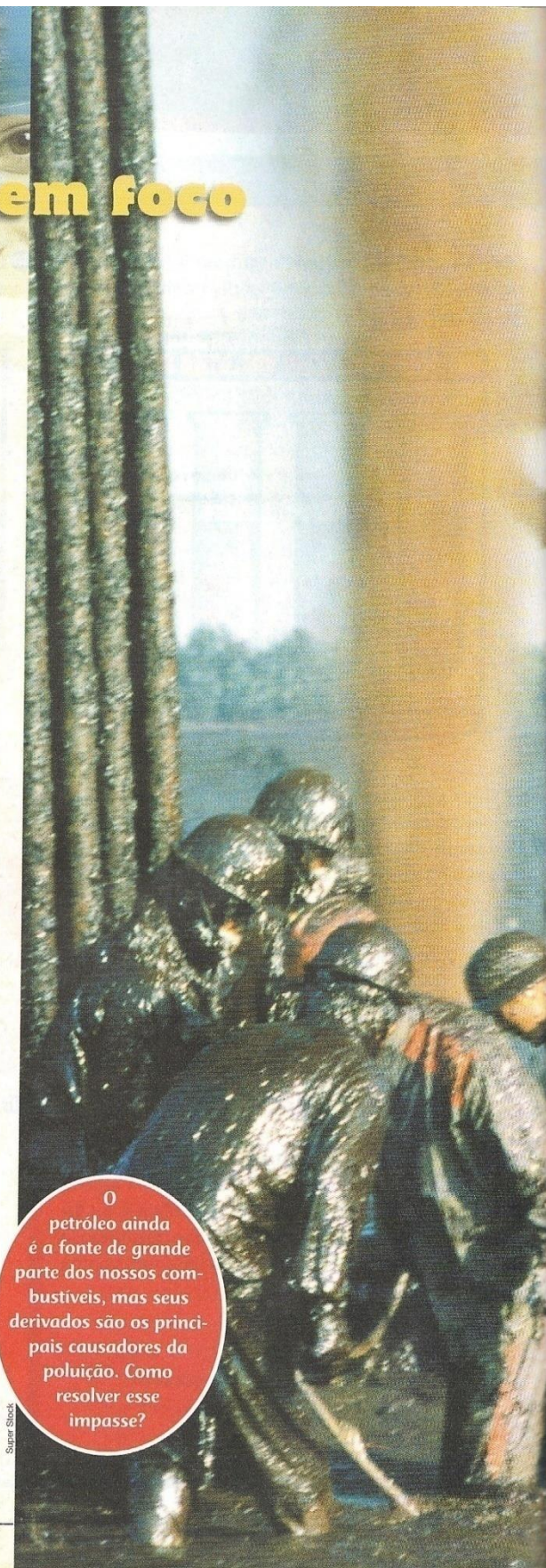
Mas, apesar da inegável utilidade, as reações de combustão são responsáveis por um dos maiores problemas ambientais do planeta: a poluição atmosférica.

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 (C₇H₁₆). O gás de cozinha é um outro exemplo, que também é uma mistura de hidrocarbonetos, sendo que o butano (C₄H₁₀) é o principal deles.

A combustão de hidrocarbonetos produz, principalmente, água (H₂O) e dióxido de carbono (CO₂). 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 (CO₂) e água (H₂O). Nesse caso, temos uma **combustão completa**, conforme é exemplificado na equação a seguir:



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 (H₂CO₃).



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?

Fonte: Santos e Mól (2003).

Correia Ismael Escorte/Club Mundo Scuba Dive

A concentração média de CO_2 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_2O), monóxido de carbono (CO) e simplesmente carbono (C), também chamado de fuligem. Os produtos finais dependem da quantidade de oxigênio (O_2) que participa da reação. A equação a seguir exemplifica uma reação de combustão incompleta. Veja:

$$\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + 5/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{C}(\text{s}) + 5 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$$

butano oxigênio fuligem água

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.

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.

CAPÍTULO 1 • O QUÍMICO E SUAS ATIVIDADES **23**

Um outro exemplo para quem não é fã de painéis: 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 de 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

Tema em foco

VISIBILIDADE ZERO: FUMAÇA-NEBLINA, INVERSÃO TÉRMICA E NÉVOA SECA

Smog. Essa palavra tão curtinha e simpática, que mais parece nome de bichinho de estimação, significa, na verdade, um problema dos grandes para o meio ambiente. Mais uma prova do poder de síntese da língua inglesa, a palavra *smog* é formada pela junção de *smoke*, fumaça, e *fog*, neblina. Em português, podemos traduzi-la para fumaça-neblina, pois é exatamente isso o que ela descreve: uma perigosa mistura de poluição com nevoeiro. A formação de camadas de gases poluentes na forma de fumaça-neblina constitui uma barreira para a dispersão dos gases na atmosfera.

De maneira geral, a neblina e o nevoeiro resultam da condensação do vapor d'água que, sob a forma de gotículas, fica suspenso na atmosfera, quase sempre junto à superfície terrestre. No entanto, existem nevoeiros resultantes de outros materiais que não o vapor d'água. Nos grandes centros urbanos, é comum a formação de nevoeiros constituídos por um enorme número de substâncias gasosas, sólidas e líquidas que resultam das atividades humanas e interagem entre si.

Das interações entre as substâncias que constituem o *smog* podem surgir poluentes secundários, ou seja, substâncias que não foram lançadas diretamente na atmosfera, mas sim produzidas a partir de outros gases poluentes. Um exemplo é o ozônio, que na região da troposfera, mais próxima da superfície terrestre, pode atingir uma concentração em níveis perigosos à saúde humana.

Em altas concentrações, o ozônio torna-se um gás tóxico, que provoca reações de decomposição de substâncias de carbono encontradas em materiais como plásticos, borrachas, fibras têxteis, tintas etc. Além disso, na troposfera ele atua como um gás estufa, aumentando o aquecimento global.

Quem se exercita no Parque Ibirapuera, na cidade de São Paulo, pensa estar fazendo um bem à sua saúde. Pesquisas, porém, têm apontado que lá os níveis de ozônio em determinadas épocas são muito altos, o que aumenta o risco de problemas respiratórios.

A foto mostra o smog de 1952 em Londres. Muitas vezes o smog é tão forte que os carros precisam circular com faróis acesos; dá para imaginar o que isso pode causar à nossa saúde!

DIA luz solar correntes de convecção ar frio ar quente ventos laterais

NOITE ar frio superfície terrestre esfriando-se por irradiação névoa ar frio

INVERSÃO TÉRMICA luz solar ar quente smog ar frio

Nessa região, ele é obtido a partir de reações químicas entre óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos, sob ação da luz solar. As reações que acontecem pela ação da luz, como as que ocorrem no filme fotográfico, são chamadas de reações fotoquímicas. Por isso esse fenômeno de formação de ozônio na troposfera é conhecido como **smog fotoquímico**.

Além do ozônio, outros gases são formados pelo smog fotoquímico, como o dióxido de nitrogênio (NO_2), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o nitrato de peroxiacetil ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{NO}_3$) e o ácido nítrico (HNO_3). Esses poluentes provocam irritações nasais e oculares, dificuldades de respiração e prejudicam a visibilidade.

O smog fotoquímico ocorre geralmente no verão, quando, sob determinadas condições atmosféricas, o ar das grandes altitudes não se mistura com o ar poluído da superfície terrestre, que fica, então, retido na troposfera, o que favorece as reações fotoquímicas.

O smog tem trazido sérios problemas às grandes cidades. Em 1942, em Los Angeles, causou graves complicações respiratórias aos habitantes e matou grande parte da vegetação de jardins. Em 1952, em Londres, provocou a morte de 3,5 mil a 4 mil pessoas. Em 1970, em Tóquio, levou mais de 8 mil pessoas a hospitais e postos de saúde. O efeito do smog fica pior na época do inverno, devido à inversão térmica. Vejamos como esse fenômeno pode ser explicado.

A superfície terrestre é aquecida constantemente pela radiação solar. Assim, as camadas atmosféricas mais próximas da superfície são mais quentes do que as superiores. O ar mais quente é menos denso do que o ar mais frio. Associados, esses dois fatores irão produzir correntes de convecção: o ar quente sobe e o ar frio desce.

Por meio das correntes de convecção, os gases poluentes são facilmente dispersos na atmosfera superior. À noite, porém, o processo se inverte: a superfície terrestre esfria, produzindo uma camada de ar frio estático. Se nesse processo houver a condensação da fumaça-neblina (smog), a luz solar matutina não penetrará na camada de névoa. Como resultado, o ar que ficar preso sob o smog permanecerá frio e reterá todos os gases poluentes emitidos na cidade por automóveis, fábricas etc. A não-dispersão dos gases provoca um aumento elevado da concentração de poluentes, agravando o problema atmosférico.

Fonte: Santos e Mól (2003).

Inversões térmicas pioram o ar da cidade

São Paulo está coberta por massas de ar quente e seco, aprisionando a massa de ar próxima do solo, que esfria no decorrer da noite. A pouca umidade que existe no ar mais frio em contato com o solo acaba se transformando em nevoeiro, pela manhã. E os poluentes ficam nessa massa de névoa aprisionada

Um nevoeiro que cobriu a região de Guarulhos ontem fez o Aeroporto de Internacional de São Paulo, em Cumbica, ficar fechado das 6h às 8h15. Além de causar atrasos de vôos e transtornos aos passageiros, o incidente representou um sinal do início da temporada de inversões térmicas em São Paulo – situações climáticas comuns nesta época do ano, que costumam agravar o problema da poluição na cidade.

A névoa diminuiu a visibilidade na região do aeroporto para 200 metros por volta das 7h, metade da necessária para que os aviões possam pousar, mesmo por instrumentos. Com isso, dos 16 vôos internacionais que deveriam aterrissar em Guarulhos, 11 foram desviados para o Rio e 5 para o Aeroporto de Viracopos, em Campinas.

Segundo a meteorologista Cibília Maria Rodrigues Branco, da Infotempo, empresa especializada em previsões do tempo, o clima que tem prevalecido nos últimos dias na região metropolitana facilita a formação de nevoeiros. "Estamos cobertos por uma massa de ar quente e seco, com céu sem nuvens", explica. "Com isso, a superfície do solo é muito aquecida durante o dia. À noite, ela se resfria, assim como o ar mais perto do chão. A pouca umidade do ar se condensa formando o nevoeiro."

Para a meteorologista Neide Oliveira do 7º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), o nevoeiro em Guarulhos caracteriza-se por ser "seco". "A partícula da terra

é mais fria, por volta das 4h", diz. "Nesse momento, o ar mais frio, que forma o nevoeiro, está preso perto do solo por uma camada de ar mais quente, que está acima."

Quando isso ocorre, os poluentes também ficam presos próximo do solo – e das pessoas. "Nessa época, temos duas das três características que formam a tripla maldita, culpada por grande parte das doenças respiratórias: ar abafado e poluído; só falta o frio", explica o pneumologista Cyzeneus Odyr Soares Silva, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). O frio é o terceiro fator porque faz as pessoas se reunirem em ambientes fechados, facilitando o contágio.

Ar parado causa problema respiratórios

O resultado é um aumento do número de pessoas com problemas respiratórios, como asma, rinite, bronquites e faringite, que procuram os hospitais. Isso pode ser percebido no Hospital Municipal Infantil Menino Jesus, Bela Vista.

"Normalmente atendemos, no pronto-socorro, cerca de 250 crianças por dia, das quais 50% com problemas respiratórios. Nesta época, esse número salta para 400 atendimentos, 70% por doença do aparelho respiratório", diz o diretor do hospital, Antônio Carlos Madeira de Arruda. "É bom tomar líquido, evitar lugares poluídos, como gramíneas, e não fumar", diz o médico. "Nos casos graves, damos doses de medicamentos pelo médico."



Nevoeiro provocou fechamento do Aeroporto Internacional de Guarulhos e cobriu a pista da Marginal Tietê, por volta das 7h de ontem

Um jornal destaca o fenômeno de inversão térmica e os problemas causados por ele na cidade de São Paulo.

Do de am

(Notícia extraída do *Jornal da Tarde*, São Paulo, 25 abr. 2002.)

A **névoa seca** é um outro fenômeno associado à poluição, comum no Sul do Brasil e da América do Sul, sobre o Oceano Atlântico e mesmo em certas regiões da África, nos meses de inverno (principalmente em agosto). Quando ela ocorre, a atmosfera fica com um espesso nevoeiro que não contém aerossóis (pequenas partículas, líquidas ou gasosas, dispersas num meio gasoso). Por não conter partículas líquidas, esse tipo de nevoeiro é chamado de névoa seca. Sua natureza físico-química ainda não foi perfeitamente estudada, mas entre seus efeitos comprovados está a diminuição da visibilidade, que representa um risco para a aviação. Como a névoa seca coincide com a época da queimada de pastagens e campos, supõe-se que ela provenha da presença de material particulado, composto de sólidos ou líquidos dispersos em gases, que ficam suspensos no ar. Com a chegada das chuvas de setembro, a névoa seca desaparece, o céu readquire o tom azul e a visibilidade normaliza-se.

Deputado quer lei para prot...

PENSE, DEBATA E ENTENDA

- 1 Explique por que o *smog* surgiu junto com a revolução industrial.
- 2 Como o *smog* é formado?
- 3 Explique com suas palavras como ocorre a inversão térmica.
- 4 Quais são os fatores que contribuem para a inversão térmica?
- 5 O que a sociedade poderia fazer para diminuir os efeitos do *smog* e da inversão térmica nos grandes centros urbanos?
- 6 Debata com seus colegas a medida adotada em algumas metrópoles (Santiago-Chile, Cidade do México-México) de fazer rodízio de veículos em determinadas épocas do ano. De acordo com o número da placa, a circulação de um veículo pode ser proibida em certos dias da semana. Qual a validade da medida? Como deve ser a participação da sociedade?



EXERCÍCIOS

- 1 De acordo com o modelo cinético, explique por que ocorre expansão e contração no volume de um gás.
- 2 Explique a relação entre as propriedades de compressibilidade e expansibilidade dos gases e o funcionamento de um motor a combustão.
- 3 De acordo com o modelo de partículas, por que os gases apresentam propriedades tão diferenciadas dos sólidos e líquidos?
- 4 Por que os materiais no estado sólido são mais densos do que no estado gasoso?
- 5 Após o futebol de areia numa praia ensolarada, o jogador fica com um cheiro característico devido ao suor. Outra pessoa ao seu lado sente o cheiro. Explique esse fato por meio do fenômeno da difusão gasosa.
- 6 Qual o efeito que um aumento de temperatura provoca na velocidade das partículas de um gás?
- 7 Como será a velocidade das moléculas, numa mesma temperatura, de dois gases com diferentes massas moleculares?
- 8 Em que situação um assado de carne "cheira mais": quando é retirado do forno ou quando é retirado da geladeira? Por quê?
- 9 (UFBA) Numa sala fechada, foram abertos ao mesmo tempo três frascos que continham, respectivamente, $\text{NH}_3(\text{g})$, $\text{SO}_2(\text{g})$ e $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$. Uma pessoa que estava na sala, a igual distância dos três frascos, sentirá o odor desses gases em que ordem? Valores de massas molares: $\text{NH}_3 = 17 \text{ g mol}^{-1}$, $\text{SO}_2 = 64 \text{ g mol}^{-1}$ e $\text{H}_2\text{S} = 34 \text{ g mol}^{-1}$.
- 10 O comportamento dos gases, como a dispersão da fumaça, pode ser explicado se considerarmos que as partículas dos gases:
 - a) têm movimento ordenado.
 - b) possuem baixa velocidade.
 - c) possuem energia cinética média inversamente proporcional à temperatura.
 - d) têm movimento livre.
 - e) estão muito juntas umas das outras.

Tema em foco

EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO GLOBAL

A receita de um ar limpo é: 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases, entre os quais o dióxido de carbono (gás carbônico), com teor aproximado de 0,035%. Acrescente-se ainda uma porção de água, em quantidade variável conforme a região do planeta e a época.

Que o oxigênio é um ingrediente vital você já sabe. Vamos agora destacar a importância de outros dois componentes da atmosfera: água e dióxido de carbono. Eles mantêm a Terra aquecida, possibilitando a existência de vida animal e vegetal no planeta. A fonte do calor, naturalmente, é o Sol. Dos raios solares que incidem sobre o planeta, 30% não conseguem atravessar a atmosfera e são refletidos de volta para o espaço. Os outros 70% atingem a superfície terrestre, sendo que uma parte será absorvida por ela e o restante, refletido sob a forma de radiação infravermelha. Então, uma parcela dessa radiação infravermelha é absorvida pelas nuvens e pelo gás dióxido de carbono, aquecendo a atmosfera e criando uma estufa natural (esquema da página seguinte).

A **estufa** é uma câmara fechada, normalmente com vidro, que permite cultivar plantas em locais de clima frio. As paredes e o teto de vidro permitem que os raios solares entrem, mas dificultam a saída do calor, mantendo o ambiente aquecido o suficiente para a sobrevivência das plantas. A retenção de calor por uma estufa (página seguinte) pode ser comparada ao que ocorre em um automóvel fechado, estacionado sob o Sol.

É o efeito estufa que mantém o clima terrestre ameno, sem grandes variações entre o dia e a noite, permitindo que a vida se mantenha. Sem ele, a temperatura média da superfície terrestre seria de $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ e não de $15 \text{ }^\circ\text{C}$, como é atualmente. Como consequência, uma parte muito maior da superfície do nosso planeta seria permanentemente coberta de gelo.



Originalmente, o dióxido de carbono (CO_2) é produto de vários processos naturais que se desenvolvem na Terra, como a respiração de seres vivos e emissões vulcânicas. No entanto, desde o século XIX, vários fatores contribuíram para elevar a quantidade de dióxido de carbono presente na atmosfera 25% acima do normal. Dentre esses fatores, os mais significativos são o desenvolvimento industrial acelerado, a explosão demográfica, que aumentaram a queima de combustíveis fósseis, e os grandes desmatamentos e queimadas de florestas. Com mais dióxido de carbono, a atmosfera absorve uma quantidade maior da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, aquecendo mais do que deveria. O resultado é o aumento da temperatura em todo o planeta, o chamado **aquecimento global**.



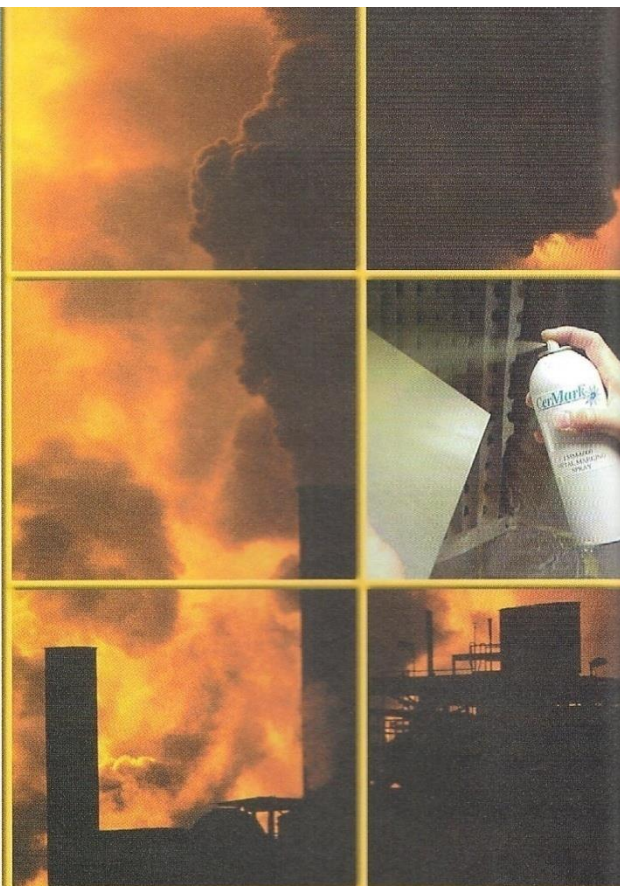
E o problema só tende a aumentar. Cientistas constataram que, além do dióxido de carbono e do vapor d'água, partículas em suspensão no ar e outros gases poluentes, como monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrogênio (NO), ozônio (O₃), metano (CH₄) e os clorofluorcarbonos (CFCs), gases utilizados em refrigeradores, condicionadores de ar e sprays, também absorvem o calor refletido pela Terra, contribuindo para agravar o **efeito estufa**.

As conseqüências de um aquecimento global de grandes proporções parecem catastróficas: o derretimento de partes das calotas polares faria aumentar o nível dos oceanos, ocorreriam inundações nas cidades litorâneas, modificações do clima, prejuízos para a agricultura etc. Essas alterações poderiam espalhar doenças tropicais e provocar secas em outras regiões do planeta. Só teriam algum benefício os moradores de lugares muito frios, pois poderia haver menos risco de contaminação por algumas doenças de inverno e aumento da produtividade agrícola.

Anos atrás o aquecimento global foi objeto de controvérsias no meio científico. Mas agora parece haver um consenso de que está ocorrendo um aumento da temperatura global.

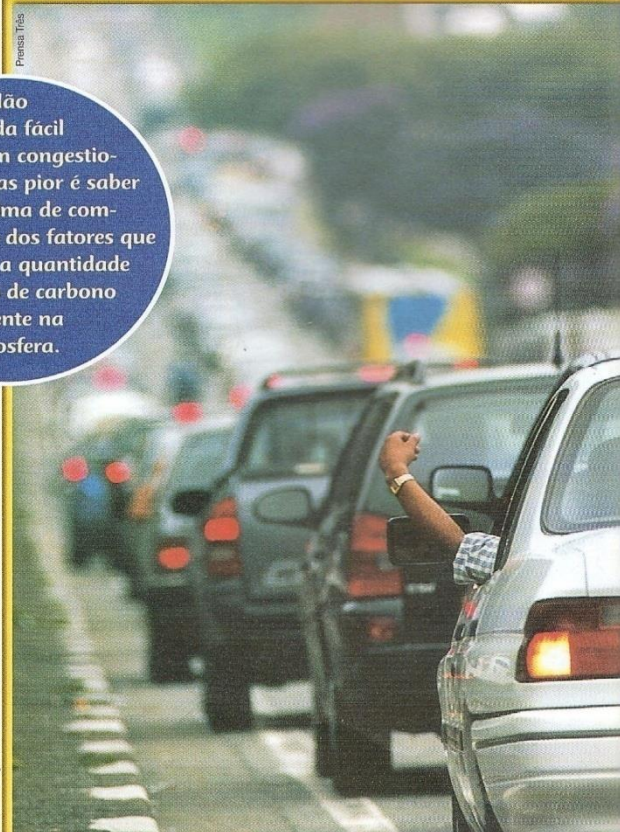
Essa foi uma das razões da realização, no Rio de Janeiro, da **Eco 92**. Nesse congresso mundial, o Brasil e outros 154 países assinaram a Convenção Climática, documento no qual se comprometem a controlar atividades que possam causar aumento do efeito estufa. Em 1997, durante a Convenção de Kyoto, no Japão, mais de 160 países definiram metas para a redução da produção dos gases poluentes. Contudo, as boas intenções não têm se convertido em ações concretas, pois estudos apontam que a temperatura média do planeta continua aumentando.

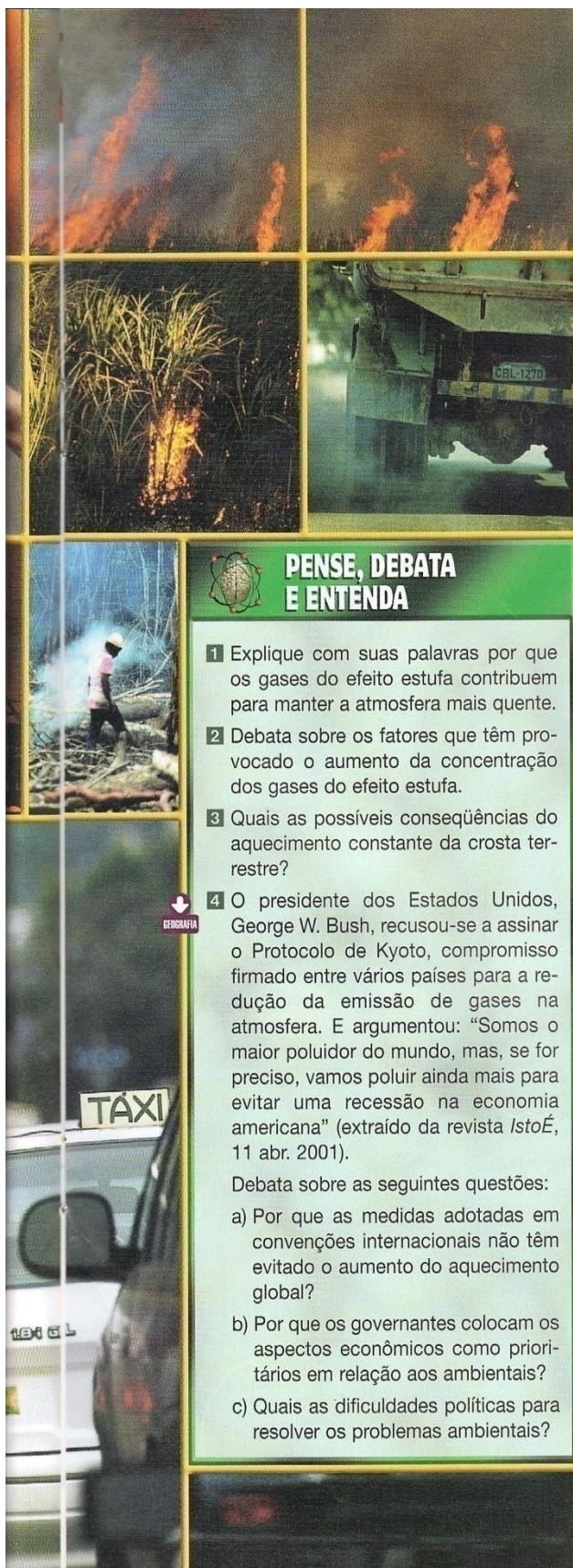
Será que os químicos poderão contribuir para reverter essa situação? Haverá uma maneira de evitar as conseqüências desse aumento de temperatura?



Prensa Fitas

Não é nada fácil encarar um congestionamento, mas pior é saber que a queima de combustíveis é um dos fatores que aumentam a quantidade de dióxido de carbono presente na atmosfera.





Fotos: Proibidos, e reprodução



PENSE, DEBATA E ENTENDA

- 1 Explique com suas palavras por que os gases do efeito estufa contribuem para manter a atmosfera mais quente.
- 2 Debata sobre os fatores que têm provocado o aumento da concentração dos gases do efeito estufa.
- 3 Quais as possíveis conseqüências do aquecimento constante da crosta terrestre?
- 4 O presidente dos Estados Unidos, George W. Bush, recusou-se a assinar o Protocolo de Kyoto, compromisso firmado entre vários países para a redução da emissão de gases na atmosfera. E argumentou: "Somos o maior poluidor do mundo, mas, se for preciso, vamos poluir ainda mais para evitar uma recessão na economia americana" (extraído da revista *IstoÉ*, 11 abr. 2001).



Debata sobre as seguintes questões:

- a) Por que as medidas adotadas em convenções internacionais não têm evitado o aumento do aquecimento global?
- b) Por que os governantes colocam os aspectos econômicos como prioritários em relação aos ambientais?
- c) Quais as dificuldades políticas para resolver os problemas ambientais?



LEIS DOS GASES

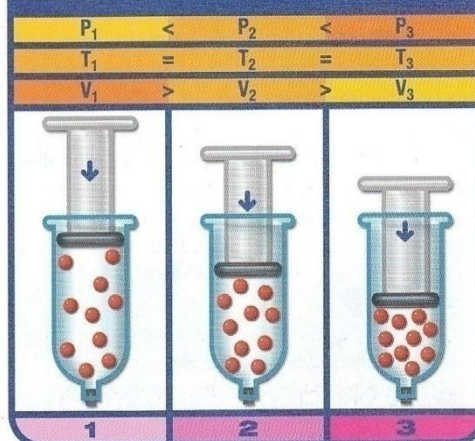
Estudos sobre o comportamento dos gases permitiram estabelecer leis sobre suas propriedades. A partir delas, foi desenvolvida a teoria cinética dos gases. Para entendermos os principais pressupostos dessa teoria, vamos estudar algumas das leis básicas que a fundamentam.

■ Transformações isotérmicas: relação entre o volume e a pressão dos gases a uma temperatura constante

O experimento sobre a compressibilidade dos gases (página 50) demonstra claramente: à medida que se aumenta a pressão, o volume do gás diminui. Isso não é um fato isolado, é uma regularidade comum, quando o experimento é conduzido a uma temperatura constante para uma mesma massa de gás.

O físico e químico irlandês Robert Boyle foi quem iniciou o estudo da relação entre o volume de um gás e sua pressão. Além de perceber que, quando se aumenta a pressão sobre um gás, observa-se um decréscimo no volume, o cientista também notou que o produto entre pressão e volume é aproximadamente constante. Todas as substâncias gasosas apresentam essa regularidade, que ficou conhecida como **Lei de Boyle**.

A temperatura constante, aumentando-se a pressão no êmbolo, diminui-se a distância entre as partículas.



REFERÊNCIAS DOS APÊNDICES

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology**: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. 2. ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2010.

MOREIRA, M. A. MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, H. CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Ed. Lamparina: Rio de Janeiro, 2008.

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

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

REFERÊNCIAS DOS ANEXOS

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. **Química & Sociedade**: a ciência, os materiais e o lixo. São Paulo: Ed. Editora nova geração, 2003.

_____. **Química & Sociedade**: modelos de partículas e a poluição atmosférica. São Paulo: Ed. Editora Nova geração, 2003.

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