

M A N S U R L U T F I

PRODUÇÃO SOCIAL E APROPRIAÇÃO PRIVADA DO CONHECIMENTO QUÍMICO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

1989

M A N S U R   L U T F I

Este exemplar corresponde à redação  
final da Tese defendida por Mansur  
Lutfi e aprovada pela Comissão Jul-  
gadora em 07-08- 89



Letícia Bicalho Canêdo

PRODUÇÃO SOCIAL E APROPRIAÇÃO PRIVADA DO CONHECIMENTO QUÍMICO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

1989

Tese apresentada como exigência parcial  
para obtenção do grau de Doutor em Edu  
cação, na Área de Metodologia de Ensino  
sob a orientação da Profª Drª Letícia  
Bicalho Canêdo.

COMISSÃO JULGADORA

de Carvalho

José  
de Almeida

de Almeida

## AGRADECIMENTOS

Há um menino,  
há um moleque,  
morando sempre no meu coração;  
toda vez que o adulto balança  
ele vem pra me dar a mão.

Há um passado,  
no meu presente,  
um sol bem quente lá no meu quintal;  
toda vez que a bruxa me assombra  
o menino me dá a mão.

E me fala de coisas bonitas  
que eu acredito que não deixarão de existir:  
amizade, palavra, respeito, caráter, bondade, alegria e amor.

Pois não posso, não devo, não quero  
viver como toda essa gente insiste em viver  
e não posso aceitar sossegado  
qualquer sacanagem ser coisa normal.

Bola de meia,  
bola de gude,  
o solitário não quer solidão,  
toda vez que a tristeza me alcança,  
o menino me dá a mão.

Há um menino,	Nidia Pontuschka, Eulina Lutfi, Circe Bitten <u>court</u> , Joliane e João Carlos Bório, Suzana L' Abbate, Flora Yue,
há um moleque,	Mabel O.Silva, Vera Furtado, Sylvia Ribeiro, Heloísa Monzoni, Cecília Guaraná,
há um menino,	Milton de Almeida, Maridalva e Otávio Maldaner, Letícia Canêdo, Dulce M.P.de Camargo , Pedro Pinto, Ernesta Zamboni ,Orlandina Prêve
há um moleque,	Arline Arcuri, Tereza Novaes, Terezinha e Zezé Brandão Machado, Francisco Di Giorgio, Núbia Rossetti, Newton Bryan ,

morando sempre no meu coração,  
toda vez que o adulto fraqueja,  
ele vem pra me dar a mão.

Milton Nascimento  
Fernando Brant

## RESUMO

Essa tese em Educação, Área de Metodologia de Ensino, se assentará no conhecimento do trabalho desenvolvido dentro de indústrias metalúrgicas que fazem eletrodeposição de metais, a que chamarei indústrias galvânicas, e no curso de química não técnico, desenvolvido com alunos de cursos diurno e noturno de 1ª série do 2º grau de escolas estaduais da cidade de São Paulo.

O que se busca saber é se a preocupação com as questões sociais é passível de ser despertada, relacionando-se os conceitos adquiridos em sala de aula, com as condições de trabalho humano em que esses conhecimentos são utilizados em nossa sociedade. É saber como se dá a produção social e a apropriação privada do conhecimento químico.

Para tanto, essa tese consta de um capítulo em que se coloca o quadro em que as indústrias galvânicas trabalham, com relevância para o conhecimento de química envolvido nesse processo, e capítulo em que se situa o conjunto de textos e práticas de laboratório desenvolvidos durante os quatro bimestres. Para a análise da aplicação do conhecimento químico na sociedade, faremos uma elucidação dos conceitos de cotidiano e cotidianidade, segundo Heller.

## ÍNDICE

### INTRODUÇÃO

1. O significado deste trabalho.....	1
2. O cotidiano e o ensino de química.....	5
3. A cotidianidade e a educação em química.....	9
I. O LUGAR SOCIAL DA ESCOLA	
1. A regra é o abuso.....	17
2. A outra mesma escola.....	28
3. Os objetos cromados (nem tudo que reluz é ouro) e o ensino de química na escola pública (nem tudo...)...	31
4. Lamentações.....	36
5. O que não se aprende no laboratório.....	38
6. O micropoder na rede física.....	40
7. A editoração do livro didático de química.....	43
8. O laboratório didático é insuficiente.....	50
II. O MODO CAPITALISTA DE PRODUÇÃO DE OBJETOS E COMPONENTES GALVANIZADOS	
1. Os modos de produção e de consumo capitalistas.....	54
2. Concreto: síntese de múltiplas determinações.....	57
3. Roteiro de visita às indústrias.....	59
4. Relatório da visita à galvanoplastia elaborado pelos alunos.....	65
5. Com que se produz?.....	76
6. Quem produz?.....	90
7. Como se produz?.....	104
8. Para quem se produz?.....	131

### III. OS TRABALHOS E OS DIAS

1. Como se comportam os metais em presença de agentes físicos ?	142
2. Como se comportam os metais em presença de ácido clorídrico ?	149
3. Como se comportam os materiais em presença de electricidade ?	209
4. Como se comportam os elementos químicos na presença de fogo?	225
5. Quando passa a ser necessário controlar as massas?.....	258

CONCLUSÃO .....	270
-----------------	-----

BIBLIOGRAFIA.....	273
-------------------	-----

#### ANEXOS

1. Endereço das indústrias galvânicas pesquisadas.....	1
2. Avaliação dos alunos.....	7
3. O carácter aberto dos conceitos disposicionais.....	15
4. Os principais minérios e seus respectivos metais.....	23
5. Técnicas básicas em um laboratório de química.....	29

## INTRODUÇÃO

## 1. O SIGNIFICADO DESTE TRABALHO

O trabalho de pesquisa em Metodologia de Ensino abrange três vertentes: a primeira inclui estudos de ideologia presente em materiais didáticos, os currículos e grades curriculares, e as provas de vestibulares; uma outra vertente da pesquisa se volta para as questões de aprendizagem, envolvendo estruturas cognitivas e sequência de conteúdos; a terceira vertente situa-se fora do âmbito universitário ou de agências de apoio ao ensino. Nela, a preocupação se dirige mais para soluções dos problemas de atitudes e aprendizagem em sala de aula, tendo em vista a urgência dessas soluções.

Em encontros de professores de ciências, são apresentadas propostas alternativas de ensino, de experimentos facilitadores de formação de conceito, de atividades inter e transdisciplinares, de uso de sucatas e materiais de baixo custo. O que ocorre, nesses encontros de educação, é uma troca, quase que entre amigos, de dicas para o trabalho duro daqueles que procuram caminhos. Essas propostas quase nunca são escritas, pois quem as elabora não as pretende como propostas hegemônicas.

Esses professores sabem que suas propostas são abrangentes, que não interferem apenas na sala de aula, pois questionam o poder dentro da escola, a hierarquia e a detenção do conhecimento. Diante do quadro de desvalorização social e econômica por que passam escolas pública e privada, mais estranhável que constatar quão desprestigiados estão os profissionais da educação, é constatar como, dentro desse quadro, se encontram pessoas que acreditam poder modificá-lo.

Existe uma cumplicidade entre professores que estão nessa

busca e a identificação entre eles se dá, não pelo conteúdo a ser transmitido, mas por algo mais inefável, que envolve concepção de mundo, posição política, teimosia, crítica, criatividade, contestação à hierarquia. Isso tudo não pode ser transferido para o papel, num relato de trabalho em que, por serem circunstanciais, as condições desapareçam, os conflitos de interesse e de personalidade sejam eliminados, e as relações pessoais omitidas. Dentro desse quadro fica difícil para o professor-pesquisador delimitar problemas e escolher hipótese preliminar.

Identificando-me com o professor na situação acima descrita, colocarei neste trabalho as práticas e as reflexões sobre a prática docente. Embora haja quem considere que ensino não seja pesquisa, se concebermos pesquisa como busca, nós professores, em uma concepção ativa de educação, podemos transformar nossa prática em uma busca, em uma tentativa de realizar um projeto de pensar o ensino de química, no conjunto da sociedade contemporânea, do trabalho das pessoas.

Considero que o ensino de 2º grau deva trabalhar o conhecimento em sua concretude, que inclua a realidade e o imaginário. E, tendo o conhecimento dos principais fatos da química se construído intimamente relacionado com sua aplicação industrial, que esse conhecimento seja transmitido não dissociado desse contexto em que até hoje se desenvolve.

Delineando os contextos que explicitarei, devo colocar que essa pesquisa em ensino de química se assentará no conhecimento do trabalho desenvolvido dentro de indústrias metalúrgicas que fazem eletrodeposição de metais, a que chamarei indústrias galvânicas, e no curso de química não técnico, desenvolvido com alunos de curso

diurno e noturno de 1ª série do 2º grau de escolas estaduais da cidade de São Paulo.

O que se busca saber é se a preocupação com as questões sociais é passível de ser despertada relacionando-se os conceitos adquiridos em sala de aula, com as condições de trabalho humano em que esses conhecimentos são utilizados em nossa sociedade. É saber como se dá a produção social e a apropriação privada do conhecimento químico.

Para tanto, essa tese constará de um capítulo em que se colocará o quadro em que as indústrias galvânicas trabalham, com relevância para o conhecimento de química envolvido nesse processo, e um segundo capítulo em que se situará o conjunto de textos e práticas de laboratório, desenvolvidos durante os quatro bimestres, em uma 1ª série do 2º grau.

Assim, este trabalho responde à questão levantada por professores paulistas e assumida pela equipe encarregada de formular a proposta de ensino de química de 2º grau, da Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas da Secretaria de Educação de São Paulo que indaga:

"Tendo em vista a reformulação da lei 5692 e a tendência de pesquisas atuais sobre a relação entre educação e trabalho, como instaurar processos educativos que desenvolvam o conhecimento e a formação de uma consciência que reforça os interesses populares?"

Para essa questão, a equipe propõe princípios norteadores: a experimentação como um dos momentos de reelaboração do conhecimento;

o tratamento do conhecimento científico sob uma perspectiva histórica;  
a análise crítica da aplicação do conhecimento químico na sociedade." (1)

Para esse último princípio, a que simplificadamente chamaremos de "o cotidiano no ensino de química" faremos uma elucidação melhor dos conceitos de cotidiano e cotidianidade.

---

(1) CENP Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Proposta curricular para o ensino de química: 2º grau ( 2.ed.; São Paulo: SE/CENP , 1988) p.9.

## 2. O COTIDIANO E O ENSINO DE QUÍMICA

O termo cotidiano envolve muitos sentidos, é ambíguo . Quando nos referimos ao cotidiano no ensino de química, corremos o risco de ser enquadrados em concepção de cotidiano que não é a que pretendemos.

Para uns, trabalhar com o cotidiano, trata-se de motivar os alunos com curiosidades, geralmente sobre uma notícia de atualidades como supercondutores, vazamento em usinas nucleares, chuvas-ácidas, tratamento contra câncer, etc.

Comumente são os alunos que trazem as questões na segunda-feira, depois de assistir a reportagens de TV no domingo. Ficam sem respostas, pois os professores não têm acesso às fontes de informação sobre essas questões.

Não são questões propriamente do cotidiano; situam-se entre o sensacional, o fantástico e o superinteressante. Aqueles que trazem esse tipo de questões querem respostas simples e imediatas, pois o interesse é fugaz, sendo difícil estabelecer relações mais profundas entre esse fato isolado e outros conhecimentos.

A postura dos professores se divide frente a essa situação: a imensa maioria ignora-a; mas há escolas de 1º grau que utilizam pedagogias que trabalham em cima do interesse dos alunos, que procuram aproximar o assunto levantado, daquilo que se pretende com o ensino de ciências.

Para outros, trabalhar com o cotidiano é buscar ilustrações para o assunto que se está desenvolvendo. São exemplos e contra-exemplos práticos que farão a ponte entre a aula expositiva e os fatos da natureza e da técnica. Isso ocorre quando se exemplifica semi-metais com transístores; ésteres com aromatizantes; ácido clorídrico com gastrite; emulsões coloidais com maionese; etc.

Porém, fica-se apenas na citação e não se estabelecem relações mais amplas. Esse é o caso mais comum de ligação com o cotidiano. Cita-se o fato sem que se consiga fazer a relação entre a estrutura e a função. Por exemplo, nas aulas de química orgânica é citado que os ésteres são aromatizantes, mas não se explica como essa estrutura torna a substância sensível ao nariz e outra estrutura não.

Outras pessoas já perceberam que não é possível tratar isoladamente os conhecimentos conceituais de química, pois os livros ficam reduzidos a resumos de conteúdo, sem explicações e sem relação entre si, áridos como as apostilas de cursinhos.

No dizer de A.R.H. Cole, da School of Chemistry, U.of Western Australia " We must, above all, make introductory chemistry courses more interesting by building on the general knowledge which students accumulate in their early lives about all the things and materials around them. We have to whet the student's appetites and make them want to study more chemistry." (1)

Surgem os projetos que procuram dourar a pílula, ou seja, o que eles julgam fundamental é o conteúdo em si, mas para que ele seja engolido com menos esforço, faz-se uma introdução em cada capítulo onde se procura colocar dados históricos que passam a idéia de uma evolução linear, sem que tivesse ocorrido uma mudança qualitativa a par-

(1) A.R.H.Cole. "Good Chemistry is easily understood chemistry" in Ninth International Conference on Chemical Education-Abstract IUPAC(São Paulo-1987)p.13

tir da ligação entre ciência e técnica na Revolução Industrial.

Procuram problematizar os tópicos de conteúdo, levantando questões ligadas à saúde, agricultura, domossanitários, etc., mas não abrem mão da seqüência formal de conteúdos.

Um quarto tipo de ligação com o cotidiano são os projetos americanos que apareceram na década de '70, ligados às questões ambientais, de alimentos, de tóxicos, etc. São projetos críticos quanto a seguir uma seqüência formal de conteúdos; têm uma boa fundamentação teórica em termos de conteúdo, mas procuram isentar o sistema econômico, social e político no qual originaram, dos problemas sociais causados pelo uso do conhecimento químico. Colocam sempre como sendo o mau uso da tecnologia e não decorrência dessa opção de desenvolvimento econômico. É como vê Ursula Hofacker, da Gesellschaft Deutscher Chemiker de Frankfurt:

"In many books are published which "explain" the hazards of chemicals in daily life to the reader. They deal with household chemicals, in food additives, drugs a.s.o. These explanations are frequently faulty, or do not present the full facts, or just simply convey a more subtly biased view against chemistry. These books have a large readership. Since there is public interested in the topics discussed in these books, such books have to be written by chemists."

Também Ryszard M. Janiuk, do Departamento de Educação em Química da Universidade Maria Curie-Sklodowska, de Lublin-Polônia, ao comentar o novo currículo de química nas escolas elementares afirma:

"In Poland, a new chemical curriculum was introduced in elementary school in 1984. This curriculum is based on the assumption that teaching chemistry should be closely connected with the environment in which pupils live. This has resulted in a structure of curriculum enterely different from the traditional one.

---

(1) Ursula Hofacker. "Why do want to introduce Chemistry to the Citizen, and who is the Citizen?" in Ninth International Conference on Chemical Education. Abstracts. São Paulo: IUPAC. 1987

Substances which are produced by chemical industries such as: detergents, plastics, pigments and cosmetics have been taken into consideration. Emphasis has also been put on the toxic properties of the substances used in everyday life as well as on ecological problems. " (1)

São capazes de romper, no nível de ensino elementar, com o problema do uso da linguagem e do simbolismo próprio da química como nos relata Ryszard Janiuk:

"In comparison with the previous curriculum, teaching stoichiometric calculation by means of concepts of mol and molar mass has been abandoned. The application of equations for the interpretation of the course of chemical reaction has been reduced as well." (1)

Uma quinta proposta de trabalho com o cotidiano, ligando-o com conhecimento químico, considera esse cotidiano, não como uma relação individual com a sociedade, pois existem mecanismos de acomodação e alienação que permeiam classes sociais.

H. Lefebvre considera a necessidade de fazer emergir o extraordinário daquilo que é ordinário, ou seja, buscar naquilo que nos pareça mais comum, mais próximo, o que existe de extraordinário, que foge ao bom senso, e que tem uma explicação que precisa ser desvelada.

Para essa última visão de cotidiano, que implica entender como o sistema econômico em que vivemos aparece em nossa vida diária, é que temos dirigido nosso trabalho de pesquisa em educação.

---

(1) Ryszard M. Janiuk. "New chemistry curriculum for elementary school in Poland". Abstracts 9<sup>th</sup> ICChemEd. 1987 p. supl. 7

### 3. COTIDIANIDADE E EDUCAÇÃO EM QUÍMICA

No início dessa exposição, disse que procuraria saber se a preocupação com as questões sociais é passível de ser despertada, relacionando-se os conceitos adquiridos em sala de aula, com as condições de trabalho humano em que esses conhecimentos são utilizados em nossa sociedade. Para caminhar com esse desígnio, dispus-me a entender a questão do cotidiano e percebi que só com a reflexão sobre ele é que poderia impedir que represente a alienação da vida cotidiana. As propostas de trabalho com o cotidiano que não se propõem a fazer emergir o extraordinário daquilo que é ordinário, não avançam e nem criam nada na direção a que me propus.

Quando se fala em trabalhar o cotidiano, os professores têm uma atitude de prevenção imediata, pois sabem que a vida de cada aluno é diferente da de outro, até em uma mesma escola. Esse conceito esconde a realidade de vivermos em uma sociedade de classes e de jovens pertencentes às diferentes classes sociais, mesmo que a ideologia interfira em sua visão de mundo, terem condições concretas de vida diferentes.

O que precisamos conhecer é a estrutura da vida cotidiana e a vivência desse cotidiano a que chamaremos cotidianidade. Esse traço permeia as classes sociais e não é característica de uma delas, é uma permanência.

Utilizaremos as categorias apresentadas por Agnes Heller. Considera o cotidiano como terreno favorável ao não esclarecimento, ao conformismo, e apresenta como categorias de análise da estrutura da vida cotidiana: a espontaneidade, o pragmatismo, o economicismo,

a fé e a confiança, a analogia, o uso de precedentes e a imitação.<sup>1</sup>

Para a autora, a espontaneidade é a característica dominante da vida cotidiana. A espontaneidade colocada em oposição ao refletido, ao planejado, ao organizado, ao estruturado. Nem toda atividade cotidiana é espontânea no mesmo nível, mas a espontaneidade é a tendência da atividade cotidiana irrefletida. É espontânea no sentido de envolver a menor energia: uma vida com ritmo fixo, com repetição das ações, a rigorosa regularidade, a rotina.

Para nós na escola, a espontaneidade aparece no sucesso dos "trabalhos para nota" que são transcrições de livros. A garantia de que está certo, pois o livro "não erra", aliado à situação de o aluno não ter que dar sua opinião e não arriscar a usar sua própria linguagem, traz a tranquilidade da nota certa. Também os exercícios mecânicos do tipo "siga o modelo acima" ou "preencha os espaços", os exercícios de nomenclatura são garantias de sucesso e dão muita segurança ao aluno por trabalharem com a repetição e a regularidade.

De acordo com Heller, essa é uma característica da vida cotidiana. Com isso não queremos dizer que precisamos refletir sobre tudo. Se nos dispuséssemos a refletir sobre o conteúdo de verdade de cada uma de nossas atividades, não poderíamos realizar nem uma pequena fração das atividades cotidianas imprescindíveis. Basta pensar na forma rotineira com que tomamos banho, sem estabelecer relação entre a oleosidade, a hidratação e os tensoativos que usamos. Ou nos perguntar como uma água sanitária, cáustica como todas, pode ter o nome de "cândida", é só um exemplo de como as palavras encobrem a realidade em nosso cotidiano não refletido.

(1) A. Heller. Cotidiano e História ( Trad. C.N. Coutinho e L. Konder, Ed. Paz e Terra, RJ, 1972) p.17 a 41

Esse é um campo muito rico para a atuação dos professores, pois muitas atividades presentes no cotidiano envolvem processos físico-químicos e bioquímicos que passam despercebidos. Como são processos vividos por todos e não refletidos, espontâneos, a reflexão sobre eles pode levar-nos a níveis acima da cotidianidade. Esse papel de questionar o porquê das opiniões, das atitudes, do comportamento, é um enfrentamento ao rolo compressor da rotina e é difícil de ser entendido pelos alunos que passam a se sentir inseguros, principalmente a como estudar para as provas.

#### O pragmatismo

Na vida cotidiana, o homem atua na base da probabilidade, da possibilidade, e entre suas atividades e as conseqüências delas existe uma relação objetiva de probabilidade. Não é possível calcular com segurança a conseqüência possível de uma ação. Entretanto, esse não é método das ciências. E como um professor de ciências frente a esse pragmatismo pode lidar?

Decorre, por exemplo, que ao se tratar de alimentos é inócuo se referir aos riscos à saúde que um aditivo químico alimentar pode ter. O argumento não pode ser em cima da questão saúde. O rapaz ao tomar um refrigerante não sente que seu esôfago está sendo ulcerado. Só com anos de "hot-dog" com coca-cola é que aparecerá um problema do qual ele não conseguirá mais identificar a causa. Dizer, em outro exemplo, que o nitrito de sódio da salsicha irá produzir a nitrosamina no estômago pela reação com aminas secundárias não convencerá ninguém a deixar de comer cachorro-quente, pois todos comem achando tão gostoso e sentem-se bem ! Por que daria um problema logo comigo?

Em nossa cotidianidade trabalhamos com o "caso-médio" e a "segurança suficiente". Trabalhamos com as considerações probabilísticas ao atravessarmos uma rua. Se fôssemos fazer todos os cálculos não conseguiríamos atravessá-la. Essa ação implica risco da ação baseada na probabilidade, mas não se trata de risco consciente e sim risco imprescindível e necessário para a vida. Ao passo que nas ciências, passos são planejados e conscientes.

#### O economicismo

A ação realizada sobre a base da probabilidade indica o economicismo da vida cotidiana. Nela, toda categoria de ação e do pensamento manifesta-se e funciona exclusivamente enquanto é imprescindível para a simples continuação da cotidianidade. Na vida cotidiana busca-se resolver os problemas com o menor desgaste de tempo e de trabalho.

A enorme profusão de materiais domossanitários que vemos atualmente oferecidos, bem como a variedade de eletrodomésticos encalhados por mau funcionamento, trabalham com o imaginário burguês da higiene e da eficiência. A partir da vivência do aluno é possível discutir de forma científica os modos de consumir uma laranja, por exemplo, a comparação entre o consumo da laranja com suas fibras em oposição ao suco coado, ou o consumo imaginário de laranja em uma forma limpa, de refrigerante sabor laranja, ou rápida de pós para refresco, de laranja.

Por esses exemplos, vemos que as idéias necessárias à cotidianidade não se elevam ao plano da teoria, do mesmo modo que a atividade cotidiana não é práxis; na atividade cotidiana é possível falar de unidade imediata de pensamento e ação. Para a autora, a atividade prática do indivíduo só se eleva ao nível da práxis, quando é

atividade humana consciente.

A fé e a confiança

Elas desempenham na vida cotidiana um papel mais importante que nas demais esferas da vida. Isso não significa que a fé e a confiança sejam aqui mais intensas que em outros campos, pois a fé religiosa costuma ser mais intensa, mais incondicional, assim como a confiança tem significação maior na ética ou na atividade política. Dado que o pensamento cotidiano é pragmático, cada uma das atividades cotidianas faz-se acompanhar por uma certa fé ou confiança.

Todo professor novo é testado pelos alunos em seu conhecimento, até que adquiram confiança. Há professores que sentem necessidade de se segurar numa apostila ou num livro didático para restringir a margem de insegurança e de perguntas dos alunos, até que esses adquiram confiança. Não estimulam a curiosidade com questões ou situações novas. Quanto mais dogmático, mais cobrará na prova a repetição idêntica ao que foi dito. Terá dificuldade para romper com essa situação. Terá confiança naquela seqüência de conteúdo como a única possível. "Já está tão bem organizada!"

Para o aluno, a confiança é fundamental, pois causaria muita tensão ficar duvidando do que o professor tem a dizer. Essa confiança tem base frágil, pois se assenta no impedimento a um pensamento divergente.

O estímulo à investigação, à autonomia, à iniciativa é postura de quem quer romper com a cotidianidade. E não se mexe com a confiança e a fé sem que haja conflito.

### A analogia

O recurso ao pensamento analógico decorre de que em nossa vida cotidiana manejamos com o singular, sempre enfrentamos situações singulares. Para resolver os problemas temos de subsmir o singular do modo mais rápido possível, relacionando-o com algo mais universal. Temos que encaixá-lo em nossa atividade cotidiana, em suma, temos que resolver o problema. Mas não temos tempo para examinar todos os aspectos do caso singular, nem mesmo os decisivos. Temos que situá-lo o mais rapidamente possível sob o ponto de vista da tarefa colocada. É assim, por exemplo, que se recorre à analogia a uma situação já conhecida.

O juízo analógico provisório é inevitável no conhecimento cotidiano dos homens, mas fica o perigo de se tornar definitivo, se cristalizar. Embora inicialmente o tratamento grosseiro do singular não seja prejudicial, pode converter-se num dano irreparável ao conservar-se após ter cumprido sua função.

Considero que o ensino mecânico apóia-se em um juízo analógico frente às situações de novos conhecimentos ou conceitos. Em suas três bases nota-se a pressa em buscar alguma universalidade.

Sua primeira base é a ênfase na classificação, no enquadramento em situações padrões. Sua segunda base é a busca de regras, sem buscar relações profundas que dêem explicações amplas, cada caso tem alguma coisa a ser decorado. Sua terceira base é a aplicação de fórmula já deduzidas para resolução de problemas. Todo trabalho se reduz a arrumar os dados para que se possa colocá-los em uma fórmula já conhecida.

A superação da cotidianidade, da alienação, envolve a dis

cussão dos dados que se têm em uma situação singular.

Se usamos apenas o pensamento analógico e não o pensamento antitético, nunca avançaremos em nosso conhecimento, pois tudo se reduz ao já conhecido, o que leva à alienação da vida cotidiana.

#### Os precedentes

Ao vivenciarmos a produção industrial em uma fábrica, nos sa tendência é explicar a situação segundo nossa visão de mundo. Acreditamos na teoria social para poder entender realmente o que ocorre. Não é apenas vendo uma realidade que tomamos consciência de la, pois a interpretamos, segundo padrões que podem provocar equívocos.

Algo parecido ocorre no caso do uso de precedente. Ele tem importância para o conhecimento da situação, é um indicador útil para nosso comportamento, para nossa atitude.

Quem já trabalhou com roteiro de laboratório para realização de experimentos, como roteiro de marcha analítica para pesquisa de cátions, percebe que poucos estudantes seguem o roteiro. A maioria fica esperando para ver o que o outro faz para fazer também. Mesmo no caso de roteiros bem feitos, bem detalhados, prefere-se a segurança de alguém que vá fazendo na frente para podermos seguir.

#### A imitação

Não se concebe vida cotidiana sem imitação. Sempre seguimos os outros, raramente fazemos alguma coisa baseados em princípios ou segundo preceitos. Naturalmente existem na vida cotidiana setores nos quais não é necessário a individualização da imitação, bem como, épocas nas quais ela se torna supérflua.

Se essa estrutura da vida cotidiana se absolutiza, encon-

tramo-nos diante da alienação da vida cotidiana. A alienação ocorre em face de alguma coisa e em face das possibilidades concretas de desenvolvimento da humanidade. A vida cotidiana, de toda realidade, é a que mais se presta à alienação.

Mas a estrutura da vida cotidiana, embora constitua campo propício à alienação, não é de nenhum modo necessariamente alienante, quando se tem a oportunidade de maior interferência na organização da vida social.

Já vimos até aqui as circunstâncias nas quais os professores, envolvidos na pesquisa em metodologia de ensino, sentem as dificuldades em delimitar um objeto de estudo. Também vimos como, ao escolherem situações da vida social, podem ser enredados pela alienação da vida cotidiana através da espontaneidade, do pragmatismo e da analogia que constituem a tendência da vida cotidiana.

O superinteressante e as informações isoladas são a outra face da moeda da não participação dos fatos da vida social. Rompendo com a cotidianidade, com a vivência alienada do cotidiano, através da reflexão sobre os fatos da vida social, o professor ainda terá outras dificuldades.

A escola, como instituição, inclui o burocrático com seus mecanismos de poder para impedir que ocorram transformações nas relações do social.

CAPÍTULO I

O LUGAR SOCIAL DA ESCOLA

## 1. A REGRA É O ABUSO

Não aprofundarei análise sociológica da instituição escolar. Já há muitos escritos sobre ela como aparelho ideológico de estado, como reprodutora das relações sociais e como legitimadora das diferenças de classe social. Vou procurar, através de duas cartas-abertas e duas notícias de jornal, passar nossa vivência do dia-a-dia e nossa relação desigual com o poder burocrático. Há uma realidade delirante em nossas escolas que se choca com nossa racionalidade e nosso imaginário de eficiência.

Faltam-me instrumentos para analisar o dia-a-dia das escolas; a literatura latino-americana do realismo-fantástico tem feito isso muito bem quando se refere a nossa realidade social e histórica.

Manuel Scorza diz à revista Status nº3, de 1974;

"Fala-se muito na fantasia da literatura latino-americana. No entanto, esse é um aspecto que os críticos não vêem bem. É certo que nossa literatura é fantástica. Mas, fundamentalmente, ela é realista — em relação a sua realidade, que é fantástica. Nossas fantasias são imensamente ativas, imensamente fortes, porque refletem uma realidade fantástica."

Os textos que se seguem relatam nossa realidade delirante. São situações de conflito com ocupantes de cargos, conflitos em que nos envolvemos em função do trabalho. Para ler os textos, como Brecht,

"Fazemos a vocês um pedido:

Considere estranho o que é comum

Julguem inexplicável o que é habitual

Sintam-se perplexos diante do cotidiano

Procurem uma saída contra o abuso

Mas não se esqueçam que a regra é o abuso "

### 1.1 A escola pública já está paga!

Começaremos por esta carta aberta escrita por M.Cristina em 5/11/85

#### A ESCOLA PÚBLICA JÁ ESTÁ PAGA !!!!! (1)

É o que diz o mentor máximo da "democracia comedida" de São Paulo. Porém vejamos como isso se reflete na prática.

VAMOS SUPOR, pois seria inimaginável que isto ocorresse em um país tão bem definido por de Gaulle, que:

PRIMEIRO: Eu tenha me proposto a alternar as quatro paredes de uma sala de aula com o fantástico hemisfério reluzente do Planetário, praticamente levado pela passagem do cometa de Halley.

SEGUNDO : Eu tenha ido ao Planetário,\* feito reserva para o dia 31 de outubro de 1985. E que, para isso tenha tomado todas as providências burocráticas necessárias para funcionar parte de uma máquina do Estado.

TERCEIRO: Eu seja professora de uma escola pública, no período noturno, e que, devido à carência dos alunos, tenha procurado uma maneira de conduzi-los desde a escola até o Planetário. E, tendo sido informada de que a Prefeitura prestava tal auxílio, cedendo ônibus, fui requisitá-lo.

QUARTO : Eu tenha levado, pessoalmente, o ofício para o Dr Iberê Bandeira de Mello, mui digno secretário dos negócios extraordinários, solicitando ônibus para conduzir 150 alunos— isso em meados de agosto de 85— não esqueçam que a visita foi marcada para o dia 31/10/85. Sendo o ofício entregue a sua secretária ou assessora, que me disse que seria informada, pelo correio, em meados ou fim de setembro— reconheço que não citou o ano— da resposta.

QUINTO : Que no início de outubro não tenha chegado até mim nenhuma resposta como havia sido prometido. E que eu tenha telefonado para saber da resposta. E que a pessoa que atendeu o telefone tenha dito que a resposta não tenha sido enviada porque o pedido só seria analisado nas semanas seguintes— ou na de 7 a 11/10 ou na de 14 a 18/10.

(1) MISSONO, M.C.D. Carta Aberta, 1985

\*N.A. Planetário: local de estudo e lazer situado no Parque Ibirapuera, na cidade de S.Paulo.

SEXTO : Eu tenha ido pessoalmente— novamente, para saber da resposta e fora informada de que tal análise só seria realizada em 25/10/85. E que, no dia 25 não tenha recebido nenhuma notificação e, por isso, tenha telefonado para saber a resposta: "Parabéns, você conseguiu 1 (hum) ônibus para levar seus 150 aluninhos".

SÉTIMO : Eu tenha bom senso e que tenha ido pessoalmente argumentar que seria, no mínimo, irresponsável ao colocar 150 alunos em um ônibus, e que não havia tempo hábil para providenciar outro transporte. E que, mais uma vez, uma das pessoas que circulam naquele setor tenha prometido que iria dar um jeito no "meu caso" e me telefonaria à noite.

OITAVO : Tendo passado dois dias, esse telefonema não ocorresse. Vamos supor também que tenha novamente tentado localizar, por telefone, essa pessoa, e que depois de passar por vários ramais tenha chegado à conclusão: "Aquela pessoa não existe", mas imaginei que tal pessoa tenha sido deslocada de seu setor para trabalhar pela democracia, em busca de "coisa séria", o que é muito comum nessa época. Vamos supor também que a última pessoa com quem falei tenha dito: -Isso é problema seu, dê um jeito!

NONO : Eu tenha, de posse de um ônibus, levado apenas 95 alunos ao Planetário, onde—supondo também, tenha sido advertido pela atendente de tal estabelecimento por só ter levado este número em lugar de 150 reservas. E que eu tenha, posteriormente, sido informada que mais duas escolas não compareceram nesse dia pelo mesmo motivo.

Ora, se vocês estiverem supondo também que eu não tenha condução própria, nem telefone em casa, imaginem o tempo e a grana que seria necessária para cumprir esta tarefa.

Agora que supuseram tudo, fica mais fácil falar que isso aconteceu de verdade.

De Gaule tinha ou não razão?

É isso aí seu Montoro— A escola pública já está paga—pa-  
ga pelos trabalhadores a um preço muito caro, pelos descasos a que fi-  
ca submetida.

Prof<sup>a</sup> Maria Cristina Duarte Missoni

EESG Prof<sup>a</sup> Zuleika de Barros M Ferreira

Vila Pompéia

São Paulo, 05 de novembro de 1985

## 1.2 Carta aberta aos professores da EEPG Prof Architiclino Santos

### CARTA ABERTA AOS PROFESSORES DA EEPG " PROF ARCHITICLINO SANTOS"

Eu, Antonio Manoel, professor de Química nesta escola no período noturno, venho através desta denunciar que fui vítima de uma medida punitiva por parte da direção desta escola.

A medida teve origem no dia 22/10, quarta-feira última, quando fui dar aula. À diferença dos outros dias, nesse eu calçava chinelos, pelo fato de meus pés apresentarem queimaduras.

Chamado à diretoria pela Diretora Assistente, prof. Regina, para esclarecer o porquê dos meus chinelos, expliquei o que havia acontecido com meus pés. Pedi a ela para transmitir a informação ao diretor. Mesmo assim ela insistiu para que eu fosse falar com ele, o que julguei desnecessário, dado que ela é a sua representante.

Entendi que tudo havia ficado esclarecido, mas não. No início da 1ª aula ( 1ª série H ) fui interrompido pelo Sr Diogo, que me informou que o prof Espedito desejava falar-me.

Desci e o prof Espedito foi-me dizendo, de forma paternal e irritada:—"Você não devia ter feito isso, você fez muito mal", e mais:—" Você não me dê mais nenhuma aula hoje e vai ficar com falta. É norma da escola, ninguém vir de chinelos, tanto professor quanto aluno. E se sofreu queimaduras nos pés, tire licença." e mais ainda : "Vamos evitar essas coisas desagradáveis, estamos no fim do ano e eu não quero dispensar nenhum professor."

Não entendi aquilo tudo no momento e saí.

No entanto, a consciência me levou a escrever esta carta e lamentar a atitude da Diretoria. Lamento ainda mais a insensibilidade desta, perante o desejo dos alunos, que foram até lá pedir que a aula continuasse.

Esta carta não tem por objetivo julgar, criticar ou ofender; apenas informar os colegas.

Os interessados podem verificar o produto da punição na página 20 do livro de ponto.

### 1.2.1 Mecanismos de poder nas sociedades burocratizadas

Nessa carta aberta de Antonio Manoel, podemos identificar alguns dos mecanismos de poder dentro da escola e de resto, de sociedades burocratizadas: a hierarquia, as normas, as sanções, a impessoalidade das relações.

Max Weber chama de burocracia a organização que tende à racionalidade integral e define a organização burocrática por um número de traços característicos.

Na carta apresentada, o professor diz ter sofrido queimaduras no pé. Tinha direito estatutário de requerer licença-médica, mas julgou que a queimadura não era de porte a impedi-lo de lecionar naquela noite, bastando apenas que, usando chinelo, não abafasse ou pressionasse com o uso de sapato e meia. Tomando tal atitude, o professor põe à mostra o que Claude Lefort considera a diferença essencial entre os professores e os burocratas que os controlam: "Os professores, como os operários de fábrica, trabalham". A burocracia não lida diretamente com objetos de trabalho, o seu papel é organizar e sobretudo controlar a execução do trabalho.

Para esse professor, o seu trabalho é, em sua vida, a atividade principal, tanto que, podendo faltar e ter sua falta abonada, não o fez. Cabe aqui um senão: dada a importância dos documentos escritos nas comunicações internas da burocracia, é mais difícil tirar uma licença-médica curta do que ir trabalhar sem condições. Licenças-médicas são concedidas pelo Departamento Médico do Estado da Secretaria da Saúde, mediante uma guia para exame médico com validade de 24 horas, expedida pela secretaria da escola, ou seja, o professor teria de qualquer modo de ir à escola buscar a guia para levá-la ao Dep. Médico no centro da cidade e marcar uma data para vol-

tar ao Dep. Médico para realizar a inspeção e aguardar a publicação no Diário Oficial do Estado. A licença-médica poderia, evidentemente ser negada, pois na data marcada para a inspeção provavelmente não restaria sinal da queimadura.

Também o resultado da punição é registrado em documento oficial, o livro de ponto à página 20. A punição é infligida pela autoridade mas não é ela quem registra e sim um inspetor de aluno/inspetor de professor que controla o livro de ponto.

Se o professor tivesse feito um requerimento por escrito, solicitando a permissão para subir à sala de aula, a história, talvez, tivesse sido outra.

Mas, o que está por trás da atitude é, em primeiro lugar, o princípio das competências da autoridade e, em segundo lugar, o princípio da autoridade hierárquica. A assistente de direção não pôde tomar posição, pois o diretor estava presente no estabelecimento. Remete o professor à posição hierárquica superior, mas aquele não vai e, pelo contrário, dirige-se à sala de aula para encontrar os alunos, a quem julga dever satisfação.

O que está por trás da atitude é, em terceiro lugar, a de sobediência às normas, vagas, de que o funcionário deve estar convenientemente trajado, norma essa do estatuto do funcionário público.

Sem considerar que para um pé queimado, o uso de chinelo é o traje adequado, vemos que o professor não era concursado, tanto que foi ameaçado de ser dispensado do serviço, com atenuante de que, em sendo final de ano, seria difícil arrumar quem o substituisse. Portanto, infringia princípio da formação profissional aperfeiçoada. Ainda era um aluno de universidade. Não chegava nem a ser um ACT, ad

mitido em caráter temporário, regido pela Lei 500/74. Era um ACE, admitido em caráter excepcional, sem nenhuma lei trabalhista. O fato de não ser concursado dava margem a não vir convenientemente trajado ao serviço, pois não era um profissional de verdade, com estabilidade no emprego, e estava, com seu traje, atingindo o "habitus" da profissão.

Antonio Manoel, de uma só vez, consegue infringir todos os traços característicos, segundo Max Weber, da burocracia como organização que tende à racionalidade integral: o princípio das competências da autoridade, o princípio da autoridade hierárquica, o caráter da importância dos documentos escritos nas comunicações internas, o caráter de que a função burocrática supõe normalmente uma formação profissional adequada. (1) Só não infringiu o princípio de que o funcionário deve considerar seu trabalho a atividade principal.

---

(1) Georges Lapassade. Grupos, organizações e instituições (trad. Henrique A.A. Mesquita. RJ: Livr. Francisco Alves, 1977) p. 271

1.3 Conselho de Escola expulsa treze alunos

FOLHA

# Conselho de Escola expulsa treze alunos mas diretor anula punição

Treze alunos foram expulsos da Escola Estadual de 1º e 2º Graus Archilicino Santos, no Parque Continental, durante a reunião extraordinária, antontem, do Conselho da Escola, por motivos que variavam de "má influência", "agressividade", "prejuízo ao bom andamento da escola", "motivos já conhecidos" a até mesmo "deficiência visual".

Ontem cedo, duas alunas — Cecília Jorqueira, 20 anos, e Patrícia Cornills, 17 — foram impedidas de renovar a matrícula para 1985. Elas foram queixar-se ao diretor Vicente Emydio Alves, 43 anos, da mesma forma que cerca de vinte pais e mães de alunos punidos. Então, o diretor admitiu que a expulsão não tinha validade e garantiu que todos os alunos serão matriculados.

## Falta de quórum

A decisão foi tomada por apenas 28 dos 68 professores lotados na unidade. E, apesar de não ter sido

homologada pelo diretor da escola — providência indispensável porque o Conselho só tem, por lei, caráter consultivo (a nova lei, que lhe confere caráter deliberativo ainda não foi sancionada pelo governador) — a secretaria já não estava aceitando, ontem cedo, pedidos de renovação de matrícula de alunos punidos.

O diretor, que convocou e presidiu a reunião do Conselho, teve de dar satisfações também a professores que não estiveram presentes à sessão e discordam das punições. Um desses professores, Mansur Lutfi, 39 anos, afirmou que a decisão do Conselho foi "ilegal pois não se encontravam presentes dois terços dos professores e a expulsão não fora precedida do relatório de uma comissão que averiguasse a possível culpa dos alunos, que teriam direito a defesa". Fora isso — acrescentou — o Conselho foi convocado "com menos de 24 horas de antecedência e não constava da

pauta a expulsão de alunos". Todas estas exigências, segundo o professor, constam do Regimento Comum das Escolas Estaduais de 1º e de 2º Graus.

## Sem conhecer

Ao final de uma tensa reunião de mais de duas horas com os pais, professores e alunos, o diretor decidiu revogar as expulsões. As matrículas dos alunos atingidos começaram a ser feitas ontem mesmo.

Vicente Alves garantiu que irá deferir "todos os pedidos de matrícula". Justificou-se, ainda, alegando que "não votou" pela expulsão dos treze alunos por não conhecer vários deles. E classificou de "um absurdo" que professores que também não conhecem todos os alunos envolvidos tenham votado pela exclusão. Na reunião com os pais, assistida por repórteres, o diretor chegou a admitir que "o procedimento do Conselho não estava legalmente correto".

São sutis as formas de excluir alunos de uma escola. Comumente são tais que os próprios alunos assumem a auto-exclusão, e vamos assistindo à silenciosa evasão/exclusão durante o ano. Quase nunca ficamos sabendo as causas da desistência. O número de faltas vai aumentando, até que o aluno deixa de vir às aulas. Esse processo se acentua no 3º bimestre, quando sente que não aguenta o sacrifício e as notas estão caindo. Assim se exclui a maior parte dos que não se adaptam à escola. Ninguém se sente responsável pela situação. Mas se, chegando o final do ano, ainda restar indesejáveis que não se enquadram nas normas, desaparece a sutileza e os mecanismos de exclusão se fazem explícitos: primeiro retenção pelo conselho de classe e segundo, a expulsão pelo conselho de escola.

(1) "Conselho de Escola expulsa treze alunos mas diretor anula punição". FOLHA DE SÃO PAULO, 15 de dezembro, 1984, p.34

## 1.3.1 Suspensa a expulsão de 13 alunos

28 — O ESTADO DE S. PAULO

16-12-84

## Suspensa a expulsão de 13 alunos

O diretor da Escola Estadual "Prof. Architiclino Santos" no Parque Continental, Vicente Emygdio Alves, depois de uma reunião ontem de manhã com professores e pais de alunos, revogou a decisão do Conselho de Escola de expulsar 13 alunos por "indisciplina", "má influência" e "motivos já conhecidos". Eles já puderam ontem mesmo fazer suas matrículas, e o caso dos três deficientes que estavam na lista também foi esclarecido.

Segundo Núbia Rossetti, vice-presidente da Associação de Pais e Mestres, a reunião do Conselho de Escola foi ilegal: "O Colégio tem 67 professores e a lei pede a presença de dois terços deles nessas reuniões. E nessa reunião havia apenas 28". Para Núbia, a elaboração da lista "foi arbitrária porque não foi feito com esses alunos nenhum trabalho de avaliação". Ela acrescentou que muitos professores votaram pela expulsão de alunos que eles nem conheciam.

O diretor Vicente Emygdio Alves, que presidiu a reunião do Conselho de Escola, defendeu-se dizendo que não votou "por ser novo na escola (está lá desde maio) e não conheço todos os alunos".

Entre os 13 alunos que inicialmente tiveram suas matrículas recusadas no "Prof. Architiclino Santos", estão três deficientes. Um deles, Pêrsio Pereira de Souza Júnior, de 16 anos, é cego. Segundo a mãe de Pêrsio, Dagnar Caminhoto, a notícia "me surpreendeu, mas agora já está tudo esclarecido". Ela esteve com o diretor e ouviu dele a explicação de que os alunos deficientes não foram expulsos, mas seriam orientados a procurar uma escola especializada para eles. Dagnar entrou em contato com o Serviço de Educação Especial do Estado, e há possibilidade de ser criada uma sala especial na própria escola onde Pêrsio estuda.

Uma das mães de alunos expulsos da escola, Maria Tereza Lage Berkowitz, estava indignada com a expulsão de seu filho Maurício: "Não houve justificativa, eu nunca fui chamada para reclamações e agora sou surpreendida com esta notícia". Maurício está no 2º colegial e na lista dos nomes a justificativa da expulsão é "motivo já conhecido", que ninguém soube informar qual é.

A Associação de Pais e Mestres pediu a impugnação da reunião do Conselho de Escola e a convocação de um novo conselho, onde professores, pais e alunos possam estar presentes, "para que haja uma retratação e reparos dos danos morais causados aos alunos", segundo a vice-presidenta Núbia Rossetti. Todas essas reivindicações foram atendidas pelo diretor da escola, Vicente Emygdio Alves.

É nesse quadro de:

- 1- professores que não convivem ao lado do diferente, sempre considerado deficiente ou com distúrbio;
- 2- direção sobre a qual é colocada a responsabilidade pelo que ocorre na escola, e que se vê na contingência de impedir que ocorra qualquer coisa que fuja ao seu controle;

(1) "Suspensa a expulsão de 13 alunos" O ESTADO DE SÃO PAULO, 16 de dezembro, 1984, p.28

3-delegacia de ensino e divisãõ regional de ensino, onde se unem car\_ gos de confiança partidária de deputados com opçãõ de professores de não mais trabalhar em sala de aula.

4- ATPCE, assessoria responsável pela distribuiçãõ das verbas, que não considera as escolas como unidades de despesa e muito menos de orçamento, e, portanto, não financia qualquer projeto autônomo das es\_ colas.

É nesse quadro de controle e paralisia que aparece cons- tantemente profissionais da educação que , "mal informados", preten- dem fazer com que a escola funcione com outra finalidade, e que os a lunos participem, vivenciem situações de aprendizagem.

## 2. A OUTRA <sup>MESMA</sup> ESCOLA

O ensino de química é pensado tendo-se como referência uma escola que está no imaginário das pessoas. É a escola disciplinar, constituída de alunos abstratamente iguais e ávidos de conhecimento. Nela, o ensino ocorre em uma seqüência organizada de informações não conflitantes.

Quando se pensa em uma boa escola de 2º grau, é naquela em que o professor tem quatro aulas semanais por classe e na qual os alunos competem entre si no interesse pela matéria; estudam fora do horário de aula e resolvem os problemas numéricos que os professores propõem. Nessa escola, as aulas de laboratório são fora do horário, em outro período, e têm um professor à parte.

Os professores das escolas comuns acham que esse perfil corresponde à realidade dos colégios privados, que trabalham com classe média alta, e às escolas técnicas federais.

Não são nessas escolas que se busca a transformação. Os professores não se propõem a modificar a seqüência de conteúdos ou realizar inovações metodológicas, pois a situação já corresponde à ideal e é aceita por direção, pais, professores e alunos. O que se busca aí, talvez, seja maior eficiência na transmissão das informações e no relacionamento.

Por sua situação salarial, por seu tipo de compromisso com a escola e pela diversidade de patrões, não havia um movimento sindical de professores de escola particular combativo. Só recentemente, tendo ocorrido um grande achatamento salarial, a partir de 84 começou a haver uma organização maior desses professores, embora a procure-se mais a saída individual, pela mudança de profissão.

Situação bem distinta aparece nas escolas que trabalham com alunos de outras classes sociais, em especial no curso noturno das escolas públicas e supletivos da rede particular. Aí, uma situação paradoxal acontece: o abandono (em termos econômicos, mas não o controle) da escola pública, dá margem ao surgimento de titubeantes experiências educacionais isoladas, que ciclicamente aparecem, se desenvolvem, são boicotadas, morrem. E vão ressurgir em outras escolas...

As tentativas de mudança da prática docente nas escolas públicas no final da década de 70, fizeram parte da luta pela redemocratização, assim como a organização política e sindical dos professores em todo o país: APEOESP, UTE-MG, CEPERS, CPB, etc.

Essas tendências, tanto o crescimento da organização dos professores, quanto das mudanças das relações professor/aluno e professor/prática docente foram frustradas pela transição conservadora que o país atravessa.

As escolas que têm uma situação mais favorável não colocam para si a questão da produção do conhecimento, em especial o conhecimento químico. É consenso que isso não diz respeito ao professor que leciona química.

No breve período entre 78 e 84, houve uma efervescência. Nas escolas pudemos observar um despertar para a responsabilidade social do químico e preocupação com o uso e apropriação do conhecimento. Apareceram propostas que falavam de ecologia, detergentes, usinas nucleares, aditivos alimentares, petróleo, álcool, domos sanitários.

Este trabalho a ser exposto se insere nesse quadro histórico e pressupõe que o ensino de química pode desvelar ou esconder a produção, apropriação e uso do conhecimento químico em nossa sociedade.

A organização básica do conteúdo, como é hoje ensinado em química, foi estabelecido na França do século XIX e segue campos historicamente delimitados: química inorgânica; físico-química; química orgânica. O ensino de química analítica fica restrito às escolas técnicas de química; e o de bioquímica é suprido pela biologia. Uma química "geral" trabalha, na verdade, com os modelos de estrutura atômica e de ligação química, classificação dos elementos e as leis das combinações químicas. Dentre esses ramos, apenas a química analítica qualitativa trabalha com um método, o método analítico, relacionando as informações. Os outros trabalham informações isoladas, numa completa dissociação do processo entre a produção de conhecimento (pesquisa), transmissão de conhecimento (ensino) e emprego do conhecimento (tecnologia).

Entender as transformações sociais, econômicas e políticas ocorridas no século XIX torna-se necessário para compreendermos as transformações que a química sofreu e como a ciência está integrada a todo processo de transformação, não a colocando como um corpo isolado, de fora, mas como algo interno, não negando que tanto as transformações fora do campo estritamente científico a influenciaram, assim como o desenvolvimento científico levou a outras transformações.

### 3. OBJETOS CROMADOS ( NEM TUDO QUE RELUZ É OURO ) E ENSINO DE QUÍMICA NA ESCOLA PÚBLICA ( NEM TUDO... )

Este trabalho tem o objetivo de registrar o trabalho em esla pública de 2º grau, diurno e noturno, no que se refere ao ensino de química. Significa uma tentativa de ruptura com um ensino de perfil positivista. Rompe com o hegemônico no que esse tem de dissociado da produção e da utilização do conhecimento químico. Rompe com o hegemônico no que esse considera o conteúdo como elenco de itens a serem ensinados, sem que haja qualquer fio condutor entre eles. Rompe com o tradicional no que esse apresenta a ciência como revelada.

Em nosso trabalho buscamos fazer com que a indústria brasileira, participante de uma economia capitalista dependente, forneça os dados de como o conhecimento que os alunos de 2º grau estão adquirindo, está sendo utilizado. Com as limitações que a própria situação da escola pública nos impõe, nesse momento de profundo desprestígio, procuramos construir uma situação de ensino que desse direção a todas as informações isoladas e carentes de significado, sem dimensão histórica, que um ensino que vê a química isolada procura passar.

O que o trabalho tem de inovador é não utilizar processos industriais como exemplos a serem citados como explicação. Utiliza-os como temas geradores de referência constante.

A discussão da moral técnica no mundo capitalista será feita relacionando-se o trabalho de laboratório didático com o trabalho na produção de uma indústria de galvanização de peças. A técnica e a ciência dentro da escola serão confrontadas com a tecnologia empregada na produção dos equipamentos na indústria.

Quando pensamos em ensino de ciências, consideramos aquela situação ideal onde haja um compromisso entre cinco enfoques, representados pelas cinco situações abaixo, em que aluno e professor se situem:

a .situações de imprevistos, de surpresa, de descoberta. As ciências só têm sentido porque as coisas não são evidentes, não são dados do bom senso. Quando, por exemplo, juntamos 50 ml de água a 50 ml de álcool etílico e não obtemos 100 ml da mistura, essa contração de volume, imprevista, surpreendente, não pode ser compreendida só pela observação e sim por uma teoria sobre a natureza das ligações intermoleculares. Por não serem dados do bom senso não podem ser trabalhados em função de probabilidade, espontaneidade, de fé;

b .situações de transmissão de conhecimentos já acumulados em uma química descritiva que relacione informações isoladas;

c .situações em que se aprenda a manusear uma aparelhagem, desde o bico de Bunsen e tubos de ensaio até as técnicas de titulação, destilação e refluxo. Situações em que se façam necessárias medidas, que se tenha dados quantitativos;

d .situações em que se saia do raciocínio puramente analítico, em que se reconheça hoje, como é usado o conhecimento das propriedades das substâncias.

e .situações em que se relacione dialeticamente o surgimento de teorias e pesquisas, com necessidades econômicas e sociais, para que, percebendo que são construções humanas, deixem de ser alienantes.

Se, a Educação em Química tem esses aspectos que possibilitariam, aliada a outros conteúdos curriculares, uma visão de conjunto da sociedade em que vivemos e do trabalho das pessoas, então por que isso não ocorre?

"É indubitavelmente próprio de toda instituição escolar ,  
 ..., inculcar um conjunto de hábitos e de disposições morais e, é a  
 través disso mesmo, que ela transmite explicitamente conhecimentos;  
 mas pelo fato de aqueles destinados a exercer funções de concepção,  
 de direção e de autoridade não poderem e nem deverem ter o mesmo "ha  
bitus" que seus subordinados, a missão moralizadora de que se incumbe  
 m as escolas profissionais...não poderia deixar de diferir profunda  
 damente da missão que devem cumprir as instâncias de ensino mais al  
 tas."(1)

Pelos comentários da maioria dos professores, vemos que  
 eles se propõem na escola pública, em especial no noturno, a passar  
 uma moralização, uma domesticação, dos que se situam numa posição  
 inferior na hierarquia social; têm que formar indivíduos "decentes"  
 e não "grossos", que escrevam "bem", "corretos" e não "relaxados" ,  
 "convenientes" e não "questionadores".

A Escola, instituição por excelência da transmissão da or  
dem e da disciplina, da inculcação da obediência à hierarquia e às  
 autoridades; dos ritos, das fraudes por colas, da repetição, da có-  
 pia; práticas básicas da vida cotidiana alienada, não pode cumprir  
 a função de trabalhar ciência e arte, pois essas exigem curiosidade,  
 experimentação, originalidade, inspiração, concentração, liberdade,  
 dedicação...

Mas a Escola, local de conservação, é também local de ruptu  
ra. No momento mesmo em que escrevo, os professores de escola pú-  
 blica estadual de São Paulo estão em seu 30º dia de paralisação das

---

(1) L. Boltanski. "Prime éducation et morale de classe". Cahiers du Cen  
tre de Sociologie Européenne. Paris: Mouton, 1969. p.25

aulas.

Os responsáveis pela inculcação da obediência, desobedecem. Sendo proibida a greve no serviço público, fazem greve. Sendo proibida a sindicalização do servidor público, organizam-se em entidades até mais representativas que a maioria dos sindicatos. Sendo proibida a manifestação pública em locais não pré-determinados pelo governo, concentram-se em frente ao Palácio do Governo...

Como uma categoria predominantemente feminina, que tem a submissão introjetada, consegue enfrentar o poder burocrático armado com a Polícia Militar, cães e cavalos?

Como pessoas que conseguem romper com tantas barreiras para reivindicar seus direitos podem retornar às salas de aula e não refletir sobre seu papel?

Claude Grignon em *L'Ordre des Choses*, estudando a moral técnica a partir das escolas de ensino técnico na França, discute a linguagem técnica ressaltando o "desenvolvimento do gosto pela expressão e pela palavra certa, pela exatidão e pela precisão; enquanto que os alunos estariam inclinados, em virtude de sua origem social, a um uso "selvagem" do sistema linguístico ou seja, a utilizar espontaneamente formas e combinações "incorretas" se bem que possíveis e funcionais, o ensino tende a inculcar-lhes o respeito à norma" (1) Ao aprenderem uma linguagem técnica, aprendem a objetividade da linguagem; uma linguagem apenas descritiva, não se admite outra. A linguagem descritiva se por um lado força a observação do que ocorre, por outro impede um levantamento de relações.

O relatório é um registro que constitui o exemplo limite de uma aprendizagem técnica, que se reduz a uma inculcação moral, um

(1) Claude Grignon. *L'Ordre des Choses* : les fonctions sociales de l'enseignement technique, (Les Editions de Minuit, 1971)

ma vez que tal esforço é dirigido no sentido de forçar os alunos a se desfazerem de seus modos de falar ingênuo." O universo proposto aos alunos é tão desprovido de ceticismo, de casuismo, de nuances e de fantasia quanto isento de acaso o mundo da mecânica."(1)

A disciplina na escola e no trabalho tem por finalidade o aumento do rendimento. No trabalho, a disciplina é estabelecida pelo ritmo das operações a serem realizadas: manuais, mecânicas ou automatizadas. Na escola a disciplina é dada pelos questionários de história, geografia, ciências; pelos exercícios numéricos de matemática, física e química; pelos exercícios gramaticais de português e inglês; pelos exercícios físicos e pelas regras dos jogos na educação física. A tudo isso acrescentam-se as avaliações muito frequentes. As avaliações têm mais a função de manter a disciplina em sala de aula, a autoridade do professor, do que realmente avaliar o conhecimento dos alunos. Mesmo ao preço de uma sobrecarga enorme de trabalho extra-classe, não remunerado, os professores passam seus fins-de-semana corrigindo provinhas que garantem a atenção às explicações dadas em sala de aula. Evidentemente há muitos outros professores que usam corretamente o momento de avaliação.

A domesticação dos corpos jovens, como diz M. Foucault, realizada pela escola interessa muito mais ao capital que qualquer conhecimento que por acaso os alunos tenham adquirido. Essa postura diante das tarefas é a maior contribuição que a escola pode dar às outras instituições disciplinadoras. É claro que a disciplina pessoal e grupal é uma necessidade tanto na vida doméstica, social, partidária, de um laboratório de pesquisa. É a disciplina como controle social, como manutenção da ordem vigente, a analisada.

(1) Claude Grignon . op.cit.p.46

#### 4. LAMENTAÇÕES

Uma das principais lamentações dos professores de Química é o número reduzido de aulas semanais, em média 100 min no diurno e 80 min no noturno. Para qualquer que seja a técnica de ensino usada esse tempo é exigido. Para quem trabalha com exercícios, mal dá para dois exercícios por aula. Para quem quer realizar experimentos, só é possível aqueles de tubo de ensaio; o tempo de montar uma aparelhagem ultrapassaria o tempo de aula. Para uma discussão mais profunda, conceitual, não se consegue avançar.

Procurando otimizar o tempo, é costume o professor pedir aulas duplas, que realmente rendem mais, com a desvantagem de só se ter contato com os alunos de uma classe uma vez por semana, o que inviabiliza qualquer tentativa de curso concatenado. O curso de química, e de outros conteúdos são praticamente modulares. Foi abolida a expressão "— Conforme vimos na aula anterior..." Parte dos alunos não estava na aula anterior, e a parte que estava não se lembra do que foi dito há uma semana atrás, ou duas semanas...

A isso se contrapõem as poucas escolas particulares que têm quatro ou mais aulas de química semanais, e até aulas práticas, fora do horário, se bem que desvinculadas, pois até os professores são outros, geralmente menos experientes.

Três aulas semanais seria um número suficiente, mas extrapolaria a carga horária semanal dos alunos nas Escolas Públicas de 2º grau que é de 30 aulas no diurno e 25 no noturno ( neste caso excluída Educação Física)

As conseqüências mais graves do número reduzido de aula não são os conhecimentos que deixam de ser vistos, e sim que as aulas passam a ser mais dogmáticas, pois não há tempo para discus -

são, nem clima de organização para isso. As afirmações não são justificadas, as passagens na resolução de questões são omitidas, não são desenvolvidos raciocínios, não se sabe o porquê das técnicas usadas em laboratório.

Compare essa situação relatada com Questões Contemporâneas de Renan, publicado em 1868, e citado em A Reprodução:

"Duas vezes por semana, durante uma hora, o professor teve que comparecer diante de um auditório formado ao acaso, composto amiúde, em duas aulas sucessivas, por pessoas completamente diferentes. Teve que falar sem se preocupar com as necessidades especiais dos alunos, sem se preocupar com o que sabiam, com o que não sabiam. (...) As longas deduções científicas, que exigiam acompanhamento de toda uma série de raciocínios, tiveram que ser abandonadas (...). Aberto a todos, transformados em teatros de uma espécie de concorrência cujo fim é atrair e reter o público, que são os cursos superiores assim compreendidos? Exposições brilhantes, "recitações" à maneira dos declamadores da decadência romana (...). Essa porta que sempre bate, esse vai-e-vem perpétuo, esse ar desabusado dos auditores, o tom do professor, quase nunca didático, essa habilidade em encontrar os lugares-comuns mais sonoros que nada ensinam de novo, mas que fazem inevitavelmente explodir os sinais de concordância — tudo parece estranho e inaudito". (1)

---

(1) E. Renan, Questions contemporaines, (Calmann-Lévy : Paris, 1868) p. 90-91. In Pierre Bourdieu e J-C Passeron, A Reprodução. (Francisco Alves : Rio de Janeiro, 1975) p. 133.

## 5. O QUE NÃO SE APRENDE NO LABORATÓRIO

O equipamento de um laboratório didático de uma escola de segundo grau não-técnico deve ser simples para, nos experimentos, se evidenciar a transformação que está ocorrendo, sem se dispersar a a tenção com a complexidade da montagem do equipamento.

O equipamento, por mais simples que seja, tem um preço. E tanto na Universidade quanto no Colégio o aluno recebe o equipamen- to para trabalhar e não tem noção nem do preço nem do local onde se possa adquirir. Nas Universidades são os departamentos de compra que fazem esse papel. Nas Escolas Estaduais tem variado a forma com que esses equipamentos chegam.

Houve época em que chegavam caixotes com material, que eram colocados embaixo de alguma escada. Quase não havia na escola quem soubesse usá-los e a rotatividade de professores impedia, pelo tempo reduzido no estabelecimento, que chegassem a se interessar.

A partir de 1976, a Secretaria da Educação do Estado de S Paulo se reestruturou e foi criada, entre outros órgãos, a CENP — Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Foram elaborados, pa- ra todos os conteúdos curriculares, sugestões que receberam o nome Guias Curriculares, e no caso de Química, foram complementados com roteiros de experiências. Os professores que fizeram o curso de trei- namento nas experiências descritas, receberam um caixote com os e- quipamentos necessários para a reprodução dessas experiências.

Assim, é fácil constatar, nas Escolas Estaduais de São Pau- lo, um amontoado de equipamentos a espera de quem os utilize.

São as APMs, quando não os próprios alunos, pela maior a- gilidade, os que garantem a aquisição de bujões de gás, tubos de en- saio, estantes, béqueres, cilindros graduados, ácido clorídrico, al- cool etílico, sulfato de cobre II, sulfato de zinco, termômetros...

A partir de '87, as Delegacias de Ensino tornaram-se unidades de despesa, o que significa que poderão fazer compras. Até essa data, eram as Divisões Regionais de Ensino que adquiriam as mercadorias e as remetiam às escolas, dentro de um orçamento anual.

A tabela de preços de material usado no laboratório\* foi construída a partir do coletado na FUNBEC, Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências, situado no campus da USP em São Paulo e que tem uma metalúrgica própria em Barueri-SP.

Temos tido muito problema com a qualidade do material vendido por eles, principalmente as ferragens: mufa e pinça para mufa que se partem ao serem apertadas, bico de Bunsen que dão vazamento de gás.

Os alunos são bem cuidadosos com os equipamentos. Raramente há quebra, e, em geral, quando isso ocorre é por problema do material.

Os termômetros costumam dar problema de descontinuidade no filamento, o que os inutiliza; os bicos de Bunsen costumam dar vazamento, mas sempre os alunos, do noturno principalmente, os desmontam e os regulam. Sempre há aqueles alunos desinteressados pela aula, mas interessadíssimos em consertar e mexer nas coisas do laboratório. Eles desmontam o bico, acertam os orifícios de saída de gás, desentopem-nos, regulam as mangueiras com braçadeiras, até conseguir fazer a chama ficar forte e azul e terminar com os vazamentos. Atitude bem diferente de nós, no tempo em que cursávamos a faculdade; quando um bico dava problemas, pedíamos outro no almoxarifado!

\* Anexo 5.4

## 6. O MICROPODER NA REDE FÍSICA

A avaliação não é um processo individual e sim coletivo. Envolve além dos alunos, o conjunto dos professores da classe. Para esse trabalho conjunto foi instituído o Conselho de Classe, através do decreto nº 10623, de 26/10/77, que se refere ao Regimento Comum das Escolas Estaduais do Estado de São Paulo; e o Decreto nº 11625, de 23/05/78, que é o Regimento Comum das Escolas de 2º Grau. É o momento em que se revelam as diferentes posturas educacionais presentes em uma mesma escola.

É um momento de muito conflito na Escola, pois, como se irá analisar o fim de um processo, sem que se tenha pensado todo o processo? A avaliação no Conselho de Classe final decide a vida escolar de uma pessoa. Sua promoção ou retenção por mais um ano. Muitas vezes a retenção significa a interrupção definitiva da vida escolar, pois, ao se separar de seu grupo, sua turma, o aluno perde o clima, "o pique" de estudo. Poucos profissionais têm um poder tão grande sobre a vida de outra pessoa como os professores; e esse poder de decisão tem sido usado com muita arbitrariedade.

Principalmente os conselhos bimestrais são momentos de conflito entre professores. Os modos de avaliar, geralmente são coerentes com o tipo de aula: os que dão aulas baseadas no preenchimento de espaços em branco, em exercícios padrões, em testes de múltipla escolha, em exercícios de certo ou errado, em exercícios do tipo siga o modelo acima, não poderá exigir na prova que o aluno faça uma redação, analisando e fundamentando ponto de vista polêmico, que analise opiniões divergentes, que expresse suas opiniões. E vice-versa. Então, o que se vê nos Conselhos de Classe é:

ou um momento em que por quinze minutos verifica-se a situa

ção de toda uma classe, preocupando-se apenas com quem está sem média; ou, horas para cada classe, com discussão até depois da meia-noite, com análise detalhada dos motivos pelos quais alguns alunos apresentam dificuldades de convivência ou problemas de aprendizagem. E o que fazer com o professor que, apoiado no Regimento, insiste em reprovar, sozinho, alunos que o grupo de professores julga em condição de cursar a série seguinte?

As dificuldades que enfrentamos para tornar mais responsável a avaliação e o conselho de classe são: a recusa dos professores em permitir a presença dos alunos, mesmo adultos, em conselho; a disparidade de visões de Educação entre os professores de uma mesma classe; a falta de critérios homogêneos e conhecidos de avaliação; a falta de Direção que possa cobrar as decisões tomadas em dias de planejamento, quanto ao andamento da vida da escola.

A alienação do aluno em relação a sua vida escolar começa quando não lhe é apresentado, no início do ano, nem o conteúdo nem o critério de avaliação de cada componente curricular; prolonga-se pela inexistência efetiva de representação discente nas decisões sobre a administração e se completa na não participação no conselho de classe em que estão sendo avaliados. Nessas condições, mesmo com alguns professores querendo, os alunos não querem participar de conselhos.

Quando se rompe essa alienação, e os alunos começam a participar das discussões sobre o dia-a-dia da escola, pressionam os professores e podemos ter decisões como a da página seguinte, registradas no período noturno, durante um período de maior participação dos alunos, em abril de 1986, em uma escola estadual.

6.1 Decisões da reunião de professores, em 16-04-86

1. As decisões e discussões de todas as reuniões devem ser encaminhadas aos alunos nas aulas;
2. Os Conselhos de Classe desse período dar-se-ão com a participação dos alunos;
3. A presença dos alunos nas aulas deve ser avaliada e acompanhada. Os alunos serão orientados.
4. Quando as decisões anteriores são criticadas, devem ser retomadas e rediscutidas para nova decisão;
5. Todo professor em todas as classes apresentará aos alunos sua posição quanto ao trabalho, à avaliação, à organização e comportamento;
6. A avaliação bimestral dos alunos deve ser discutida, definindo-a como qualitativa e não essencialmente quantitativa. As atividades devem ser bem distribuídas, sem acúmulo no final do bimestre;
7. Deveremos fazer reuniões com pais e alunos do noturno, por séries;
8. Com as classes discutir situações de indisciplina.

Por algumas dessas conclusões podemos ver que a realidade da Escola está aquém do que a própria legislação indica, como esses itens do Regimento Comum:

Artigo 81, § único- Na elaboração dos instrumentos (de avaliação), deverá ser observada a norma da preponderância dos aspectos qualitativos do aproveitamento sobre os quantitativos.

Artigo 83- Os resultados da avaliação do aproveitamento deverão ser sistematicamente registrados, analisados com o aluno, e sintetizados num conceito único, bimestralmente enviado à Secretaria e comunicado aos pais ou responsáveis.

## 7. A EDITORAÇÃO DO LIVRO DIDÁTICO DE QUÍMICA

Os livros didáticos de química mais usados, no segundo grau no Brasil, são oriundos das apostilas de cursos preparatórios aos vestibulares para universidades, ou de cursos de madureza e supletivos de segundo grau. São os casos dos livros dos autores Antonio Lembo e Antonio Sardella, Ed. Ática, e Ricardo Feltre, Ed. Moderna.

Eles seguem o mesmo esquema de autores hoje fora de catálogo, como Victor Nehmi, da Ed. Nobel, Setsuo Yoshinaga, da Ed. Espelho, Geraldo C. de Carvalho, da Ed. Nobel, que dominaram o mercado na década de '70, sucedendo a Waldemar Saffioti da Cia. Ed. Nacional, na década de '60.

Por sua própria origem, esses livros didáticos têm o caráter de resumo de matéria, de revisão do que deveria ter sido visto, pois se destinava ao público dos cursinhos.

Segundo dados da Assessoria Técnica de Planejamento e Controle Educacional, ATPCE-SE, de 1985, houve aumento do 2º grau noturno nas escolas públicas, e que, no Estado de São Paulo, no noturno, (1) estão matriculados 2/3 do total de alunos do 2º grau estadual.

A partir de dados como esse, houve uma mudança editorial em relação ao livro didático. Para escolas com clientela de maior poder aquisitivo, com maior número de aulas de química semanais, editaram-se livros com mais texto, mais explicativos, em três tomos. Para supletivos, escolas noturnas públicas ou não, que têm duas aulas semanais de química, publicaram-se livros em um único volume, de matéria resumida, já que o poder aquisitivo era baixo e os alunos não conseguiriam comprar os três volumes, e porque nenhum professor da-

---

(1) Célia Pezzolo de Carvalho. O último trem parte às 19 horas. (Cadernos CEDES, nº 16. São Paulo : CortezEd., 1986) p.5

ria o conteúdo correspondente. Entre as publicações do primeiro caso estão os textos de Vera Lúcia D. de Novais, da Atual, 1985, e o de Carmo Gallo Netto, Ed. Scipione, 1986. No segundo caso, estão Ellie Politi, Ed. Moderna, Antonio Carvalho & Magno, da Nacional. É interessante notar que a mesma editora lança os dois tipos de livro didático.

O livro didático de química tem caráter hegemônico no quadro de ensino brasileiro. Mesmo que, em função do preço, não seja adotado pelo professor, será ele quem indicará a seqüência de conteúdo, a técnica de aula e os objetivos do componente curricular.

O professor o usa, ditando a matéria ou transcrevendo-o na lousa. São dos livros didáticos os exercícios propostos e os exemplos ilustrativos.

As tentativas de romper com esse quadro ficam por conta de instituições que procuram produzir projetos de ensino com enfoque bem distinto do apresentado pelos livros didáticos. Entre os mais conhecidos temos as Unidades Modulares de Química, de Angélica Ambrogi, Elena Versolato e Júlio Cezar F. Lisboa, do CECISP, 1986, 4 volumes, a Coleção Ensino de 2º Grau, de Otávio A. Maldaner, Unijuí Ed., 1986, e outros em fase de elaboração e testes como PROQUIM e GEPEQ.

Mas esses projetos não chegam a arranhar o domínio de livros, como os de caráter de resumo de informações e ênfase em exercícios de fixação, pouco conceito e muito cálculo, como o da Editora Ática que diz para o volume 1, que tem 178 exemplos, 109 exercícios resolvidos, 1666 exercícios propostos. E nenhuma experiência!

São autores que conseguiram construir um curso de química em que os fatos experimentais não existem! Evidentemente, como no exame vestibular não há fase prática, as editoras acham que os livros

não têm porque trazer esse aspecto.

Mas como aprender química sem manusear as substâncias? Só inventando outra química! E é isso que foi feito. Um curso de cálculo em cima de problemas pretensamente químicos. Um curso de nomenclatura de compostos químicos!

Esse é o caso do ensino de Química Orgânica, centrado no aprendizado de regras de nomenclatura. O aluno decorará milhares de nomes de compostos químicos com os quais jamais terá contato em sua vida, mesmo que siga a profissão de químico. Terá de decorar não só nomes oficiais, estabelecidos pela IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry, usados principalmente nos compostos de estrutura mais complexa, como decorará os nomes usuais desses compostos e, em alguns casos, terá também que decorar nomes especiais.

É preciso salientar que saber dar nome a composto químico não é saber química. Saber nome ajuda, mas o que interessa é conhecer o comportamento das substâncias, como reação, e isso o aluno jamais saberá de verdade, enquanto não observar o comportamento dela ou de outra semelhante.

### 7.1 As classificações e enquadramentos

Outro recurso para ocupar a cabeça do aluno com inutilidades se dá na tentativa de classificações. É aí que se revela mais o formalismo dos livros didáticos.

Vejam a classificação dos ácidos. Segundo esses livros, ela se restringe a tarefa inútil de querer classificar os ácidos, segundo aspectos que já estão evidentes nas fórmulas deles.

1º critério: Presença de oxigênio na molécula.

Hidrácido, o elemento oxigênio não está presente na fórmula.

Ex. HCl H<sub>2</sub>S

Oxiácido, o oxigênio é um dos constituintes da molécula.

Ex.  $\text{HNO}_3$  e  $\text{H}_3\text{PO}_4$

Essa classificação é inútil, pois não acrescenta nada às informações que a fórmula já fornece, ou seja, se há oxigênio ou não na molécula do ácido. Não informa sobre sua ação química.

2º critério: Número de elementos químicos na molécula.

Binário, quando é formado por dois elementos, Ex.  $\text{H}_2\text{S}$

Ternário, quando é formado por três elementos, Ex.  $\text{HCN}$

Quaternário

Essa classificação não tem nenhum interesse prático, já está evidente na fórmula a informação, e portanto, não será utilizada em nenhum estudo posterior.

3º critério: Presença de carbono na molécula.

Inorgânico, não tem carbono

Orgânico, tem carbono

Encaixa-se nas críticas anteriores, com o agravante de não resolver a situação de classificação para ácidos como  $\text{HCN}$  e  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , que são inorgânicos.

4º critério: Número de hidrogênio ionizáveis na molécula

monoácido,  $\text{HBr}$

diácido,  $\text{H}_2\text{SO}_4$

triácido,  $\text{H}_3\text{PO}_4$

poliácido,  $\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$

As fórmulas estruturais dos ácidos, evidenciam pela diferença de eletronegatividade, se os hidrogênios são ionizáveis ou não.

5º critério: Força dos ácidos

forte,  $\text{H}_2\text{SO}_4$

médio,  $\text{H}_3\text{PO}_4$

fraco,  $\text{H}_2\text{S}$

Até para esse critério de classificação, cuja informação

não está escrita na fórmula e depende de um teste como o de passagem de corrente elétrica por sua solução, os livros textos propõem um método baseado na diferença entre o número de oxigênios e hidrogênios presentes na fórmula química, em vez de propor uma prática!

Mas para se entender como esse diagn.óstico tão evidente se perpetua, basta relacionar sua rigorosa regularidade, sua rotina, seu ritmo fixo, sua repetição das ações, com a tendência à espontaneidade da vida cotidiana irrefletida, característica dominante nela.

Em nenhum momento os livros didáticos analisados põem o aluno na situação de, frente a um conjunto de informações, relacioná-las e produzir um conhecimento novo. Isso, que é a essência das ciências, está impossibilitado de se realizar. São dadas informações prontas, fechadas, sem relação com o processo histórico em que surgiram, e de uma forma dogmática, que é o oposto do que se entende por comportamento científico.

## 7.2 Modelos, a fé na imagem

Outro aspecto que revela a origem desse material didático é a seqüência do conteúdo apresentado. Começam, todos eles, com os modelos para estrutura atômica e modelos de ligação química.

Só é possível se interessar e entender um modelo depois de se ter acumulado uma quantidade tão grande de informações e dúvidas sobre o comportamento das substâncias, que se justifique um modelo para explicar aqueles comportamentos.

O aluno, com 15 ou 16 anos, está entrando na 1ª série do segundo grau. Provavelmente desconhece o comportamento das substâncias, e pelo tipo de curso que lhe será ministrado, jamais as conhecerá, e, no entanto, lá está ele aprendendo modelos atômicos. O professor está se propondo a uma missão muito difícil, a de tirar dúvidas de quem não as têm!

Como em seu desenvolvimento cognitivo, sua capaci

dade de abstração só se revela a partir de muito trabalho com o concreto, transformará aquele conceito extremamente abstrato, de orbital atômico, em algo concreto, com o qual ficará desenhando e brincando com as regras de distribuição eletrônica no átomo, dando a ilusão ao professor de que está aprendendo.

A classificação periódica dos elementos químicos, uma brilhante síntese dos conhecimentos, organizada por Mendeleev, em 1869, é jogada para os alunos da 1ª série na unidade 3, ou seja, aquilo que, para o aluno que tivesse contato com substâncias químicas, seria uma ferramenta importante para entender o comportamento de elementos semelhantes, passa a ser um tormento para aquele que terá que decorar se o volume atômico cresce da esquerda para a direita e de cima para baixo. Ou seria justamente o contrário?

Mas tudo isso sempre legitimado no final do capítulo por testes de vestibulares de anos anteriores, a lembrar ao aluno que essas inutilidades são úteis.

### 7.3 Conhecimento sem história

As leis ponderais e volumétricas, a partir das quais foi possível estabelecer as bases da Química como ciência quantitativa, são colocadas em livros didáticos com uma função distinta. Apenas para exercícios de cálculo, com os quais alunos não conseguem entender os conceitos envolvidos, limitando-se a decorar regras. Sem ter os conceitos de pressão, mol, número de moles e massa molar, o aluno resolverá os problemas de Lei Geral dos Gases, pois decorou a fórmula  $PV = nRT$  e aprendeu a fazer substituições.

Tudo é apresentado como lógico, evidente, desde a Lei de Conservação das Massas até as Teorias Atômicas e Moleculares, sem mostrar que o real é o contrário disso. Essas teorias vieram se contrapor ao que era evidente e de bom senso na época. As teorias

leis aparecem nos livros didáticos como coisas naturais, sem mostrar a luta que houve para se impor, e contra que idéias dominantes.

Esses livros didáticos caem em terreno fértil. Professores carentes de informação têm nos livros sua segurança, textos que não explicam e exercícios já resolvidos. Para quem não tem tempo de preparar aulas de laboratório, é apresentado um livro exclusivamente expositivo.

Para os alunos que não aceitam esse curso, onde não é possível aprender, tem-se o alibi de que se está preparando para o vestibular. Para os professores que têm que corrigir milhares de provas, ele traz os exercícios numéricos que basta ver a resposta, sem ler a resolução do problema ou texto que o aluno escreva. O professor que quiser controlar a disciplina através da nota, poderá dar muitas provas no bimestre!

## 8. POR QUE O LABORATÓRIO DIDÁTICO É INSUFICIENTE?

Comparando-se o trabalho em laboratório didático de química com o trabalho de uma indústria, vemos que o segundo levanta problemas que o primeiro não apresenta:

a compra de reagentes, equipamentos e processos;

a gerência e administração do tempo;

o custo do produto final;

a saúde e segurança ocupacional;

a situação do mercado;

o espaço social;

faz-nós pensar por que determinada técnica é utilizada e não outra que seja mais segura, menos poluente, mais eficiente.

Essa relação: aulas de química—trabalho em indústria é conflituosa :

Não estaríamos complicando inutilmente?

Não estaríamos desviando o objetivo do curso?

Não estaríamos dispersando?

Não estaríamos impedindo os alunos de passar pelo vestibular?

Muitas vezes nos perguntam se não seria suficiente para aprender química, aquela prática que apresenta o conhecimento já organizado, em forma de blocos ou módulos, numa complexidade crescente, com ênfase nas regras de nomenclatura, na fixação de fórmulas pela resolução de exercícios numéricos e na memorização de alguns conceitos.

A química assim ensinada cumpre a função que é exigida da escola numa sociedade de classes: legitimar as desigualdades sociais, através do desempenho escolar diferenciado.

Três situações mostram claramente como e porque não podemos nos restringir ao que o índice de um livro didático propõe:

nem a pesquisa científica nem a produção industrial utilizam esse conhecimento;

a maioria dos estudantes, mesmo os que se tornarão universitários, jamais utilizará esse conhecimento;

o tipo de questões e o fim a que se propõe o vestibular, selecionam pela origem familiar os destinos pessoais (1)

A alienação do professor pelo trabalho em um cotidiano não refletido, cheio de ritos em sala de aula, com o pragmatismo de quem repete até oito vezes por dia a mesma aula, nos faz entender porque esse quadro se mantém por tantos anos, e como é difícil rompê-lo.

Neste trabalho procurarei estabelecer os vínculos entre o que ocorre dentro da indústria de eletrodeposição de metais e o dia-dia de um professor de química e os alunos da 1ª série do 2º grau.

Na primeira parte considerarei o espaço social no qual se dá a galvanização de componentes de objetos. Procurarei, através das ações cotidianas, considerar o capital como a relação entre os proprietários de instalações, máquinas, reagentes, e os que põem esses equipamentos para produzir, através de um modo eficiente, a "technè!"

Mas essa técnica estará associada à ciência, e um novo capital se estabelece na relação entre as empresas que vendem a nova maneira de se produzir e aquelas que compram essa inovação, a tecnologia.

---

(1) Daniel Bertaux . Destinos Pessoais e Estrutura de Classe. Para uma crítica da antroponomia política. (Zahar Ed. Rio de Janeiro, 1979. Trad. Maria José da Silveira Lindoso.) p.40

O conhecimento químico apropriado privadamente será ressaltado, principalmente no que se refere à técnica envolvida nos banhos de revestimento.

Na segunda parte do trabalho, estabelecerei como ocorreu a produção social do conhecimento químico, que sofreu depois apropriação privada. Trabalharemos os métodos básicos da aquisição de conhecimento em química, o cartesiano e o analítico. Faremos isso construindo passo a passo os conhecimentos empíricos e conceituais necessários à realização do processo de eletrodeposição de metais, a galvanoplastia.

No quadro da página seguinte está urdida a trama de conceitos, processos e fatos da química a serem trabalhados durante a 1ª série. Esse quadro não segue a ordem cronológica do curso, mas liga os conceitos mais gerais, como energia elétrica, condutores, dielétricos, metais, eletrólitos aos processos envolvidos na eletrodeposição, como galvanização, niquelação, decapagem, polimento, desengraxe, cromeação. É possível estabelecer mais ligações que as representadas, mas isso foi omitido em favor da clareza.



## CAPÍTULO II

O MODO CAPITALISTA DE PRODUÇÃO DE OBJETOS E COMPONENTES GALVANIZADOS

## 1. OS MODOS DE PRODUÇÃO E DE CONSUMO CAPITALISTAS

Ao propormos o título para esse capítulo, revelamos que estamos estudando uma indústria que produz materiais presentes em nosso cotidiano e simultaneamente estamos revelando que os objetos são construídos, têm uma história, que são resultados de trabalho de homens em sociedade. Opomo-nos a uma postura de aceitação acrítica dos objetos em nossa vida.

Objetos e componentes, para serem produzidos, envolvem uma técnica específica, em constante mudança, cujo estudo fará a ligação com o ensino de química.

O que explicará porque se usa determinada técnica e não outra, o que determina as condições de salubridade, o que determina a posição de uma indústria e sua vinculação com as demais e a posição de seus produtos no mercado, será dado por um conceito, que é o de modo de produção, e "quando se trata de produção, trata-se da produção em um grau determinado do desenvolvimento social, da produção dos indivíduos sociais".(1)

Um produto não caracteriza um sistema econômico. Apesar de não haver uma relação biunívoca entre o produto e a produção, pois farinha de trigo pode ser produzida nos diversos sistemas econômicos, escolhemos um produto que por sua especificidade bem caracteriza o modo capitalista de produção industrial.

---

(1) Karl Marx . Para a Crítica da Economia Política. Trad. José Arthur Giannotti e Edgar Malagodi, in Manuscritos Econômicos-Filosóficos e outros textos escolhidos. 2 ed.— São Paulo: Abril Cultural, 1978 ( Os pensadores).p.104

"A produção não produz unicamente o objeto de consumo, mas também o modo de consumo, ou seja, não produz só objetiva, mas subjetivamente. A produção cria o consumidor!"(1) Portanto, mesmo que os produtos a serem estudados possam ser encontrados em locais com modos de produção diferentes, eles terão lá um outro modo de consumo.

Se as contradições presentes na parte reproduzem as contradições presentes no todo, o estudo e análise detalhados das relações de produção, presentes numa indústria de pequeno porte, como as galvanizadoras, poderão nos fazer entender a sociedade em que vivemos e sobre ela organizadamente atuarmos.

#### PARA ALÉM DO QUE VEMOS

Todos nós, professores de Química, temos como uma das nossas preocupações, tentar levar alunos a visitar indústrias para que saibam como se dá o aproveitamento do conhecimento químico em nossa sociedade.

Tanto na Universidade, como no Segundo Grau, visitamos indústrias. Algo que nos chama a atenção é como nessas visitas nos entretemos tanto com o processo de produção, com as etapas do desenvolvimento dos produtos, com os problemas técnicos e de mercado e com o controle de qualidade. E como não nos preocupamos com aqueles que estão produzindo, com as condições de trabalho, com a salubridade, com a periculosidade dos processos, com os salários. Parece que nem há gente envolvida nele. E menos ainda nos preocupamos com a questão do capital, da sua apropriação e reprodução. E por que isso? Por que nos identificamos mais com os empresários que com os trabalhadores?

---

(1) Id. , p.106

Como sabemos que a escolha de uma técnica e não de outra depende também de fatores externos ao desenvolvimento tecnológico, envolvendo questões de pagamento de "know how", de custos de matéria-prima, de exigências de mercado; então deveremos conhecer a empresa como um todo e não nos isolarmos na técnica, até mesmo se nossa preocupação principal fosse apenas ela. A técnica não se explica sozinha.

Após tentarmos, através de um roteiro de visita, compreender a empresa como um todo, ainda esbarramos num problema. Apesar de vermos a situação e termos os dados, a nossa ideologia nos impede de enxergar a realidade, e os dados são decodificados segundo nossa visão de mundo.

É preciso um trabalho de análise e relacionamento de dados, comparação entre diversas empresas e entrevistas com trabalhadores, pesquisadores e estudos sociológicos para que se possa desideologizar as informações e possamos realmente entender as relações envolvidas na indústria.

## 2. CONCRETO: SÍNTESE DE MÚLTIPLAS DETERMINAÇÕES

Na elaboração de um roteiro de visita à indústria, teremos como objetivo coletar dados que possam transformar a idéia vaga do que seja indústria, em algo próximo do concreto. Sendo o concreto a síntese de múltiplas determinações, precisaremos saber quais são as determinações e como levantá-las.

Poderemos considerar como determinações maiores, além de tempo e espaço, a técnica, a mão-de-obra, o capital e o mercado. Poderemos investigar essas determinações através de quatro questões, respectivamente:

Como se produz?

Quem produz?

Com que se produz?

Para quem se produz? (1)

Consideramos que para conhecer a realidade de um espaço social, precisamos conhecer as contradições nele presentes. Como método de trabalho, portanto, iremos conduzir o roteiro de visita com questões que possam nos informar a respeito dos conflitos de interesses presentes em cada subdivisão.

Dentro de cada uma dessas categorias é necessário saber quais os itens que mais contribuirão para que se dê a concretização do que é essa indústria e, no nosso caso particular, saber como o conhecimento químico na escola e na indústria se relaciona a nível de sociedade, de tecnologia, de mercado, de ciência.

Nesse relatório-síntese vamos trabalhar com informações coletadas em cerca de trinta indústrias galvânicas situadas predomi

---

(1) Mansur Lutfi. Aditivos em alimentos como proposta para o ensino de Química no segundo grau. (Dissertação de Mestrado). Unicamp. 1982 p.287

nantemente nos municípios de São Paulo e Osasco. Isso em função da escola de segundo grau em que trabalho situar-se no Parque Continental, subdistrito de Butantã, na divisa com o município de Osasco.

Preferimos não trabalhar com os dados de uma única indústria na elaboração desse relatório, que será então a síntese dessas trinta indústrias visitadas pelos grupos de alunos de 1ª série de segundo grau. Poderemos comparar os dados sem nos preocupar em estabelecer generalizações. Vamos nos referir a cada uma delas especificamente no caso de situações particulares e falaremos genericamente no que tiverem em comum.

Nesse trabalho, um grupo de quatro a cinco alunos pesquisa uma indústria galvânica diferente. Para cada item: capital, mão-de-obra, técnica, mercado, elaboramos uma sugestão de roteiro de entrevista com questões no nível de alunos de primeira série do segundo grau.

### 3. ROTEIRO DE VISITA ÀS INDUSTRIAS

### 3.1 Com que se produz?

Queremos saber que conflitos de interesses existem entre essas empresas e os fornecedores de matéria-prima (capital de giro) e máquinas (capital imobilizado). Como estão inseridas no espaço urbano. Suas relações com a vizinhança e com o meio ambiente.

#### AS INSTALAÇÕES

- a. Qual o endereço? O que existe nas vizinhanças das instalações?
- b. Qual o valor das instalações?
- c. Quais as dimensões das instalações? E do terreno?
- d. Esboçar a planta do local onde se faz a galvanização.
- e. Qual a origem da empresa?

#### AS APARELHAGENS

- a. Dê o nome das máquinas mais importantes.
- b. Qual o valor atual e qual o seu tempo de uso?
- c. A empresa possui veículos?
- d. Desenhe os retificadores e os transformadores.

#### A EMPRESA

- a. Que tipo de sociedade é a empresa?
- b. No caso de ser uma S/A, quais os principais acionistas?
- c. Qual o capital em ações?

#### AS MATÉRIAS-PRIMAS

- a. Quais são os principais reagentes? Como são estocados?
- b. Quais as peças de reposição mais frequentes?
- c. Quem são os fornecedores de reagentes? De processos? de peças?
- d. Valor de alguns componentes e reagentes.

### 3.2 Quem produz?

#### 1. CARACTERÍSTICAS DA MÃO-DE-OBRA

Considerando-se cada função separadamente, dê:

- a. Faixa etária. Há menores trabalhando?
- b. Sexo
- c. Nível de instrução e habilitação técnica exigidos

#### 2. CONDIÇÕES DE SALUBRIDADE

Descrever, após observação direta, as condições de:

- a. Luminosidade, umidade, temperatura, ventilação, exaustão
- b. Ruído, pó em suspensão, vapores tóxicos, substâncias irritantes
- c. Os operários recebem adicional de insalubridade?

Quanto? Por que?

#### 3. CONDIÇÕES DE PERICULOSIDADE

- a. Como é feita a segurança de cada máquina?
- b. Como se dá a segurança individual?
- c. Como é a segurança do processo?
- d. Os operários usam uniformes, roupas ou equipamentos apropriados?
- e. Como funciona a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes?
- f. O que se faz em caso de acidente?

#### 4. CONDIÇÕES DE REMUNERAÇÃO

- a. Qual é a remuneração em cada função? Quantas horas de trabalho?
- b. Qual é a forma de pagamento?
- c. Qual o sindicato correspondente à categoria?
- d. Qual é a época do dissídio?
- e. A empresa usa hora-extra? Por que?
- f. Qual o salário-base da categoria?
- g. Os operários têm despesas com alimentação, transporte e uniforme?

#### 5. OUTRAS QUESTÕES

- a. Onde os operários fazem as refeições?
- b. Onde moram? Que meio de transporte utilizam?
- c. Como são as instalações sanitárias?
- d. Como é a organização interna da produção?
- e. Como se estabelece o ritmo do trabalho?
- f. Quais os problemas em relação à mão-de-obra?

### 3.3 Como se produz?

#### DECAPAGEM

- Dê o esboço do recipiente em que se faz a decapagem.
  - Qual a técnica empregada para a decapagem?
  - Qual o tempo desse banho?
  - Quais os reagentes usados? Em que concentração?
  - Dê os dados técnicos do processo:
7. Há algum modo alternativo para realizar essa operação?

#### DESENGRAXE

- Dê o esquema do aparelho, os dados técnicos e o tempo da operação
- Quais os solventes usados para tirar a graxa?
- Há processos alternativos? Quais? Qual o melhor? Por que?

#### POLIMENTO

- Dê o esquema do aparelho, o tempo dessa operação e os dados técnicos do polimento.
- Observe e descreva essa operação.

#### COBREÇÃO ÁCIDA , COBREÇÃO ALCALINA, NIQUELAÇÃO, CROMEAÇÃO

Para cada um desses processos dê:

- Esquema do aparelho, dimensões do tanque e seu revestimento ;
- Soluções usadas e suas concentrações ;
- Características dos eletrodos ;
- Tempo do processo e temperatura dos banhos;
- Dados de medidas elétricas: intensidade de corrente, tensão, densidade de carga, tipo de corrente ;
- Reações de oxi-redução envolvidas ;
- Aditivos usados: molhadores, abrilhantadores ;
- Quais os fornecedores de processos químicos?

### 3.4 Para quem se produz?

COMO É O MERCADO ?

- a. Quem são os compradores no mercado interno?
- b. Qual a produção dia/mês?
- c. Como é feito o escoamento da produção?
- d. Como é feita a propaganda?
- e. Como é estabelecido o prazo de entrega?

CONTROLE DE QUALIDADE

- a. Há laboratório na empresa?
- b. Que testes são feitos? Quem estabelece os padrões?
- c. Que reclamações são mais frequentes?

COMO SE DETERMINA O PREÇO DO PRODUTO?

- a. Existe tabelamento de preço? Quem faz?
- b. Qual a forma de determinar o preço do produto?
- c. Que dependência existe entre a empresa e os compradores?
- d. Como está hoje, a situação em relação ao mercado?

## RELATÓRIO DE VISITA À GALVANOPLASTIA ELABORADO POR ALUNOS

Nas páginas seguintes será apresentado o relatório de uma visita realizada em novembro de 1988 a uma indústria de autopeças, situada na Av. dos Autonomistas, bairro de Quitaúna, Osasco-SP. Essa empresa cromeia bagageiros, travas de segurança e outras peças.

O trabalho foi realizado por quatro alunos:

Cristiano Montilha, 16 anos, mora no bairro de Presidente Altino;

Adriane Hatanaka, 15 anos, mora no Jardim Guadalupe;

Ivana Fernanda Correia, 17 anos, mora em Pres. Altino;

Marisa Lezdkalns, 17 anos, mora no Jardim Ester.

São alunos da 1ª série C do 2º grau, diurno, da EEPSC Prof. Architiclino Santos, no Parque Continental, pertencente à 14ª Delegacia de Ensino da Capital, e moram na cidade de Osasco.

Assim como esse, outros grupos de alunos estão visitando outras indústrias galvânicas, trazendo informações diferentes, que, em sala de aula, são comparadas e discutidas.

#### 4. RELATÓRIO DA VISITA À GALVANOPLASTIA ELABORADO PELOS ALUNOS

#### 4.1 Introdução

Adriana, Cristiano, Ivana, Marisa

O movimento não é tudo, mas tudo é MOVIMENTO.

Na partícula, no fragmento, no conjunto. PESQUISAR é uma forma de movimento. É como um meio de aprendizagem. É assim, ao al cance de todos. A MENTE é o instrumento. Conhecendo e APRENDENDO. De repente, percebemos que deve-se ter uma preocupação inteira com o meio ambiente e os SERES humanos, dando-nos mais condições de vida. Vai tudo mal com os números, promessas e a própria linguagem econômica. A saída é ter idéias, ir à luta. Não é possível todo mundo ir para o campo, todo mundo virar microempresário ou abrir uma GALVANO PLASTIA. Daí a necessidade de um manual de sobrevivência NA SELVA da grande cidade, dedicado aos mutantes que se adaptam às duras con dições e, ao mesmo tempo, tentam mudá-las com criatividade querendo VIVER. Cultura? OH, YES! Nem tudo é cultura, mas não se vai tirar o revólver CROMEADO cada vez que se ouve a palavra. Além de aprender, a gente quer COMIDA, REFLEXÃO E ARTE, um caminho na metrópole do 3º mundo. Do buraco negro para a supernova: uma longa viagem.

## 4.2 A técnica de produção em galvanoplastia

CRISTIANO MONTILHA

Ao chegarmos à Róbus, fomos atendidos por uma jovem que, depois de esperarmos um bocadinho, nos encaminhou para uma sala onde estava o Sr Romano, que nos recebeu muito bem e mandou chamar o Edson. Ficamos esperando uns cinco minutos até que ele apareceu. Então nos encaminhou ao local onde é realizada a galvanoplastia.

Primeiramente, Edson nos levou a uma pequena sala onde é feito o corte e a prensa da peça em seu estado mais primitivo, ou seja, ela estava em forma de barras cilíndricas de 3 metros de comprimento por 4 cm de diâmetro. Em seguida a peça é levada para ser lixada e polida para produzir bagageiros.

Finalmente fomos levados ao local onde era feita a galvanização das peças. Edson pegou uma peça de ferro para nos demonstrar como é o processo de galvanização. A peça estava banhada em um pequeno tanque com óleo, colocou-a em uma pequena caixa com serragem, logo após pendurou a peça a dois eletrodos de cobre, catodo e anodo ligados a uma fonte de corrente contínua, para desengraxe eletrolítico. Depois mergulha-se a peça no tanque de desengraxante de soda, que serve para tirar qualquer gordura da peça. O banho desengraxante é feito de cianeto e soda.

Logo após, mergulha-se a peça em um tanque de água para lavar e depois em um tanque de ácido sulfúrico diluído para neutralizar, e mais dois de água.

A decapagem remove a ferrugem,  $Fe_2O_3$  segundo a equação:



Aqui não é feita a decapagem porque a peça é polida no local da cromeação, e não dá para a peça se oxidar.

Colocamos a peça em um tanque de cobre alcalino, que é uma solução de água, cianeto de sódio e cianeto de cobre:

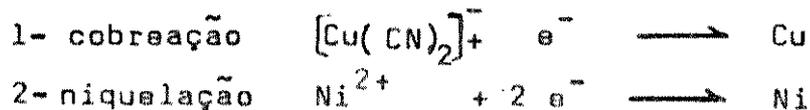


Retiramos e colocamos em um tanque de níquel que contém : cloreto de níquel, ácido sulfúrico e sulfato de níquel. Nesse tanque a peça não pode ser deixada sozinha senão ela estraga, podendo ficar no máximo um minuto no tanque.

Finalmente coloca-se a peça no banho de ácido crômico. Ela fica por um minuto. Em volta do tanque de banho de crômio tem eletrodos de chumbo e em cima desse tanque tem um exaustor, pois ele libera um gás que é prejudicial à saúde.

Os tanques têm aproximadamente um metro e meio de comprimento e um metro e meio de largura. Têm capacidade para um pouco além de 500 litros. A temperatura do banho fica entre 40 e 45 °C e a densidade de corrente fica entre 2,5 e 6 A.dm<sup>-2</sup>. Todos os tanques são revestidos de PVC.

Reações que ocorrem nos banhos:



A conclusão a que chego, vendo a galvanoplastia e todos os seus processos, é que não é um trabalho muito simples, pois os banhos são muito bem cronometrados. Se uma peça ficar mais tempo causa prejuízo, e se ficar menos tempo a peça sairá com defeito. Também a parte de desengraxar, se não for bem feita irá descascar a peça.

Todas as etapas para a cromeação da peça, além de enfeitar, também conserva, e esse processo de galvanização é muito importante.

### 4.3 A mão-de-obra na indústria galvânica

IVANA FERNANDA CORREIA

A Róbus Cia Ltda é uma pequena empresa de galvanização em auto-peças, que está há 18 anos no mercado. Ela conta com um quadro de 24 empregados, divididos em 5 setores:

setor de galvanoplastia.....	5
setor de polimento e prensa..	4
setor de embalagens.....	4
cozinha e refeitório.....	3
escritório.....	6
faxina.....	2

No quadro de empregados temos homens e mulheres trabalhando. Na maioria homens. Há mulheres na cozinha, na faxina e uma secretária. Segundo o Sr. Romano, " com esses novos direitos das mulheres na Constituinte, a empresa tem muito prejuízo empregando mulheres, principalmente grávidas".

A faixa etária dos empregados está entre 25 e 30 anos, sem contar o office-boy que tem 17 e a secretária que tem 21 anos.

A maior parte do pessoal é registrada, mas não tem todos os seus direitos ditados por lei. Férias e décimo-terceiro todos os têm garantido. São filiados ao Sindicato dos Metalúrgicos de Osasco. O Sindicato tem uma colônia de férias e para esta é descontado 1% do salário, sem contar o time de futebol que é formado nessa firma.

A firma não se responsabiliza pela condução de seus empregados, alguns moram nas proximidades, outros usam o transporte coletivo. Uma facilidade é que a empresa fica ao lado da Estação Co -

mandante Sampaio, da FEPASA.

Existe na empresa uma cozinheira que faz a comida para o pessoal do escritório, mas os operários levam marmita de casa, a não ser que queiram ser descontados no salário. Não há uma boa qualidade em seus alimentos e sim quantidade, de vez em quando !

A firma não tem convênio com nenhum hospital e alguns empregados são descontados do INAMPS. Antes de contratados, os empregados são submetidos a um contrato de experiência que tem no máximo 90 dias, mas não são devidamente pagos, ganham uma quantia simbólica. Se aprovados, são contratados.

Pode-se dizer que os empregados não ganham bem, de acordo com o que trabalham. Varia entre 30 e 50 mil por mês, recebem no 15º do mês.

Como a firma é pequena, não tem muita segurança no setor de galvanoplastia, a segurança do operário é apenas um avental e uma bota, os que trabalham com máquinas usam só um óculos.

No setor em que trabalham esses indivíduos, a iluminação consiste em um bico de luz em cada tanque e um em cada máquina. Há muito gás e por isso existe um exaustor. A temperatura é meio alta, os gases existentes são sufocantes mesmo com o ambiente arejado.

Pode-se concluir que a mão-de-obra não é muito valorizada, e sim aproveitada. Como é uma empresa pequena e os lucros não são muitos, o dono da empresa paga pouco visando ao seu próprio lucro. Deveria haver uma valorização maior dos "direitos humanos" da classe operária.

#### 4.4 O capital em uma indústria galvânica

MARISA LEZDKALNS

O prédio onde se situa a Róbus é alugado, tem mais ou menos 1 000 m<sup>2</sup>. Não tem área livre, sua construção está muito desgastada, pois só teve uma reforma ao longo de seus 18 anos de existência.

A localização da Róbus é muito boa para ela porque está em excelente ponto comercial e industrial de fácil acesso.

Suas máquinas já estão bem velhas, algumas já sofreram reparos, mas essas máquinas dão conta do negócio. A firma possui:

uma máquina para lixar

uma máquina para polir

três prensas

duas máquinas de corte

dois tanques desengraxantes

um tanque de cobreação

um tanque de niquelação

um tanque de cromeação

A matéria-prima utilizada é fornecida pela Colombina

fone 268-5222, no Jaguaré.

Aqui estão os produtos e seus respectivos preços por kg.

ácido bórico granulado.....	US\$	1.40
ácido bórico em pó.....	US\$	1.99
ácido clorídrico 37% .....	Cz\$	245,00
ácido sulfúrico PA.....	Cz\$	195,00
hidróxido de sódio 50%.....	Cz\$	375,00

hidróxido de sódio 98% .....	Cz\$ 750,00
ácido muriático.....	Cz\$ 108,00
ácido nítrico 36%.....	Cz\$ 135,00
cianeto de sódio.....	Cz\$ 5.200,00
cianeto de potássio.....	US\$ 6.50
sulfato de cobre .....	US\$ 1.95
sulfato de níquel.....	Cz\$ 3 110,00
ácido crômico.....	Cz\$ 5 950,00
percloroetileno.....	Cz\$ 1 536,00
tricloroetileno, argentino.....	US\$ 2.35

Como os produtos são muito caros o lucro não é razoável.

A firma é uma Sociedade Limitada e possui apenas dois donos, sendo o Sr José Romano o sócio majoritário. É uma firma 100% nacional.

Como conclusão penso que os lucros dessa firma é proporcional ao seu tamanho, os produtos comprados são muito caros mas há uma boa circulação do capital, pois vende-se muito.

O único problema que achei quanto ao imóvel é ser alugado e parte do lucro vai no aluguel que corresponde a Cz\$ 350 000,00, e isso não é bom para uma firma daquele porte, mas é uma firma bem estruturada.

#### 4.5 O mercado para os produtos de uma indústria galvânica

ADRIANE HATANAKA

A Róbus Ltda é uma indústria metalúrgica de pequeno porte voltada para o mercado interno. Atualmente participa com uma pequena parcela no mercado do Estado de São Paulo, nos próximos anos pretende ampliar sua participação.

Não há publicidade devido a sua produção restrita, somente para atender clientes tradicionais. Não possui filiais.

O transporte dos produtos para o cliente é feito através de veículos próprios, sendo um caminhão Mercedes-Benz 608, duas kombis e uma perua Fiorino.

A Róbus estabelece seus preços baseado em sua estrutura de custos, acrescentando uma margem de lucro de 40% aos produtos fabricados por eles. Quando o cliente faz sua compra à vista a firma lhe dá 30% de desconto. Quando algum produto tem muita concorrência no mercado, a firma realiza uma pesquisa e abaixa os preços para não perder seus clientes. Com isso a firma vem mantendo uma produ - ção estável ao longo de seus 18 anos de existência (1970).

Nesse ramo existem centenas de concorrentes de pequeno porte e dezenas de médio porte, mas isso não chega a preocupar a firma, pois o mercado é bastante extenso.

As peças feitas são vendidas somente por atacado para os distribuidores com os preços que serão citados abaixo, que por sua vez colocam as peças no mercado:

## BAGAGEIROS:

Fusca, Opala, Brasília.....	Cz\$ 14 200,00	3,55 OTN
Caravan, Belina, Parati, Marajó.....	Cz\$ 15 320,00	3,83 OTN

## GAVETAS PARA TOCA-FITAS:

com frente.....	Cz\$ 2 000,00	0,50 OTN
sem frente.....	Cz\$ 2 100,00	0,50 OTN

Depois de prontas, as peças são embaladas em caixas de papelão com o logotipo da empresa e guardadas em uma sala fechada e sem umidade, depois colocadas em caminhões para serem distribuídas.

Como a empresa já tem clientes estáveis, então a comercialização é feita por uma pessoa que recebe mensalmente os pedidos de compra.

Com tudo o que podemos ver a firma é bastante estável, porisso seu lucro não varia muito, seus clientes já são certos, tem uma boa margem de lucro, só que sua construção é bastante precária, mas nem por isso seus produtos deixam de apresentar excelente qualidade.

A única falha é o salário de seus funcionários, pois é um processo muito trabalhoso e eles ganham pouco. Outro aspecto é que eles deveriam tomar mais cuidado com seus produtos químicos ao jogarem fora.

#### 4.6 Comentários a respeito das informações e conclusões dos alunos

Por um lado se conseguiu que , em termos de conhecimento químico, os alunos estivessem preparados para realizar a visita, tanto que, com sua linguagem própria, conseguem com segurança, passar para o papel, o relato do que viram e anotaram.

Por outro lado, só com a reflexão sobre as informações obtidas, comparadas com as de outros grupos da classe, que visitaram outras empresas, e apoiados em uma visão sobre o modo de produção capitalista, e buscando os conflitos de interesse existentes na sociedade, é que se poderá desilogizar as informações e tentar entender as questões sociais envolvidas.

A partir dos relatórios de visitas a trinta indústrias feitas por grupos de alunos, contando eventualmente com a presença do professor, foi possível elaborar os texto a seguir que analisam o modo capitalista de produção de objetos e componentes galvanizados.

Agradeço especialmente às químicas, Dr<sup>a</sup> Arline S. Abel Arcuri e Tereza Carlota Pires Novaes, da FUNDACENTRO, Fundação Jorge D. Figueiredo, do Ministério do Trabalho, São Paulo, e à dermatologista Dr<sup>a</sup> Núbia Rossetti, pelas indicações bibliográficas referentes às questões de saúde ocupacional.

Agradeço também ao químico, Dr Francisco di Giorgio, da Divisão de Metalurgia do IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, de São Paulo, pela revisão das informações relativas às técnicas de galvanização; e ao Prof. Newton Bryan pela bibliografia sobre inovações tecnológicas.

5. COM QUE SE PRODUZ ?

## 5.1 O espaço social

Na zona oeste, nas proximidades do Instituto Butantã, iniciava-se uma estrada que atingia o município de Itu, atravessando os atuais municípios de Osasco, Carapicuíba, Barueri, Santana do Parnaíba, Pirapora do Bom Jesus, Cabreúva e Itu; era a chamada Estrada Velha de Itu.

Na década de 60, os 6,3 km iniciais, situados no município de São Paulo receberam o nome de Av. Corifeu de Azevedo Marques, tornando-se um eixo residencial e comercial de função não especializada, prevalecendo o pequeno comércio e os ferros-velhos. Poucas eram as indústrias e agências bancárias.

Em suas imediações se organizaram grandes loteamentos na década de 60: Jardim Bonfiglioli, Parque Continental, Jardim Rizzo, Vila Gomes, Vila Indiana, mas excetuando-se o J. Rizzo e o Lageado, o lado direito da avenida é ocupado por amplas áreas não residenciais. No seu início está o bosque do Instituto Butantã, seguido pelo campus da USP no seu trecho central, vindo a seguir o quartel do 16º Batalhão da Polícia Militar. Após a Av. Jaguaré há uma pedreira desativada e barracões do Grupo Votorantim.

Essa situação faz com que ela não cruze com nenhuma grande avenida em toda a sua extensão. No seu trecho final há dezenas de terrenos ocupados como depósitos de ferro-velho de automóveis e por firmas de acessórios de autos.

É desse eixo que provém grande parte dos alunos da escola estadual situada no Parque Continental e que realizaram as pesquisas constantes desse relatório.

### AS GALVANIZADORAS

Nos números 1316 e 1328 da Av. Corifeu, há uma indústria expremida entre construções vizinhas. É a Nakahara, Nakabara & Cia

Ltda em cujo letreiro coberto de fuligem de trânsito se lê: cromação em plásticos e metal—banho de ouro, cobre e níquel brilhante—galvanoplastia em geral. Com suas portas dando diretamente para a calçada, esconde em seu interior um ambiente escuro e ruidoso.

No número 3672, abaixo do nível da Av. Corifeu, em um terreno de 10 mil m<sup>2</sup>, cercado de hibiscos e jerivás; com alambrado de tela pajé; revestido de tijolinhos de cerâmica, está outra indústria que trabalha com o mesmo processo que a primeira e se chama TERGAL S/A.

escala 1cm=250m



## 5.2 O capital imobilizado

Edifícios e obras civis; Máquinas e Equipamentos; Instalações; Móveis e Utensílios; Veículos; Terrenos; Obras em Andamento,

Vamos considerar a Tergal S/A como exemplo de indústria galvânica, para sabermos como são as instalações de uma indústria desse tipo, apesar de ela ter dimensão superior à média.

As instalações da Tergal ocupam 8,4 mil m<sup>2</sup> de um terreno de 10 mil m<sup>2</sup>, tendo à esquerda a Têxtil Marlita e à direita um conjunto de prédios de apartamentos residenciais.

Entre seus equipamentos mais importantes estão os retificadores de corrente, com entrada de 220 mil volts. A necessidade de retificadores de corrente se dá em função de o processo de eletrodeposição necessitar de corrente contínua, no caso, a intensidade da corrente é de 20 mil ampères. Politrizes de 10 HP de potência também fazem parte da maquinaria, com elas vai-se polir as peças metálicas que, sendo lisas, garantirão um melhor acabamento na eletrodeposição.

A Tergal S/A, embora seja uma das maiores do ramo, é apenas a 70ª do subsetor de autopeças e carroçaria do Brasil, o que dá uma idéia de quão pequenas são as indústrias galvânicas.

No balanço de dezembro de 1985 ela apresentava:

patrimônio líquido.....	209,72 mil OTN
capital imobilizado.....	148,84 mil OTN
investimentos.....	67,75 mil OTN

Obs. Em janeiro de 1989, pelo câmbio oficial, 1 OTN equivalia a US\$ 6,17.

### 5.3 O capital de giro

ESTOQUES: produtos acabados; produtos em elaboração; matérias-primas almoxarifado de manutenção,

CAPITAL CIRCULANTE: caixa e bancos; títulos e outros ativos fornecedores, impostos, salários e encargos, financiamentos, e outros passivos.

PATRIMÔNIO LÍQUIDO: capital social, lucros acumulados, lucros operacionais.

A cromeação de pára-choques de carros é a atividade mais importante desenvolvida pela Tergal. Os pára-choques já vêm estampados para o processo de galvanização. Reagentes químicos e anodos são consumidos e precisam ser repostos.

Em cada etapa do processo se necessita de reagentes específicos. Na decapagem são usados os ácidos sulfúrico ou clorídrico; e o hidróxido de sódio será usado para neutralizar o ácido após a decapagem. Esses reagentes não precisam ter um alto padrão de pureza e são usados ácidos produzidos pela Usina Colombina, no grau técnico, que nos forneceu os preços abaixo, em maio de 1988.

Nesse relatório vamos apresentar os preços dos materiais que fomos citando. Sabemos que esses valores mudam com muita rapidez, o que os torna sem significado depois de pouco tempo; porém o que pretendemos ao citá-los é ressaltar a relevância desse fator, desprezado em um laboratório didático, mas não numa empresa.

Reagentes químicos	embalagem	OTN/kg
ácido bórico.....	50 kg.....	0,21
ácido clorídrico 37%..	60 kg.....	0,06
ácido sulfúrico PA...	67 kg .....	0,05
hidróxido de sódio 50% .....		0,07
hidróxido de sódio 98%.....		0,14
ácido muriático	60 kg.....	0,02
ácido nítrico 36%	60 kg.....	0,03

No polimento serão usados o sebo industrial, as rodas de esmeril e os rolamentos das politrizes. Eles sofrem um desgaste rápido, de modo que são trocados com frequência, comprados preferencialmente da firma Atias Mihael Ltda.

Nos banhos de galvanoplastia são renovados os eletrodos que rapidamente se gastam:

anodo de níquel,

anodo de cobre fosforoso.

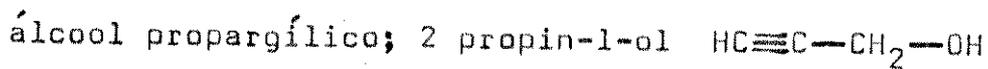
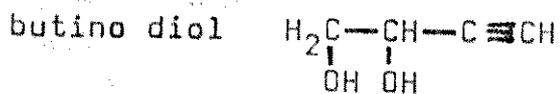
Os constituintes de banhos de cobreação e niquelação têm uma vida mais longa, pois são regenerados pelos eletrodos que se desgastam; apenas o nível de água precisa ser renovado constantemente. Também os aditivos são consumidos.

Reagentes químicos	OTN/kg	US\$/kg	embalagem
cianeto de sódio	0,86		50 kg
cianeto de potássio	0,97	6,50	
sulfato de cobre	0,18		
sulfato de níquel	0,51		
cloreto de níquel	0,98	6,52	
ácido crômico	1,76		50 kg
percloroetileno	0,24		320 kg
tricloroetileno	0,23	1,55	275 kg

Os valores acima, fornecidos pela Usina Colombina, em maio de 1988, incluem valores em US\$ para os reagentes importados.

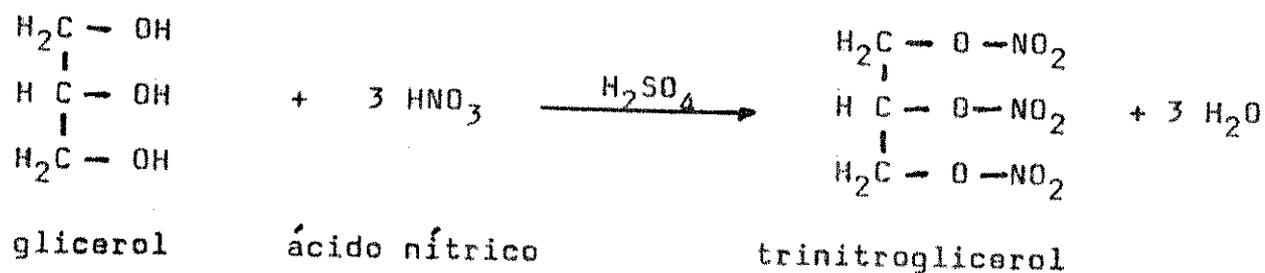
Os banhos para galvanoplastia, além dos constituintes principais, têm aditivos não revelados industrialmente, que são vendidos com a marca registrada, sem a sua composição no rótulo. Os aditivos, usados em pequena quantidade, são de fórmula complexa, geralmente mistura de substâncias. Três deles são os principais: os abrilhantadores, os molhadores e os niveladores.

Os abrilhantadores são álcoois ou glicóis que têm na cadeia carbônica uma tripla ligação:



Há outros abrilhantadores que não são função álcool. O brilho surge em função da formação de microcristais do metal que o abrilhantador impede de crescer.





Já o salitre e o salitre do chile são usados diretamente na produção de diversos tipos de pólvora; o ácido pícrico dará origem ao picrato de amônio, um potente explosivo.

FIRMA IND. MET. SÃO JUAÃO LTDA  
 RUA R. Agostinho Cantu, 208  
 CIDADE São Paulo BAIRRO Butantã  
 TELEFONES: 2109322 CX. POSTAL N.º  
 C. G. C. 61204434/0001-08 C. EST. 102.675.060

MAPA TRIMESTRAL DE ENTRADA, CONSUMO E  
 ESTOQUE DE MATERIAS PRIMAS, FISCALIZADAS  
 REFERENTE AO 4º TRIMESTRE DE 1987

Registro Sumário N.º  
 da 2.ª Região Militar, com validade até 31/12/87  
 Certificado de Vistoria N.º

Alvará N.º da Delegacia de Ex

a) Mov. ger. l durante o trimestre

PRODUTOS	Mov. ger. l durante o trimestre			Consumo	Estoque que passa Trim. Seg
	Saldo Trim. Ant.	Compras	Soma		
Ácido Muriático	1.478 kg	1.620 kg	3.098 kg	1.340 kg	1758 kg
Ácido Nítrico 36°	112 kg	1.680 kg	1792 kg	1190 kg	602 kg
Ácido Nítrico 40°	1.285 kg	4.355 kg	5.640 kg	6595 kg	955 kg
Ácido Sulfúrico Industrial	300 kg	1.300 kg	1.600 kg	100 kg	1500 kg
Ácido Sulfúrico PA	2.525 kg	2.000 kg	4.525 kg	345 kg	4180 kg
Cianeto de Sódio					
Soda Cáustica					

b) Relatório das compras durante o trimestre

Data	Firma Vendedora	End.: Rua, N.º Cidade Estado			N. F. N.º	Quantidade	Produtos Comprados
05.11.87	Usina Colombina S/A	Av. Torres de Oliveira	154/78	Jaguareé-SP	22.946	600 kg	ácido muriático
24.11.87	idem	idem		idem	24.878	1020 kg	idem
04.12.87	idem	idem		idem	25.904	1120 kg	ácido nítrico 40°
01.12.87	idem	idem		idem	25.482	560 kg	idem
02.10.87	idem	idem		idem	19.348	1340 kg	ácido sulfúrico
05.11.87	idem	idem		idem	22.946	2010 kg	idem
04.12.87	idem	idem		idem	25.904	1005 kg	idem
27.10.87	SOELBRA-Soc.Eletr.Bras.	R. Toledo Barbosa,	430/440	Tatuapé-SP	12.7613	300 kg	cianeto de sódio
01.12.87	idem	idem		idem	12.9006	1000 kg	idem
20.11.87	Agro-Quim P Magum Ltda	Av Sen. Teotônio Vilela,	4187	P. São José-SP	10.579	1500 kg	soda cáustica
25.11.87	Ypiranga Ind. Prod. Quim	R. Cama Lobo,	1453	Ipiranga-SP	53.905	500 kg	idem
		Data da entrega			08.01.88		

### 5.5 Os fornecedores de reagentes e processos

No setor temos os fornecedores que vendem os reagentes e eletrodos e temos os fornecedores que vendem o processo: todo o conjunto de equipamentos, tanques, barramentos, reagentes, aditivos, etc. para se montar a fábrica e fazem a assistência técnica.

Há empresas que por cópia ou por experiência anterior de seus proprietários, só compram os reagentes e procuram fabricar o máximo de artigos necessários às operações. Improvisando, vão rompendo a falta de conhecimento teórico e ausência de capital com a manufatura de partes do equipamento: fabricam as rodas para polimento, tentam formular os seus próprios aditivos, etc.

As inovações tecnológicas vêm através das representantes das multinacionais que operam no ramo. São empresas que vendem processos desenvolvidos por outras que produzem tecnologia, como:

ORWEC Química S/A e ORWEC Ltda.	R. Uruguaiana, 115/119	SP
DIXIE S/A Comércio e Indústria	CP 2383	SP
HARSHAW Química Ltda/INT.NICKEL	R.Dna Jos.de Almeida, 15	SBC
OXYMETAL DO Brasil S/A /FINISHING	Av.Nações Unidas, 1454	SBC
PARKER		
ROHCO Bras.Indl e Coml Ltda	Al. dos Aicás, 1067	SP
YPIRANGA Ltda. Ind.Prod.Quim./SCHERING	R.Gama Lobo, 1453	SP
TECNOREVEST Prod.Quim.Ltda/LEA-RONAL	R.Oneda, 574	SBC

Outras, representantes de empresas, importam matéria-prima para os banhos, além dos anodos:

CIA.IMPERIAL DE INDUSTRIA QUÍMICAS DO BRASIL/ ICI-Imperial Chemical Industries, UK . Av.Eusébio Matoso, 891, 2ªand. SP

TERMO-MECÂNICA ATIAS MIHAEL Ltda. Pça.Roosevelt, 200, 6ªand. SP

USINA COLOMBINA S/A Av.Torres de Oliveira, 154. SP

## 5.6 Modelos setoriais de mudanças técnicas (1)

Em uma tentativa de entendermos a situação de conflito em que se situam as indústrias como as estudadas, em sua relação com a mudança técnica e com a produção tecnológica, encontramos o estudo realizado por Keith Pavitt, no UK, acerca de duas mil inovações tecnológicas. Pavitt identifica quatro situações-padrão das indústrias quanto à relação com a tecnologia.

1. "Science-based firms", empresas cujo produto são as inovações tecnológicas: novos processos, novos produtos.

2. "Specialized equipment suppliers", empresas que produzem o equipamento que a nova tecnologia necessitará, as máquinas que o novo processo utilizará.

3. "Scale-intensive firm", empresas que produzem em escala intensiva os produtos da nova tecnologia, com divisão de trabalho e simplificação das tarefas de produção. Essas empresas são resultantes do crescimento do tamanho do mercado.

4. "Supplier dominated firm", empresas que dependem do fornecimento de tecnologia, das máquinas, dos reagentes e dos processos novos. As inovações vêm pelos fornecedores de equipamentos e materiais, embora em alguns países, pesquisas financiadas pelo governo também fazem uma contribuição nesse campo e realizam serviços de extensão.

No caso do Brasil, as duas primeiras espécies de firmas situam-se no exterior; a terceira foi a que se constituiu na fase conhecida como "substituição das importações" na qual muitas filiais de empresas estrangeiras se instalaram ou se associaram com outras nacionais. A do quarto tipo nos interessa particularmente.

(1) Keith Pavitt. "Sectoral patterns of technical change." Research Policy 13(1984) North Holland. UK p.343-373

### 5.6.1 Galvanoplastias: empresas dominadas pelos fornecedores.

A matéria-prima usada para os banhos está atrelada à técnica empregada em eletrodeposição. Como as indústrias galvânicas são mini-empresas, não possuem laboratório de desenvolvimento de processos nem de controle de qualidade. Ficam então submetidas às informações que os vendedores de matéria-prima fornecem. São eles quem "quebram o galho" quando ocorre um problema técnico na produção, através de uma assistência técnica, de modo que o proprietário da indústria se vê amarrado ao fornecedor, mesmo que outra empresa possa eventualmente fornecer um reagente por um preço inferior. Isso pode ser rompido no caso de reagentes conhecidos: ácidos, soda, cianeto; mas é verdadeiro no caso dos aditivos, de composição desconhecida: abrillantadores, molhadores, etc.

### 5.6.2 Características do subsetor

Não há empresa multinacional instalada exclusivamente nesse subsetor da economia no Brasil. Não é monopolizado, pelo contrário, é grande o número de mini e microempresas existentes. Grandes empresas, como a Monark, têm uma divisão para galvanoplastia, mas a maioria prefere comprar de fornecedores, os componentes já galvanizados, como é o caso das montadoras de automóveis, fogões, ônibus. Raras são as S/A, como a Tergal; a maioria é empresa familiar, Cia Ltda, ou seja, pequenas empresas de capital fechado. É grande o número de empresas clandestinas, fugindo dos impostos e do controle exercido pela CETESB sobre a poluição ambiental.

### 5.6.3 A instalação das galvanoplastias no Brasil

As galvanoplastias voltadas para o setor de autopeças apareceram no Brasil, em São Paulo particularmente, "com o aumento das importações de automóveis após a IIª Guerra Mundial, o que motivou uma expansão na fabricação de produtos de autopeças de reposição.

Com as restrições que começaram a ser impostas às entradas dos veículos importados e seus componentes, motivou um acelerado crescimento interno na indústria dos transportes, tanto para as montadoras como para as indústrias de autopeças e acessórios.

A partir de 1956 vimos uma grande expansão para a indústria de autopeças no país. Mais de 70% das atuais empresas do setor foram fundadas após esse período."(1)

---

(1) Francisco Capuano Scarlato. Metropolização de São Paulo e o Terceiro Mundo. (Iglu Ed., 1987. São Paulo) p.90

6. QUEM PRODUZ ?

## 6.1 A mão-de-obra nas galvanoplastias

É na observação da mão-de-obra que mais se faz sentir a vi são de mundo de quem visita uma indústria. Entramos nela pelas mãos do proprietário, pois é a ele que dirigimos o ofício pedindo autori za ção para a visita. Mas há outras formas de se entrar: através dos sindicatos ou através de órgãos de fiscalização, do Ministério e da Secretaria do Trabalho.

O que vemos se encaixa dentro de uma visão estereotipada de o que seja o trabalhador: homem sujo, pobre, feio, mulato ou pre to, trabalhando num ambiente escuro, abafado, com um monte de peças metálicas espalhadas pelos cantos. Além disso, com baixo nível de escolaridade, tomando ônibus lotado para trabalhar e comendo de mar mi ta, bebendo pinga no boteco da esquina.

Essa situação "normal", "natural", reforça a idéia de que se ganha mal porque não se estudou; que o trabalho pesado é para os negros e nordestinos, mas o trabalho maneiro, de escritório, é para quem estuda, é branco, independentemente do sexo.

### 6.1.1 Características gerais

Numa indústria galvânica percebe-se que a produção é um ambiente exclusivamente masculino e de adultos. As mulheres, mais comumente estão no controle de qualidade, na embalagem, nas secreta ri as dos escritórios ou na recepção. Os menores, 16 a 17 anos, tra ba lham como "office-boy", mas nas firmas clandestinas eles são usa - dos também na produção.

Na produção não é exigido qualquer grau de instrução, nem habilitação técnica; apenas prática anterior.

## 6.2 Condições de salubridade

As indústrias galvânicas situam-se entre as mais insalu - bres, tanto pelas condições ambientais como pelo tipo de reagentes

com que lidam.

Verificaremos como condições de salubridade, a situação quanto a iluminação, umidade, temperatura, ventilação e exaustão, ruído, particulados em suspensão e presença de substâncias tóxicas ou irritantes.

Quando se trata de galpões fechados, a iluminação é artificial e é insatisfatória devido às necessidades de segurança na parte elétrica dos banhos e principalmente no trabalho de polimento das peças.

A umidade do ar é elevada, pois se trabalha com banhos aquecidos. A vaporização é permanente e devido às transferências de peças molhadas de um banho para outro, o chão está sempre úmido ou até encharcado. Na Niqueladora Catedral, em Campinas-SP, os proprietários revestiram o chão com ardósia, que segundo eles é o único material que resiste à corrosão do líquido que caía ao chão. A temperatura ambiente, devido aos vapores que se desprendem dos banhos, é superior à externa.

Nas fábricas pequenas, os galpões têm uma ou mais paredes ausentes, o que ajuda a tornar o ambiente menos quente no verão, e por ventilação, a uma dispersão dos vapores. No setor de polimento, que trabalha com politrizes, rodas de esmeril que vão desgastar peças metálicas, há muito ruído e muito pó, geralmente partículas de metais e óxidos em suspensão no ar. O polidor fica com o rosto e a roupa toda coberta de pó que se deposita sobre ele e em todo o ambiente.

#### 6.2.1 A insalubridade dos banhos

Todas as etapas do processo de galvanoplastia envolvem algum risco e são insalubres. Os sais dissolvidos nos banhos: íons cobre II, níquel e crômio VI causam problemas à pele, principalmente

os dois últimos. O manuseio de ácido concentrado e soda cáustica por pessoas que desconhecem o risco que correm, como é o caso, torna o trabalho arriscado.

De todas as substâncias com que se trabalha nos banhos, é o cianeto de sódio ou de potássio, que apresenta maior risco à vida. A presença de gás cianídrico, HCN, no ar causa alteração na respiração: alteração no ritmo da respiração (taquipnéia e dispnéia); paralisia, convulsões e fadiga respiratória. Mesmo em pequenas concentrações já causa alterações no organismo resultando em vertigem, náusea e vômito. A exposição crônica a longos períodos, como o caso de trabalho em galvanoplastia causa fadiga e fraqueza. A morte pode sobrevir por exposição por poucos minutos a 300 ppm. Por sua eficiência em provocar a morte é usado nas câmaras de gás.

Os cianetos devem permanecer em solução alcalina, pois em solução ácida ou mesmo em água libertam o gás cianídrico, com odor de amêndoas amargas, ou da amêndoa existente no caroço de ameixa e pêssego.

A equação da reação química entre os íons cianeto e a água, chamada hidrólise alcalina, é:



A reação entre os íons cianeto e íons hidrogênio-ácido é expressa pela equação química:



No mesmo galpão de uma galvanoplastia coabitam tanques de ácido clorídrico para decapagem e tanques com cianeto, aquecidos. O vapor d'água arrasta para o ar, ácido e cianeto originando um índice de HCN superior à dose letal média, LD<sub>50</sub>.

### 6.2.2 O contato com os íons níquel e crômio VI

Os dermatologistas Salim Amed Ali e Carlos Varnum Jr, além do otorrinolaringologista Samy Bellelis, examinaram 233 empregados e 11 ex-empregados de nove galvanoplastias da cidade de Osasco-SP, entre setembro e outubro de 1985.(1) A equipe procurou especificamente constatar lesões nasais nesses trabalhadores. Os achados clínicos deram margem a uma classificação em oito grupos:

- a- lesões nasais em fase de ulceração;
- b- lesões nasais em fase de crosta;
- c- lesões nasais em fase de perfuração sem atividade;
- d- lesões nasais em fase de perfuração com atividade;
- e- exulceração ( úlcera superficial) do septo nasal ;
- f- depósito e exulceração do septo nasal;
- g- depósito nas fossas nasais;
- h- hiperemia ( superabundância de sangue) na mucosa nasal.

Os mais afetados são os trabalhadores cujas funções são as de niquelador e cromeador. Todos os funcionários examinados que executavam essas funções apresentaram algum tipo de lesão nasal. Em seguida vêm outros metalúrgicos que trabalham em galvanoplastia, sendo que, dos 28 analisados, 27 apresentaram lesões.

Por serem firmas pequenas, todo o ambiente se torna insalubre; entre os polidores, 18 casos entre 39 examinados tinham lesões nasais ( eles trabalham em locais afastados dos banhos); e até entre gerentes e administradores, de sete examinados, quatro possuem algum tipo de lesão devido ao níquel e crômio VI.

Em outro levantamento, feito exclusivamente com trabalha-

---

(1) F.A.P.A. Fundacentro Atualidades em Prevenção de Acidentes. SP

dores expostos, Gomes, E.R., em 1970 revelava que em 138 indústrias galvânicas estudadas em São Paulo, com 303 expostos, 86,8% apresentavam lesões, sendo 60% com dermatoses profissionais e 52,4% com alterações do septo nasal: 38,4% com ulceração e 24% com perfuração.

E o que faz com que esse conjunto de trabalhadores lesados permaneçam nesse mesmo trabalho?

Primeiramente está a própria necessidade do salário, acrescido de 10 a 20% sobre o salário-referência, pago por insalubridade. Mas também por uma "seleção natural", na qual aqueles em que forem surgindo lesões, vão sendo mudados de seção ou demitidos, enquanto os adaptados permanecem. Em entrevistas com trabalhadores, técnicos e engenheiros transparece essa ideologia segundo a qual não é o processo que é insalubre e sim certas pessoas é que são mais sensíveis ou menos cuidadosas.

Nota: As úlceras provocadas pelo Cr VI são nasais devido à névoa rica neste íon que sai dos banhos levada pelo hidrogênio que se desprende do banho. Na formação desse hidrogênio gasoso é consumida de 80 a 90% da corrente elétrica usada. Para evitar o arraste de Cr VI seria necessário o uso de exaustor sobre o banho e também bolas de plástico na superfície do líquido.

- 
- 1) GOMES, E.R. Incidência de lesões orgânicas na galvanoplastia em São Paulo. São Paulo. 1970. 142 p. (tese da Fac. de Higiene USP)

### 6.2.3 O crômio VI nos banhos de cromeação e a saúde ocupacional

O banho final na cromeação difere bastante dos anteriores. É o banho que usa ácido crômico, um composto de crômio hexavalente. O eletrodo não é de crômio metálico e sim de chumbo. Esse banho, ao contrário dos de cobre e níquel, deve ser renovado. É o eletrodo que não se gasta.

Os efeitos danosos da exposição ao crômio são devidos principalmente aos compostos hexavalentes que podem causar lesões respiratórias e de pele. Estudos epidemiológicos também trazem evidências de efeito carcinogênicos do crômio VI, em homens. Há pouca evidência de efeitos tóxicos do crômio trivalente, Cr III, o íon em seu estado de oxidação mais comum. O Cr VI, solúvel em água, é facilmente absorvido via inalação. Uma vez absorvido, é rapidamente reduzido a Cr III e excretado pela urina.

"Considera-se o crômio trivalente essencial ao organismo humano e animal. É necessário ao 'fator de tolerância à glicose', um componente da dieta necessário para ativar a ação da insulina periférica. Entretanto, a estrutura exata do fator é ainda desconhecida.

Os efeitos lesivos agudos e crônicos são causados principalmente pelos compostos hexavalentes que são tóxicos. As lesões de vidas à prolongada exposição ocupacional ao crômio VI são geralmente locais. Os órgãos mais atingidos são a pele, o trato respiratório e o aparelho digestivo. As lesões de pele incluem úlceras crônicas e dermatites irritativas devido às propriedades oxidantes do Cr VI, e a dermatite eczematosa devido à sensibilização cutânea ao crômio VI."(1)

---

(1) Commission of the European Communities. Industrial Health and Safety. Human biological monitoring of industrial chemicals series "Chromium". EUR 8476 EN. 1983. p 33 a 49

O trato respiratório é afetado pela ação oxidante dos compostos de cromo VI. Em trabalhadores expostos à névoa de ácido crômico, a mucosa nasal mostra hipertrofia, ou atrofia, atrofia ulcerosa e eventualmente, perfuração geralmente assintomática do septo nasal (Cavazzani e Viola, 1970). Casos de bronquite crônica estão registrados (Capodaglio et al, 1964; Lerza, 1957). Investigações epidemiológicas de secção cruzada têm demonstrado que pode ocorrer diminuição de função pulmonar por exposição a compostos de cromo VI (Bovet et al 1977; Cavatorta et al 1980; Langård, 1980; Reggiani et al 1973). Casos de asma bronquial têm também sido descritos como sendo relacionados às propriedades sensibilizantes do cromo hexavalente (Williams, 1969).

A ação oxidante do Cr VI pode afetar o sistema digestivo produzindo, às vezes, violentas gastroenterocolites (Tara et al 1954; Wohlemberg e Lehhard, 1970).

A associação entre exposição ao cromo VI e câncer têm sido demonstrada em diversos estudos de mortalidade entre trabalhadores na indústria de cromato e dicromato. O câncer respiratório também tem sido encontrado entre trabalhadores envolvidos na fabricação de pigmentos à base de cromo; entre pintores a aerossóis de cromato de zinco e entre trabalhadores em banhos de cromeação (Franchini et al, 1983; IARC-1980; Langård e Vingander, 1983)

#### 6.2.4 O metabolismo do crômio VI

O crômio pode atingir as vias respiratórias na forma de vapores, névoas, fumos ou poeiras, onde pode estar presente nos estados de oxidação VI, III ou 0.

Enquanto a inalação de vapores ou névoas de crômio hexavalente, solúvel em água, leva à rápida absorção em todos os níveis, inclusive pelas vias respiratórias superiores, as dinâmicas da absorção de partículas ainda está sendo pesquisada.

A distribuição e transporte do crômio no sangue depende em larga extensão de sua valência. O crômio VI penetra facilmente através das membranas celulares e se liga com a hemoglobina nas células vermelhas, após ter sido reduzido ao estado trivalente CrIII. Toda interação do Cr VI com o corpo humano envolve redução ao estado trivalente e a formação de ligações com as proteínas do plasma. A eliminação do Cr III do corpo ocorre principalmente via urina.

### 6.2.5 A invenção das tradições

#### A tradição do leite como antídoto nas intoxicações

Perante o quadro exposto, referente às intoxicações por níquel, crômio, cianeto, solventes clorados, etc., quadro esse conhecido pelos trabalhadores, foi-se buscar na indústria que utiliza o chumbo e seus compostos, o antídoto para os novos casos: o leite!

Essa solução se enquadra no que Eric Hobsbawn chama de tradição inventada:

"Por "tradição inventada" entende-se um conjunto de práticas, normalmente reguladas por regras tácita e abertamente aceitas; tais práticas, de natureza ritual ou simbólica, visam a inculcar certos valores e normas de comportamento através da repetição, o que implica, automaticamente, uma continuidade em relação ao passado. Aliás, sempre que possível, tenta-se estabelecer continuidade com um passado histórico apropriado." (1)

A busca de uma referência anterior é a reação a uma situação nova. É o contraste entre as constantes mudanças e inovações do mundo moderno e a tentativa de estruturar de maneira imutável e invariável alguns aspectos da vida social.

Há uma tradição de que o trabalhador exposto às intoxicações consuma um litro de leite diariamente. A invenção dessa tradição foi possível pois a prática já se tinha mostrado útil para encobrir o envenenamento crônico por chumbo nas fábricas de baterias de carro, tintas à base de compostos de chumbo, tipografias, etc. A invenção dessa tradição impede a solução do problema da intoxicação. A Divisão de Higiene do Trabalho, do Ministério do Trabalho, esclarece

1) E. HOBSBAWN e T. RANGER org. A invenção das tradições; (trad. Celina C. Cavalcanti. RJ: Paz e Terra, 1984) p.9

que o leite, nas intoxicações pelo chumbo( saturnismo) é prejudicial porque o cálcio do leite é substituído pelo chumbo(isomorfismo), ficando-se nos ossos longos.

As intoxicações profissionais geralmente se originam em trabalhadores expostos às substâncias existentes na atmosfera dos locais de trabalho, e que atingem o organismo pela via respiratória. As empresas deveriam instalar sistemas de ventilação local exaustora, completada por outros meios adequados de proteção ao aparelho respiratório. O fornecimento de leite retarda tais providências, pois a empresa se sente desobrigada de maiores cuidados que essa solução ba rata que encontrou.

A caseína do leite funciona anfotericamente para neutralizar e tamponar soluções ácidas ou alcalinas ingeridas; mas não contra íons níquel, cobre, crômio VI, etc. que têm ação sobre a pele, ou o cianeto de hidrogênio inalado.

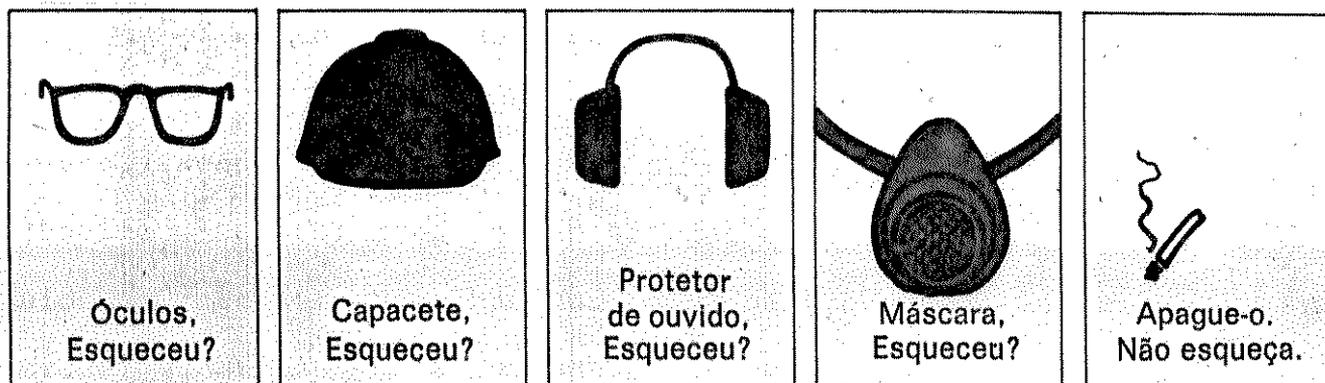
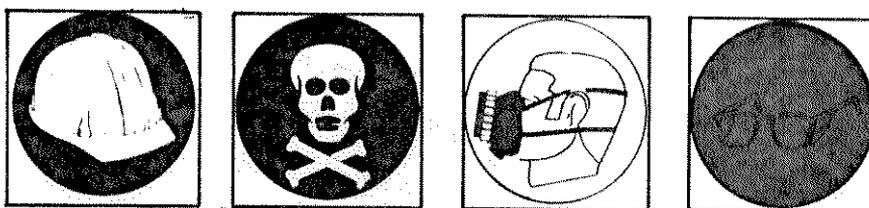
### 6.3 Periculosidade. Você é responsável pela sua segurança!



Vamos observar a questão da segurança do trabalho. Temos que considerar:

- a segurança individual;
- a segurança das máquinas e equipamentos;
- a segurança do processo industrial.

O uso de equipamento de segurança individual: máscaras, luvas, capacetes, aventais, óculos de proteção está em oposição à necessidade de mobilidade que o serviço exige. As botas de borracha, devido ao chão sempre molhado ou estrados úmidos; as luvas, devido ao trabalho nas gancheiras e banhos com alta intensidade de corrente elétrica; e aventais, devido aos tanques de banho, são regularmente usados pelos operadores. Os demais itens não são observados: capacetes, óculos de proteção, protetores auriculares, máscaras, etc.



**POVO LIMPO É POVO CIVILIZADO  
LEMBRE-SE QUE A FÁBRICA  
É UMA CONTINUAÇÃO  
DO SEU LAR**

**COLABORE PARA  
UM BRASIL  
SEM ACIDENTES**

Porém, é o processo inseguro utilizado que inviabiliza qual-  
quer preocupação em resolver o problema de segurança a nível indivi-  
dual.

Os banhos de cianeto, quando é possível realizar o banho  
sem a utilização de substância tão perigosa, tem sua justificativa  
com base nos custos do novo processo. A mudança de técnica acarreta-  
ria um custo maior.

Porém, tem-se o reverso da medalha; cada acidente provoca  
paralisação do trabalho e prejuízo por queda de produção. Pelo núme-  
ro de horas perdidas e pelos custos dos tratamentos dos acidentes de  
trabalho, a higiene e segurança no trabalho é um problema nacional.

**ESTA SEÇÃO ESTÁ**

**HÁ            DIAS  
SEM ACIDENTES COM  
PERDA DE TEMPO**



**COLABORE PARA  
MELHORAR ESTE ÍNDICE**

**ESTAMOS TRABALHANDO HÁ    DIAS  
SEM ACIDENTES COM PERDA DE TEMPO**

**NOSSO RECORDE É DE    DIAS**



**COLABORE PARA  
MELHORAR ESTE ÍNDICE**

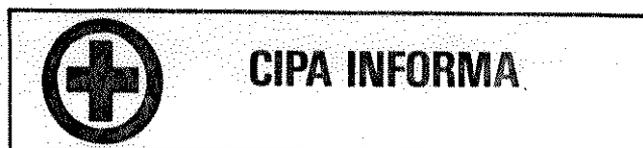


Nas indústrias galvânicas, a insegurança maior está nos barramentos que conduzem a corrente elétrica, e são expostos sem proteção. As gancheiras nas quais vão suspensos os objetos a serem galvanizados também não têm proteção; nesses condutores há alta intensidade de corrente contínua.

Outro ambiente de risco é o setor de polimento que trabalha com rodas de esmeril a alta rotação e lança fagulhas em todas as direções. Quanto mais pessoas trabalham nesse ambiente, mais risco apresenta.

#### A CIPA

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes é obrigatória em toda empresa com mais de 50 trabalhadores. Porém, raras indústrias galvânicas têm esse número de empregados e, portanto, não têm CIPA. Nas que têm cipeiros, esses são eleitos pelos seus pares e reúnem-se para determinar as fontes de acidentes. A alta rotatividade dos trabalhadores nas indústrias galvânicas ocasionada pelos baixos salários (salário-mínimo mais adicional de insalubridade ou de periculosidade) aliado ao baixo nível de informação dos trabalhadores quanto aos riscos que correm explicam o elevado número de acidentes que as máquinas perigosas e o processo insalubre causam.



7. COMO SE PRODUZ?

### 7.1 Na escuridão se prepara o brilho

Os banhos eletrolíticos que fazem revestimento metálico têm uma seqüência: uma peça para ser cromeada, necessariamente precisa ser primeiro cobreada, depois niquelada e por fim receber uma camada de crômio.

O vocabulário técnico reserva o termo "galvanizada" para as peças de ferro que recebem uma eletrodeposição de zinco. A deposição eletrolítica pode levar à produção de peças prateadas e douradas, além de outras onde ocorre estanhagem, cadmiagem, latonagem, etc.

As peças cromadas têm quase sempre um efeito decorativo e estão muito presentes em automóveis: pára-choques, frisos, antenas e botões de rádio, faróis, alças de cinto de segurança, maçanetas, etc. Em alguns desses casos temos aço cromado, em outros plásticos cromados.

Também nas residências há muitas peças cromadas: ralos, esquadrias, corredores de prato, base de copo de liquidificadores, frisos de geladeiras e fogões, grelhas de forno, pés de mesa e de cadeiras, puxadores de armários, maçanetas e botões nos mais diversos lugares, inclusive roupas. Tudo brilha, de tampas de canetas a torneiras de filtro, passando por rodas e guidões de bicicletas!

A partir das respostas às questões técnicas, tentaremos descobrir como se dá a dependência tecnológica em relação aos detentores do conhecimento de como se processa o trabalho de revestimento eletrolítico de peças. Como está atrelada a técnica com os fornecedores de matéria-prima.

### 7.2.2 Por que o polimento?

O polimento é feito para deixar a superfície da peça extremamente lisa, sob o ponto de vista macroscópico. Com isso, reduz-se a área a ser tratada, pois uma superfície lisa é muito menor que a áspera e portanto, usará uma quantidade muito menor de metal a ser depositado. A superfície não tendo fissuras, poros ou frisos, evitará que nesses locais fiquem retidos íons que facilitam posterior oxidação, ou então graxas que impedirão um contato elétrico perfeito.

Como a nível microscópico não se consegue esse nivelamento de ordem um, sempre haverá problemas técnicos de adesão da película metálica à base, o que faz com que haja diferença de qualidade e durabilidade do produto final. Tecnicamente são usados aditivos para minorar esse problema. São os niveladores, abrilantadores e molhadores.

Esse é um ponto onde se dá o atrelamento desse tipo de indústria àquelas que detém a tecnologia e às importadoras, pois esses aditivos são produtos de fórmula desconhecida ou concentração desconhecida pelas pequenas indústrias.

Um interesse especial tem também as massas de polir, que poderão causar problemas na sua remoção se a sua composição não for adequada e ela ressecar sobre a peça estocada, pois a massa pode polimerizar.

### 7.2.3 Quem risca quem? Dureza e polimento

O polimento de uma peça de aço se dá porque o carborundum do esmeril é mais duro que o aço e o risca. Do mesmo modo, uma esponja de aço alisa uma peça de alumínio por ser mais dura; pelo mesmo motivo o diamante é capaz de riscar o vidro.

Uma escala de dureza relativa foi construída por Mohs a partir de sólidos cristalinos.

ESCALA DE DUREZA, SEGUNDO MOHS (1)			
cristal	dureza	cristal	dureza
diamante	10	apatita	5
rubi/safira	9	fluorita	4
topázio	8	calcita	3
quartzo	7	sal gema	2
feldspato	6	pedra talco	1

Os cristais têm força de atração interna muito intensa. No caso do diamante e do carborundum (dureza 9,15), as ligações covalentes são tridimensionais e características de macromoléculas de cristais covalentes.

O esmeril é fabricado a partir do carborundum— carbeto de silício, SiC, ou seja, uma substância cujo cristal tem a mesma estrutura do diamante, em que metade dos átomos de carbono foram substituídos por silício na configuração tetraédrica.

O carbeto de silício existe em três formas cristalinas relacionadas cada uma delas com as estruturas do diamante, da blenda e

(1) T. Moeller. Inorganic Chemistry: an advanced textbook. (1ª ed. 10ª imp. New York: WIE, 1963) p. 696

## 7.2 A operação de polimento

### 7.2.1 O preparo mecânico das peças a serem revestidas

As peças metálicas a serem revestidas passam inicialmente por um preparo mecânico. São as operações que se fazem necessárias para conduzir uma peça fundida, forjada ou estampada, às condições de receber um tratamento superficial.

Esse tratamento recebe o nome genérico de polimento, e é feito em politrizes ou por jatos abrasivos. A finalidade do polimento é dar uma condição inicial à peça, retirando a rebarba de fundição ou os pontilhados de torno. Menos comum é o jateamento por microesferas de vidro ou de aço, como o que ocorre num setor da Brasileiros.

A seqüência de operações de polimento consiste em:

- a. Desbaste (esmerilhamento bruto) que remove as imperfeições nas superfícies das peças e obstrui riscos e poros. Para essa operação usa-se roda de esmeril de 40 a 320 granas, e depois, rodas de lona ou de pano e feltro, agregado com óxido de alumínio. Essa operação lembra os amoladores ambulantes de facas e tesouras.
- b. Afinamento com esmeril de 150 a 240 granas, com disco de pano ou feltro, e lubrificação com bastão de sebo; é o esmerilhamento fino;
- c. Escovamento com escovas de pita, sisal ou fibra sintética, com massa de polimento, com objetivo de remover os vestígios das operações anteriores;
- d. Lustração preliminar, em que se usa roda de pano ou de flanela a remover os últimos riscos de escovamento e usam-se bastões de massa de polimento, parafina e óxido de alumínio;
- e. Lustração final em que se usa massa de lustrar.

### 7.2.2 Por que o polimento?

O polimento é feito para deixar a superfície da peça extremamente lisa, sob o ponto de vista macroscópico. Com isso, reduz-se a área a ser tratada, pois uma superfície lisa é muito menor que a áspera e portanto, usará uma quantidade muito menor de metal a ser depositado. A superfície não tendo fissuras, poros ou frisos, evitará que nesses locais fiquem retidos íons que facilitam posterior oxidação, ou então graxas que impedirão um contato elétrico perfeito.

Como a nível microscópico não se consegue esse nivelamento de ordem um, sempre haverá problemas técnicos de adesão da película metálica à base, o que faz com que haja diferença de qualidade e durabilidade do produto final. Tecnicamente são usados aditivos para minorar esse problema. São os niveladores, abrillantadores e molhadores.

Esse é um ponto onde se dá o atrelamento desse tipo de indústria àquelas que detém a tecnologia e às importadoras, pois esses aditivos são produtos de fórmula desconhecida ou concentração desconhecida pelas pequenas indústrias.

Um interesse especial tem também as massas de polir, que poderão causar problemas na sua remoção se a sua composição não for adequada e ela ressecar sobre a peça estocada, pois a massa pode polimerizar.

## 7.2.3 Quem risca quem? Dureza e polimento

O polimento de uma peça de aço se dá porque o carborundum do esmeril é mais duro que o aço e o risca. Do mesmo modo, uma esponja de aço alisa uma peça de alumínio por ser mais dura; pelo mesmo motivo o diamante é capaz de riscar o vidro.

Uma escala de dureza relativa foi construída por Mohs a partir de sólidos cristalinos.

ESCALA DE DUREZA, SEGUNDO MOHS (1)			
cristal	dureza	cristal	dureza
diamante	10	apatita	5
rubi/safira	9	fluorita	4
topázio	8	calcita	3
quartzo	7	sal gema	2
feldspato	6	pedra talco	1

Os cristais têm força de atração interna muito intensa. No caso do diamante e do carborundum (dureza 9,15), as ligações covalentes são tridimensionais e características de macromoléculas de cristais covalentes.

O esmeril é fabricado a partir do carborundum— carbeto de silício, SiC, ou seja, uma substância cujo cristal tem a mesma estrutura do diamante, em que metade dos átomos de carbono foram substituídos por silício na configuração tetraédrica.

O carbeto de silício existe em três formas cristalinas relacionadas cada uma delas com as estruturas do diamante, da blenda e

(1) T. Moeller. Inorganic Chemistry: an advanced textbook. (1ª ed. 10ª imp. New York: WIE, 1963) p. 696

da wurtzita. Em todos os casos, os átomos de carbono e silício alteram-se e são cada qual rodeados tetraedricamente.

A dureza desses cristais decorre do fato de que para romper essa estrutura, deve-se romper ligações internas muito intensas.

As altas temperaturas de decomposição do carbeto de silício, acima de 2200 °C, e também a inércia química são assim explicadas pela dificuldade de romper as ligações internas.

A produção de carbeto de silício se dá pela redução do óxido de silício (areia) com carvão em forno elétrico.

### 7.3 A operação de decapagem

DECAPAR | do francês *décaper* | v.t.d. Remover ferrugem, tinta, incrustações da superfície metálica

A ferrugem é o óxido de ferro III, hidratado,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , resultante da oxidação do ferro metálico. Essa oxidação é catalisada pela umidade do ar:



O processo de decapagem consiste na remoção da ferrugem de uma peça de aço. Isso é feito mergulhando-se a peça em solução aquosa de ácido clorídrico ou ácido sulfúrico.

Na equação abaixo, que ocorre na decapagem, vamos representar a ferrugem, simplificadamente, por  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e o ácido forte por  $\text{H}^+(\text{aq})$ , indicando a solução aquosa diluída de ácido clorídrico ou ácido sulfúrico.



Porém, o ácido reage concomitantemente com o próprio ferro metálico que está por baixo da ferrugem, no aço. Essa reação se dá com despreendimento de gás hidrogênio:



Para evitar que isso ocorra, desgastando e deixando áspera a peça, usa-se uma propriedade que o ferro tem de se "apassivar" em presença de íons nitrato,  $\text{NO}_3^-$ ,

Keir, 1790, indica que o ácido nítrico concentrado, a frio, a - passiva o ferro. Nesse estado apassivado o ferro muda de propriedade: ele não reage com ácido nítrico diluído e não desloca mais o cobre

de uma solução de sal de cobre.

O ácido mais adequado para o processo de decapagem é o ácido sulfúrico. Parte-se do  $H_2SO_4$  de densidade 1,84, diluindo-se 0,1 litro por litro de água. A vantagem do  $H_2SO_4$  em relação ao HCl é que ele não é volátil.

O mais comum é se usar o HCl na forma de ácido muriático, em uma diluição de 5%. O banho de decapagem é feito à temperatura ambiente e lava de 9 a 11 minutos. Usam-se tanques de aço revestidos de borracha ou outro material anti-corrosivo.

À solução ácida adiciona-se uma substância que tem por finalidade diminuir a tensão superficial e melhorar o contato da peça com a solução. A isso se dá o nome de molhamento, e a substância usada é um tensoativo ou glicerina.

A solução preparada para o banho de decapagem dura meses antes de ser trocada, pois a quantidade de ácido consumida durante a reação é pequena.

A peça decapada é em seguida mergulhada em água para remover o ácido. Em alguns lugares mergulham em seguida em solução alcalina e depois em água novamente.

Esses tratamentos prévios: desengraxe e decapagem são essenciais, pois só haverá eletrodeposição de metal onde o ferro estiver exposto, conduzindo eletricidade, o que a ferrugem e a gordura impedem. A peça assim tratada fica com a superfície limpa e pronta para receber a primeira camada metálica a se depositar.

#### 7.4 O processo de desengraxe

DESENGRAXAR | De des+engraxar| v.t.d. Tirar a graxa ou lustre de  
 GRAXA | Do lat \*crassia, \*grassia, 'gordura'|

O desengraxe tem por finalidade remover o óleo ( graxa ) das peças. A maior parte da graxa sobre a peça provém do lixamento, corte, furação e polimento de chapas. Nessas operações o óleo é usado para que a chapa não aqueça demais e o aço, em decorrência, perca a têmpera.

Os óleos e gorduras, sendo não condutores de eletricidade, impedem a eletrodeposição catódica ou diminuem a adesão da película depositada sobre a peça, descascando-se facilmente.

Uma tentativa de classificação dos processos de desengraxe é a seguinte:

- desengraxe por solventes pouco ou não polares;
- desengraxe por reação de saponificação;
- desengraxe eletrolítico;
- desengraxe por molhamento preferencial.

7.4.1 O desengraxe por solventes pouco polares se baseia no fato de que, sendo os lipídios substâncias com moléculas pouco polares, se misturariam com as moléculas do solvente já que as interações intermoleculares seriam muito baixas. Entre esses solventes teoricamente possíveis de serem usados temos o clorofórmio, o tetracloreto de carbono, o benzeno, o tolueno. Há também as misturas, como é o caso da gasolina, querosene, benzina, éter de petróleo, nafta, o "Thinner" e o removedor.

a- Tradicionalmente, a gasolina e o querosene foram os mais empregados como desengraxante. Com o aumento dos preços dos derivados de petróleo, "descobriu-se" a inflamabilidade e a toxicidade deles.

Em '82, a Monark S/A ainda usava querosene como desengra-  
xante, mas essa técnica está sendo substituída em todos os lugares.

b- . O mais empregado atualmente é o grupo dos solventes  
clorados: o tricloroetileno e o percloroetileno.

Esses solventes são colocados em tanques e aquecidos a 80  
graus Celsius através de resistência elétrica. Ao vaporizarem, se e-  
levam e passam pelas peças a ser desengraxadas, que estão suspen-  
sas, e removem o óleo. O vapor do solvente é condensado quando atin-  
ge a altura das serpentinas e caem em canaletas, seguindo para um  
filtro que separa solvente e água, sendo o solvente retornado ao tan-  
que. Tecnicamente, a principal característica desses solventes é o  
fato de não serem inflamáveis.

#### O tricloroetileno

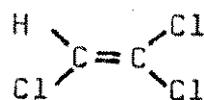
É um líquido não inflamável, volátil, com cheiro que lem-  
bra o do clorofórmio. Tem PE 86,7 °C à pressão normal. Lentamente  
se decompõe com formação de HCl, em presença de luz e umidade. No  
grau industrial vem adicionado de estabilizante que retarda essa  
decomposição; esses estabilizantes podem ser trietanolamina, estear-  
atos e cresol.

O tricloroetileno é também usado na lavagem a seco de  
roupas e na extração com solventes.

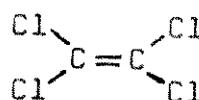
Para o homem, a exposição moderada pode causar sintomas  
semelhantes à embriaguês por álcool; e altas concentrações tem efei-  
to narcótico, causam sono. Por exposição muito intensa, pode ocorrer  
a morte por fibrilação ventricular.

Essas informações são fornecidas por uma das empresas fa-  
bricantes desse solvente e uma das principais vendedoras: a Merck.

fórmulas estruturais dos desengraxantes:



tricloroetileno



percloroetileno

O percloroetileno

O percloroetileno ( tetracloroetileno) foi preparado inicialmente por Faraday, em 1821.

É um líquido incolor e não inflamável, com PE 121 °C à pressão normal. É narcótico em alta concentração e seu efeito desengordurante sobre a pele pode levar a dermatites.

As condições do banho

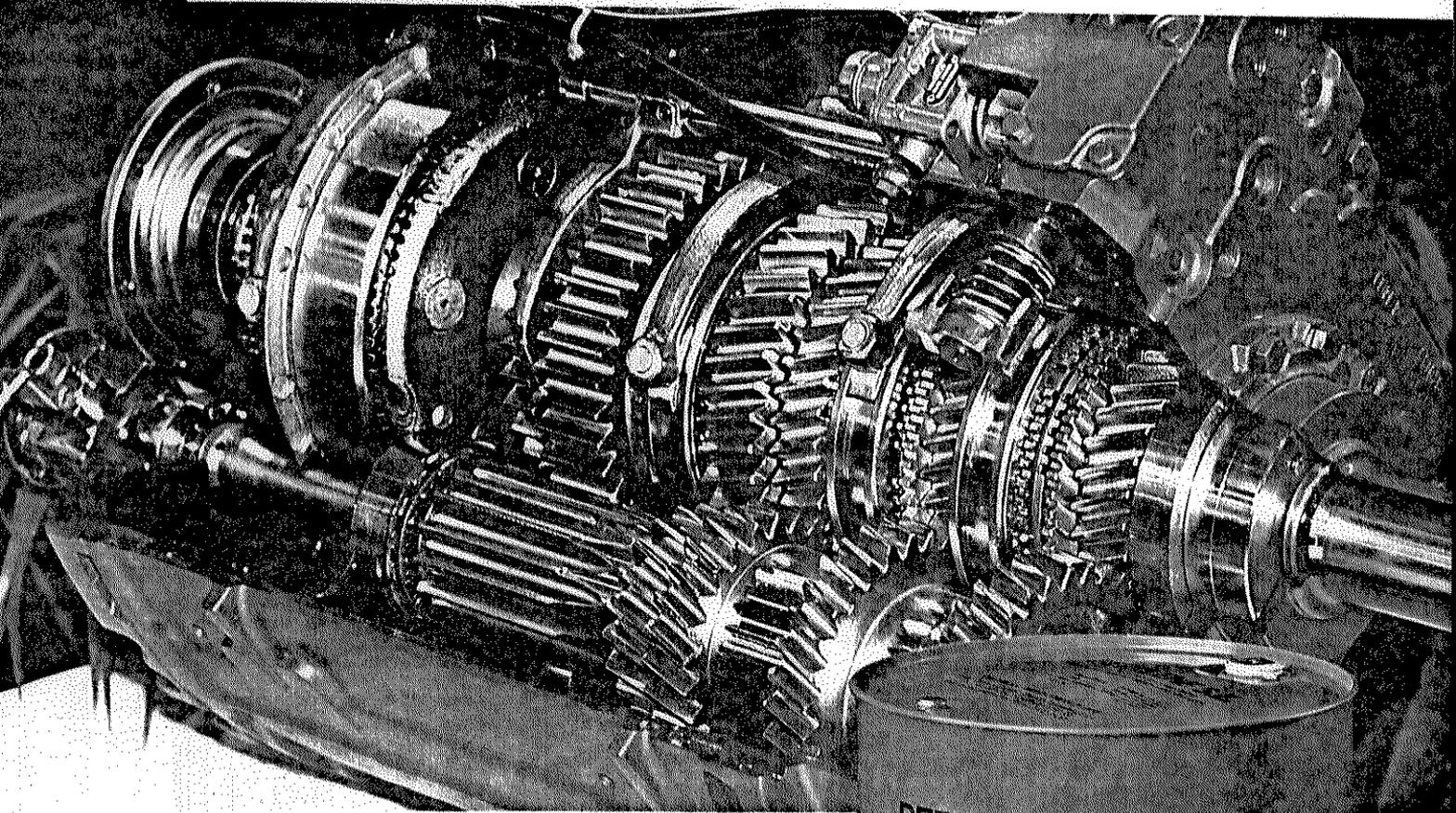
Tanto o tricloroetileno como o percloroetileno são muito voláteis e acabam " viciando o ar", ou seja, seus vapores alteram a composição do ar e teremos trabalhadores ora com taquicardia, ora com bradicardia.

Pela técnica de desengraxe com solventes clorados, mergulha-se a peça em tanques por aproximadamente sete minutos.

O problema com os solventes clorados é que eles operam na fase gasosa, servem de transporte do óleo e sujeiras das peças, como gases são facilmente inalados.

# COM PERCLENES.E.

## NÃO TEM GRAXA.



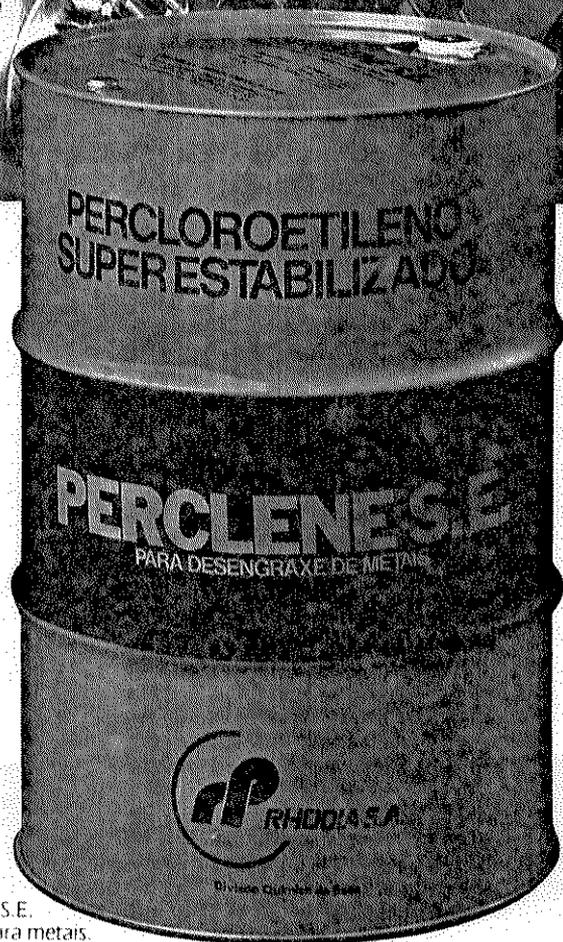
Perclene S.E. é o desengraxante da Rhodia que limpa todos os tipos de metais. Sua fórmula exclusiva garante uma estabilidade absoluta na presença de qualquer cloreto metálico, inclusive cloreto de alumínio. Além disso, Perclene S.E. não é inflamável nem explosivo.

Mesmo após regenerações sucessivas, Perclene S.E. mantém todas as propriedades originais. Seus estabilizantes suportam e inibem a formação de ácidos durante o desengraxe. Perclene S.E. é indicado para a limpeza de peças de qualquer tamanho, bem como a preparação de superfícies que requeiram um perfeito acabamento, nos setores automobilísticos, mecânico, eletroeletrônico e mecânica de precisão, adaptando-se facilmente a máquinas de fase líquida, fase vapor, fase líquida/vapor e ultra-som.

Perclene S.E. A qualidade e tecnologia Rhodia garantem o resultado.



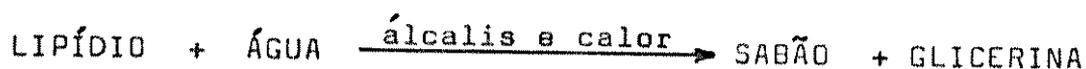
DIVISÃO QUÍMICA DE BASE  
Av. Maria Coelho Aguiar, 215 - Bloco B  
7º andar - São Paulo - SP. CEP 05804 -  
CP 60561 - Tels.: 545-3634/545-3622.



PERCLENES.E.  
é próprio para metais.  
Não deve ser usado na  
lavagem a seco de roupas.

#### 7.4.2 O desengraxe por saponificação

O desengraxe com álcalis leva à saponificação dos lipídios:



O processo descrito acima é o mesmo da fabricação do sabão: a gordura em presença de substâncias alcalinas como a soda (lixívia; carbonato de sódio,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ou a soda cáustica (hidróxido de sódio,  $\text{NaOH}$ ) e sob aquecimento, é decomposta por hidrólise nos sais do ácido graxo (sabão) e em glicerina.

Esse processo de desengraxe é muito utilizado pelo baixo custo da soda cáustica. As peças são mergulhadas em tanques de solução de soda cáustica, aquecida a  $80^\circ\text{C}$  por resistências elétricas.

As peças são presas em gancheiras e após o banho são levadas ao tanque seguinte, contendo água. Há uma grande evaporação de água no tanque de desengraxe, e o vapor arrasta a soda cáustica para o ambiente.

Após um tempo, a soda cáustica foi consumida nas reações de saponificação que ocorreram e deve ser trocada. Esse efluente deve ser neutralizado com  $\text{HCl}$  antes de ser jogado ao esgoto.

#### 7.4.3 O desengraxe eletrolítico

O banho para o desengraxe eletrolítico é composto de água, 15% de soda cáustica, 1% de cianeto de sódio, 5% de metassilicato de sódio (Essa é apenas uma das possíveis composições).

A peça é presa ao pólo, e o óleo, à medida que circula corrente elétrica, vai se desprendendo da peça, removido pelo gás que se desprende: hidrogênio no catodo ou oxigênio no anodo.

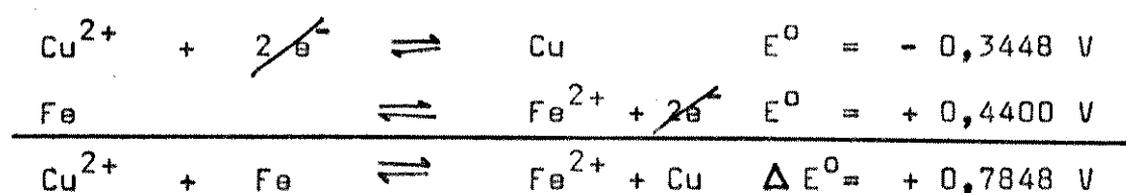
## 7.5 A teoria da eletrodeposição

### 7.5.1 A oxi-redução espontânea

Se tivermos uma chapa de um metal em contato com uma solução que contenha íons de outro metal, haverá uma deposição desse segundo metal sobre o primeiro, caso o potencial desse segundo seja menor que o do metal da chapa.

Por exemplo: se tivermos um prego de ferro e o colocarmos numa solução de sulfato de cobre II,  $\text{Cu}^{2+}\text{SO}_4^{2-}$ , cobre metálico se depositará espontaneamente sobre o prego que por sua vez perderá uma parte do ferro para a solução na forma de íons de  $\text{Fe}^{2+}$ .

Essa transformação é expressa pelas semi-reações abaixo:



a semi-reação que apresenta recebimento de elétrons é denominada redução, a que apresenta perda de elétrons é denominada oxidação. Os dois processos ocorrem concomitantemente e são opostos, sendo denominado oxi-redução. A deposição de cobre metálico sobre um objeto de ferro é portanto um processo espontâneo.

### 7.5.2 A eletrólise

O processo inverso, deposição de ferro metálico sobre um objeto de cobre terá que ser provocado pelo fornecimento de energia elétrica. Esse processo é o que ocorre nos banhos eletrolíticos, em que vamos fornecer energia elétrica para que um metal menos nobre ( com maior potencial de oxidação ) se deposite sobre outro mais nobre ( menor potencial de oxidação ). Esse processo se denomina eletrólise.

### 7.5.3 A velocidade de deposição

Um problema que ocorre na técnica de eletrodeposição é que, se houver excesso de corrente, essa camada não aderirá bem à superfície e se desprenderá por qualquer contato mecânico. Ela terá uma cor negra e não prata-brilhante como o processo pretende.

Nesse caso, adicionam-se agentes complexantes que mantêm o íon do metal firmemente preso e só o liberará lentamente, à medida que se atingir o potencial elétrico que o arrancará do complexo.

Ele se depositará lentamente sobre a chapa metálica formando um filme brilhante.

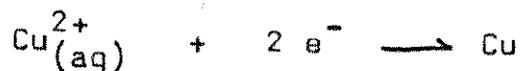
O agente complexante mais usado atualmente nos banhos de galvanoplastia é o íon cianeto,  $CN^-$ .

### 7.5.4 A teoria da galvanoplastia

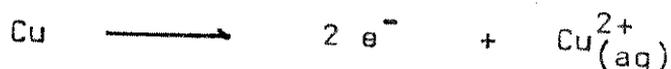
Vamos considerar o que ocorre ao colocarmos sulfato de cobre II em solução e mergulharmos dois eletrodos de cobre ligados a uma fonte de corrente contínua.

Ao colocarmos sulfato de cobre,  $Cu^{2+}SO_4^{2-}$ , em água, os íons se separam pelo isolamento elétrico que a água provoca, ficando os íons  $Cu^{2+}_{(aq)}$  e  $SO_4^{2-}_{(aq)}$  em solução.

Imergindo-se nessa solução dois fios de cobre ligados aos pólos de uma pilha, o catodo (eletrodo negativo) atrairá os íons  $Cu^{2+}$  porque eles possuem carga elétrica positiva. Ao atrair os íons  $Cu^{2+}$  o catodo lhes fornece dois elétrons que os transformarão em cobre metálico, o qual se depositará sobre o catodo:



Concomitantemente, o cobre metálico do anodo lança dois elétrons para o circuito e passa à solução na forma de íon cobre:



Esses dois processos se dão simultaneamente e o equilíbrio de cargas elétricas positivas e negativas é mantido, pois para cada íon cobre que sai da solução, um novo é formado a partir do anodo.

Ao mesmo tempo que se formam íons  $\text{Cu}^{2+}$  no anodo, os íons sulfato se dirigem para ele, equilibrando a carga elétrica.

Todo esse processo ocorre pois foi estabelecida uma diferença de potencial elétrico,  $\Delta E$ , entre os eletrodos. Esse processo, chamado eletrólise, leva no nosso caso a uma eletrodeposição de metal sobre o catodo e a um desgaste do metal do anodo.

A GALVANOPLASTIA será o processo de eletrodeposição no qual o objeto que vai receber o revestimento metálico é ligado ao pólo negativo de uma fonte de corrente contínua e se torna catodo. O metal que vai dar o revestimento é ligado ao pólo positivo e se torna o anodo.

O objeto a ser revestido deverá conduzir corrente elétrica. No caso do objeto ser de plástico, que não é condutor, um tratamento específico o tornará condutor.

Na maior parte das vezes o anodo será do metal com o qual se quer revestir o objeto: cobre, níquel, zinco, prata, cádmio. Não é o caso do crômio. A solução do banho será de sais dos respectivos metais.

Há ainda o problema de aderência de um metal ao outro. Para que a película do metal se ligue à base, além de perfeita limpeza e desengraxe, é preciso conhecer a natureza dos metais.

O níquel não dá boa adesão ao aço. Por isso, intermiedia - riamente, faz-se uma deposição prévia de cobre, que dá boa adesão com ambos.

## 7.6 A cobreação

Quando se deseja obter uma peça cromada, essa tem que passar pelas etapas de cobreação e niquelação antes de receber a camada de crômio. O primeiro revestimento é o de cobre que tem duas origens: o banho de cobre alcalino e o banho de cobre ácido.

Os banhos de cobre podem ser:

BANHOS ALCALINOS: a- de base cianeto; b- de base pirofosfato

BANHOS ÁCIDOS : a- de base sulfato; b- de base fluoborato

### 7.6.1 A. Banhos alcalinos de base cianeto

Na maior parte dos casos, esse banho precede ao banho de cobre ácido. Nele o íon cobre está complexado com o íon cianeto.

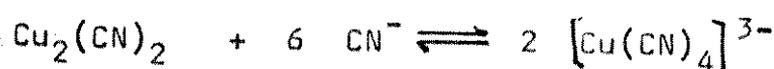
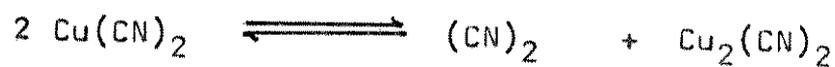
Para dar uma idéia das condições de operação desse banho, vamos considerar a linha automática de cobreação da Tergal S/A, no que se refere ao banho de cobre:

comprimento dos tanques.....41 m  
 capacidade dos tanques.....60400 l  
 filtragem contínua.....160 000 l/h  
 data de instalação.....maio/74  
 procedência/importadora.....USA e Holanda  
 importadora.....Harshaw  
 temperatura do banho.....35 a 40 °C  
 densidade de corrente.....1,5 a 4 Adm<sup>-2</sup>  
 anodos: tarugos de cobre 99,95% do tipo OFHC

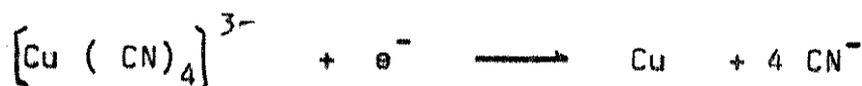
#### Composição do banho

cianeto de cobre II	Cu(CN) <sub>2</sub>	.....45 a 60 g/l
cianeto de potássio	KCN	..... 7 g/l
hidróxido de sódio	NaOH	..... 15 g/l
abrilhantador		2 ml
nivelador		5 ml
molhador		5 ml

Nesse banho ocorre uma oxi-redução na qual o cobre II é reduzido a cobre I. O cianeto funciona como agente complexante do cobre formando o íon dicianocuprato de sódio ou potássio,  $[\text{Cu}(\text{CN})_2]^-$  no qual o cobre tem estado de oxidação I. A formação desse íon se dá por oxi-redução interna e posterior complexação:



Em resumo, nesse banho há uma primeira deposição de metal, cobre, no caso:



A quantidade de cobre ou de qualquer outro metal depositado pode ser calculado teoricamente pelas Leis de Faraday, que relaciona a massa depositada no catodo com a quantidade de eletricidade consumida e o equivalente grama da substância.

### 7.6.2 Cobreação ácida de base sulfato

Os banhos de cobre ácido, de base sulfato têm a seguinte composição:

sulfato de cobre II	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	.....180 a 250 g/l
ácido sulfúrico 98%	$\text{H}_2\text{SO}_4$	..... 40 a 75 g/l
cloreto		..... 30 a 80 mg/l
abrilhantadores		
anodo de cobre fosforoso		
temperatura do banho		..... 25 a 35 °C

Há casos em que se deseja apenas esse banho: são para finalidades técnicas como eletrorrefinação, rotogravura e circuito impresso. Porém, na maioria das vezes é apenas a primeira etapa da cromeação. Forma-se uma camada brilhante de cobre sobre o aço ou o zinco. As camadas de aplicação são geralmente em torno de 10 a 25 micras. A peça a ser cobreada é presa ao pólo negativo.

É interessante notar que nesse banho o cobre II não está complexado e a reação é:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$

### 7.6.2 -B Cobreação ácida de base fluoborato

Os banhos à base de fluoboratos são usados onde é necessária uma alta velocidade de eletrodeposição. Não é comum esse tipo de banho em galvanoplastia no Brasil.

Composição do banho de cobre ácido à base de fluoborato:

tetrafluoborato de cobre II	$\text{Cu}(\text{BF}_4)_2$	.....450 g/l
ácido tetrafluobórico	$\text{HBF}_4$	.....15 a 30 g/l
ácido bórico	$\text{H}_3\text{BO}_3$	.....15 a 30 g/l
anodo de cobre		
temperatura do banho		25 a 35 °C
densidade de corrente		8 a 14 A/dm <sup>2</sup>

## 7.7 A niquelação

A segunda etapa da deposição é a formação da camada de níquel. Não há uma uniformidade na técnica de niquelação. A composição do banho variará com o tipo e dimensões da peça a ser niquelada.

A. BANHOS TIPO **WATTS**: a-normal b-alto-cloreto

B. BANHOS DE SULFAMATO DE NÍQUEL

Composição dos banhos em g/l

	NORMAL	ALTO CLORETO	SULFAMATO
sulfato de níquel	300	250 a 300	-----
cloreto de níquel	60	90	5
ácido bórico	40	45	30
sulfamato de níquel	---	---	500

### 7.7.1 Banhos tipo Watts

Enquanto o banho de níquel normal é usado em banhos para dos, o de alto cloreto é empregado quando são usados os tambores rotativos, com peças pequenas que não requeiram um acabamento muito esmerado e que possam apresentar riscos e marcas de batidas após o acabamento, como é o caso de parafusos, botões, arruelas, fivelas.

Os tambores rotativos são usados na cobreação e niquela-ção de pequenas peças. Nele são postas peças em quantidade, sendo que a corrente catódica é feita pela passagem de uma peça a outra. O polimento também se dá por atrito uma com as outras dentro do tambor rotativo. Esses tambores são de PVC, com vários furos de diâmetros diferentes para haver renovação da solução em seu interior, que deverá ter alto teor de cloreto, a fim de proporcio-nar maior condutibilidade elétrica.

### 7.7.2 Banhos de sulfamato de níquel

É mais usado na fabricação de matrizes de discos, por produzir uma camada de níquel menos frágil, mais livre de tensões.

As peças são enganchadas no pólo negativo e sobre elas o níquel da solução irá se depositar na forma de níquel metálico. A renovação do níquel da solução será feita pelo desgaste eletrolítico do anodo, que deve ser renovado à medida que seja consumido.

Existem três tipos de anodos de níquel:

Eletrolítico do tipo SD "sulfur depolarized", cujas características são: dissolvem-se mais rapidamente, tem melhor dissolução em uma faixa mais larga de densidade de corrente, até  $10 \text{ A/dm}^2$ , não sofre influência do pH, tem baixo ponto de polarização e menor probabilidade de oxidar os abrilhantadores.

2.0 tipo despolarizado, cujas características são: contém NiO e enxofre, o que produz uma dissolução uniforme; necessita de uma faixa de pH entre 4,3 e 4,8; necessita de uma densidade de corrente entre 1 e  $2 \text{ A/dm}^2$ .

3.0 tipo eletrolítico simples, características: pH entre 3 e 4, densidade de corrente inferior a  $4 \text{ A/dm}^2$ .

No caso específico da TERGAL S/A, que niquela pára-choques para as grandes montadoras de automóveis, a niquelação é feita de uma forma mais complexa, em função das próprias condições de uso do produto final.

Há passagem por três banhos de níquel. O primeiro, chamado níquel semi-brilhante, em que ocorre a deposição inicial de níquel com pouco brilho; um segundo, chamado níquel brilhante, um banho à temperatura de 45 a  $50^\circ \text{C}$  com uma composição de 30 g de  $\text{NiCl}_2$  e 40 g de  $\text{H}_3\text{BO}_3$  e 250 g de  $\text{NiSO}_4$ .

Após lavagem, passa por um terceiro banho chamado PNS, de composição próxima ao de Watts. O níquel PNS, ou banho microfissurado, forma uma rede de microfissuras que espalha a corrosão na forma de pequenas trincas pouco profundas, porém muito numerosas.

A corrosão vertical é a que leva ao aparecimento de ferrugem em pequenos pontos.

Em seguida a peça é levada a um tanque d'água e depois ao processo de cromeação. Essa niquelação descrita acima dá o chamado níquel "strike", e como foi dito é o indicado ao revestimento externo. Não é o ácido bórico presente o responsável pelo brilho na segunda etapa, mas serve como tamponador do pH. O brilho é dado por abrilhantadores sulfonados ou acetilênicos.

## 7.8 A cromeação

Com a niquelação, a peça já estava protegida da corrosão. Porém, um último banho é dado basicamente com fins decorativos, pois a peça adquire um brilho metálico levemente azulado. Esse banho, a cromeação, também oferece maior resistência à abrasão, pois o cromo é mais difícil de ser riscado que o níquel.

Temos abaixo um quadro das espessuras das camadas para efeito decorativo, expresso em micra:

Utensílios domésticos: escorredores de prato, porta-fruta, vasos, eletrodomésticos, relógios, maçanetas: 2 a 10

Dispositivos hidráulicos: torneiras, válvulas, registros d'água: 2 a 10

Acabamento de interiores de autos: frisos, botões, painéis, rádio: 5 a 10

Acabamento de exterior de autos: pára-choques, antenas, frisos: 10 a 100

Dispositivos marítimos: 10 a 100

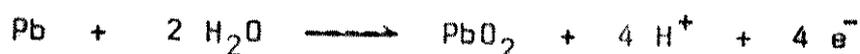
### 7.8.1 Um banho muito diferente

O banho de cromo é bastante diferente dos anteriores. Nele o anodo não se desgasta como nos outros banhos. O eletrodo é inerte; é uma liga de 93% de chumbo e 7% de estanho. Não é um anodo de cromo metálico.

O banho, de cor alaranjada, é uma solução aquosa de  $\text{CrO}_3$  óxido de cromo VI, chamado também de anidrido crômico. O  $\text{CrO}_3$  em água forma o ácido crômico,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ . É o ácido crômico do banho que é consumido durante a deposição, pois é dele que se forma o cromo metálico.

### 7.8.2 As reações que ocorrem nos eletrodos

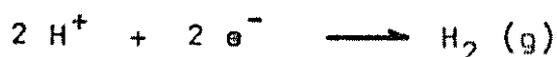
Segundo a teoria da oxi-redução, e usando a notação de íon-elétron, escreveremos a oxidação do anodo de chumbo:



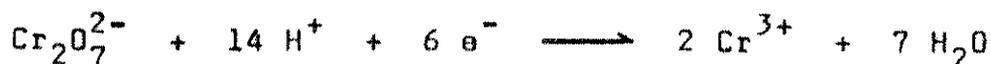
Com isso o anodo de chumbo se desgasta, enquanto a peça no catodo se reveste de crômio metálico proveniente da redução de dicromato que recebe elétrons desse pólo:



Simultaneamente estão ocorrendo reduções secundárias, como a evolução do gás hidrogênio que provoca borbulhamento no líquido e é responsável por um consumo muito grande de energia elétrica:



e a redução de Cr VI a Cr III



Condições de operação desse banho:

temperatura entre 32 e 49 °C, sendo 43° a ideal

densidade de corrente entre 5 e 25 A/dm<sup>2</sup>, sendo 10 a ideal

tensão entre 4 e 12 V

concentração de Cr VI, há banhos de baixa e de alta conc.

a) óxido de crômio VI, CrO<sub>3</sub> 248 gl<sup>-1</sup> ou 405 gl<sup>-1</sup>

b) ácido sulfúrico 98% 2,48 gl<sup>-1</sup> ou 4,05 gl<sup>-1</sup>

enquanto o primeiro apresenta custo menor, o segundo trabalha com tensão elétrica menor e oferece menos sensibilidade à contaminação e dá melhor cobertura e penetração.

## 7.9 Zincagem

### 7.9.1 Zincagem a fogo

A zincagem de uma peça ocorre tanto por um processo de eletrodeposição como por deposição de zinco fundido. Ao ferro revestido de zinco é que se dá o nome particular de ferro galvanizado, embora no segundo processo não se use corrente elétrica.

O revestimento de ferro por zinco fundido é possível porque o zinco tem uma temperatura de fusão relativamente baixa, em relação a outros metais,  $PF = 419,47^{\circ}C$ .

Durante esse tratamento, "quando uma peça de aço é mergulhada em um banho de zinco fundido, existe um período inicial de segundos ou minutos, que é função das dimensões da peça, em que o aço é trazido até à temperatura do banho. Ao ser alcançada essa temperatura, ou próximo dela, forma-se uma camada aderente de liga zinco-ferro na superfície do aço e, quando a peça é retirada do banho, observa-se sobre a camada de liga de zinco-ferro outra camada de zinco puro. Ambas as camadas contribuem para a capacidade de resistência à corrosão e para a vida útil do revestimento aplicado." (1)

A proteção com zinco é muito eficiente contra a ferrugem e é usada em materiais que ficam expostos às intempéries como os postes de luz, calhas que recolhem água da chuva, etc.

A Mecânica Jaguaribe S/A, na Av Jaguaré 288, São Paulo, faz esse tratamento com zinco para as ferragens para transmissão e distribuição de energia elétrica: suporte para isoladores (plessbow) "brackets", cinta para suporte, cremalheira, mão francesa, porca, parafuso, arruela e braços para luminárias.

---

(1) Val. Gentil. Corrosão (2 ed. Guanabara. RJ, 1987) p.332

"Os banhos de galvanização são mantidos a temperaturas entre 440 e 480 °C. O tempo de imersão influirá na espessura da liga de zinco-ferro. Em geral o tempo de imersão é de 1 a 2 minutos, seguido da retirada adequada da peça ; significará uma espessura com cerca de 600 a 700 g/m<sup>2</sup>." (1)

Mais da metade do consumo mundial de zinco está em função da produção de aço galvanizado. Os arames, os encanamentos, os oleodutos, as coberturas são materiais de aço revestidos de zinco.

### 7.9.2 A metalização

Objetos como bujões de gás, que também são de aço revestidos de zinco, o são por um processo distinto, conhecido por metalização, que consiste na aplicação de um revestimento usando-se uma pistola de metalização.

### 7.9.3 A eletrodeposição do zinco

A deposição de zinco pode ser feita eletroliticamente. Em uma indústria visitada em que a zincagem era feita em todas as peças pequenas, a camada assentada de zinco, quando dirigida ao mercado interno era de 7 micra, enquanto para exportação assentavam-se 25 micra, sendo essas três vezes mais resistentes à corrosão.

#### CARACTERÍSTICAS DO BANHO DE ZINCO

Composição do banho de zinco ácido:

cloreto de zinco  $Zn^{2+}Cl_2^-$  .....150 a 190 g/l

ácido sulfúrico

nivelador 0,4%

abrillantador 0,4%

temperatura ambiente, tensão 9 V , densidade de corrente

2 Adm<sup>-2</sup> (catódica); densidade do banho 14 a 16 Bé

---

(1) V.Gentil. op.cit. p.333

Composição do banho de zinco alcalino:

cianeto de zinco, cianeto de sódio, hidróxido de sódio

Como o zinco tem boa aderência ao aço, não é preciso fazer um depósito prévio de cobre como no caso da niquelação. Deposita-se diretamente o zinco a partir do anodo de zinco. Esses anodos são bolas de uns 10 cm de diâmetro, encaixadas num cesto de PVC. À medida que as de baixo, que estão mergulhadas no banho, vão se desgastando, vai-se acrescentado novas bolas pela parte superior. A corrente anúdica vai se transmitindo pelo contato entre elas. Esse processo é mais prático que o uso de bastões como eletrodo, pois há menor perda de zinco.

8. PARA QUEM SE PRODUZ ?

## 8.1 A moral dos objetos

Por que se produz objeto galvanizado?

Que objeto é galvanizado?

Podemos estabelecer algumas categorias de objetos que são galvanizados. A primeira seriam as bijuterias, as falsas jóias, em que o ouro e a prata são substituídos por latão revestido com um filme desses metais. Pendentes nos corpos estão correntes, brincos, broches, medalhas, pulseiras, braceletes...

Enquanto o latão é uma liga de 2/3 de cobre e 1/3 de zinco, uma outra liga, a alpaca, constituída de cobre, zinco, níquel e prata, concorre com as bijuterias banhadas em prata ou ouro.

No mesmo grupo de bijuterias podemos incluir as "prata-rias". Os temíveis presentes de casamentos e bodas de prata nas décadas de '60 e '70, terror das donas-de-casa que as tinham que manter polidas.

Esses "utensílios de prata" são os frutos de uma contradição. "Por um lado temos a expressão de prestígio que se manifesta pela riqueza, pela dilapidação e pela ociosidade. No mundo dos objetos isso se manifesta ao torná-los supérfluos: é sempre no que têm de inútil, de fútil, de supérfluo, de decorativo, de não funcional, que categorias inteiras de objetos aparecem. Esses objetos nunca se esgotam naquilo para que servem, e é nesse excesso de presença que assumem sua significação de prestígio, que "designam" não mais o mundo, mas o ser e a posição social de seu detentor."(1)

Por outro lado temos um choque entre essa moral aristocrática da imposição do ócio, de não utilidade, como fonte de valores, e a ética puritana do trabalho, que pretende que hoje o objeto, assim como o indivíduo não seja ocioso. Ele deve trabalhar, funcionar, des

(1) J. Baudrillard. "A moral dos objetos". in O sistema dos objetos.

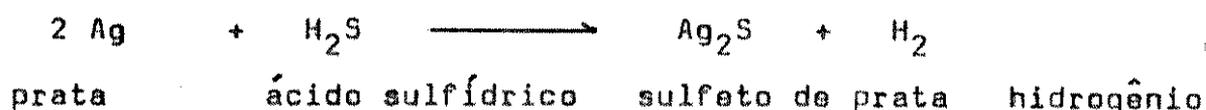
(Ed. Perspectiva S/A. Coleção Debates, 70) p. 71

culpar-se de seu antigo signo, puro de prestígio. Mas esse estatuto antigo, fundado na ostentação e no gasto, está sempre presente, mas absorvendo um discurso funcional que pode servir de álibi à função distintiva."... (1)

Assim, os objetos mostram um jogo perpétuo que resulta de um conflito moral: o objeto funcional parece decorativo, se mascara de inutilidade; o objeto fútil e ocioso se carrega de razão prática. Pura gratuidade sob uma cobertura de funcionalidade, pura prodigalidade sob aparência de moral prática.

Assim temos os paliteiros prateados que não podem ser usados, pois o próprio sal das mãos corrói o revestimento externo, e os sucessivos polimentos mostram o latão que foi revestido. E as fruteiras que não podem receber frutas, e as jarras prateadas que não podem conter água; as taças de sobremesa que são atacadas pela sobremesa!

A prata do revestimento dos utensílios escurece permanentemente, através da ação do ácido sulfídrico gasoso, poluente do ar nas regiões industriais.



O sulfeto de prata, formado por oxi-redução, é escuro e enegrece os objetos de prata. O uso de abrasivos na remoção dessa película escura, desgasta a camada de prata que tem micra de espessura. Com o contínuo desgaste dessa camada aparece a cor amarela do latão que é uma liga metálica que foi revestida de prata.

---

(1) J. Baudrillard, *op.cit.* p.75

Uma segunda categoria de objetos galvanizados são os cromados funcionais: torneiras, escorredores de prato, maçanetas, ralos, torneiras de filtro, pés de mesa e de cadeiras, puxadores de armário, focos de luz, pára-choques, faróis e botões de carro, além das armas niqueladas ou latonadas.

Atualmente, niquelados e cromados estão em sensível queda de prestígio, dando lugar na moda aos pára-choques de plástico preto, aos objetos de cromo preto, aos aços escovados e alumínio anodizados.

Tiveram seu grande impulso com o surgimento das mesas de fórmica e cadeiras estofadas, cujos pés eram de aço cromado. Era início da década de '60 no Brasil e fomos percebendo que tudo o que antes era de aço passava a ser fabricado com plástico cromado: ralos, os botões de rádio e de roupa, os frisos de geladeira, os puxadores de armário, as bases dos liquidificadores e uma infinidade de peças decorativas.

Os objetos dizem bastante sobre a posição social de seu possuidor, se forem feitas as análises de interiores e de espaços domésticos, fundadas, não no recenseamento, mas na distribuição dos objetos (centralidade/excentricidade; simetria/assimetria; hierarquia/desvio; promiscuidade/distância), nos sintagmas formais ou funcionais, em suma, uma análise da sintaxe dos objetos, esforçando-se em captar constantes de organização, segundo o tipo de habitação e de categoria social.

"Alguns aspectos vêm confirmar o compromisso cultural de classe ao nível do meio. É o triunfo do condicionamento, do envoltório-

rio por uma moralidade puritana onipotente: a higiene ritual. É o triunfo do verniz, do polido, do plaquê, do encerado, do laqueado, do lustrado, do vitrificado, do plastificado. Toda uma ética da proteção, do cuidado e da limpeza, convergente com o ritual disciplinado e enquadramento de que se tratou ( os círculos concêntricos de propriedade: postigos, cortinas, cortinas duplas; lambris, rodapés, tapeçarias; toalhas, panos de mesa, colchas, porta-papel, etc)."

Entre as técnicas citadas por Baudrillard, para condicionar superfícies, alisando-as, impedindo o assentamento de pó, higienizando-as, podemos acrescentar aquela que impediria a deterioração das superfícies metálicas através da oxidação, em particular, da ferrugem.

Os utensílios cromados, em termos técnicos, têm a função de prevenir a ferrugem; a partir do momento em que a oxidação se inicia, ela se espalhará muito mais rapidamente que na ausência de revestimento, pois se formará uma diferença de potencial entre metais, propagando a corrosão.

A terceira categoria de objetos galvanizados é a mais proximamente vinculada à tecnologia de ponta: inclui a produção de componentes eletrônicos como os circuitos impressos para computadores, geralmente depósito de ouro; entra como intermediário na produção de discos, revestindo de níquel os sulcos da matriz, a partir da qual os acetatos serão impressos. A coroa acoplada ao eixo de carro, também é provisoriamente revestida para poder sofrer um recozimento sem perder a têmpera. O revestimento é posteriormente removido, conforme se pode ver na Braseixos, do Grupo Vidigal, em Osasco- SP.

Como quarta categoria de componentes galvanizados consideramos os objetos zincados e estanhados, os quais não têm compromisso com a estética e sim apenas com a funcionalidade, com a prevenção da ferrugem. Domesticamente podemos ver objetos zincados como as calhas de escoar águas de chuva, baldes, pás de lixo, parafusos, arames, braçadeiras de mangueiras d'água e de gás, etc. Já entre os equipamentos de uso público, temos todas as peças das instalações de postes de iluminação e de água canalizada.

## 8.2 O tratamento dos efluentes

A relação da indústria com a sociedade na qual se situa se dá por meio da compra dos eletrodos, dos reagentes para banhos, das peças a serem revestidas, da água, dos tanques e máquinas, etc. Com o emprego da energia elétrica e do trabalho humano, vai ocorrer a produção das peças revestidas e dos efluentes.

Através desses dois produtos, a indústria volta a se relacionar com a sociedade. Mas ela não trata igualmente os seus dois produtos. Aos efluentes será dado o tratamento de vilão da estória. Nas pequenas empresas ele será colocado esgoto abaixo, enquanto nas maiores, mais visadas pela CETESB, sofrem um tratamento muito precário, insuficiente para considerá-los inócuos. São esses tratamentos que procuraremos analisar com mais detalhe.

O mais simples desses tratamentos é a neutralização dos ácidos e das bases. Os ácidos provenientes da decapagem, muriático ou sulfúrico, vão sendo consumidos ao retirar a ferrugem das peças no processo. Abaixo de determinada concentração, medida indiretamente através da densidade, em graus Baumé, o banho precisa ser renovado, e o ácido é jogado fora.

Também as bases, provenientes dos banhos de desengraxe alcalino, onde saponificam as gorduras, são jogadas fora após serem parcialmente consumidas.

Na maioria das vezes, nem a propriedade de se neutralizarem mutuamente é empregada nos efluentes ácidos e básicos. As empresas fazem uma diluição dessas soluções antes de jogá-las na canalização, a fim de evitar um impacto ambiental muito grande.

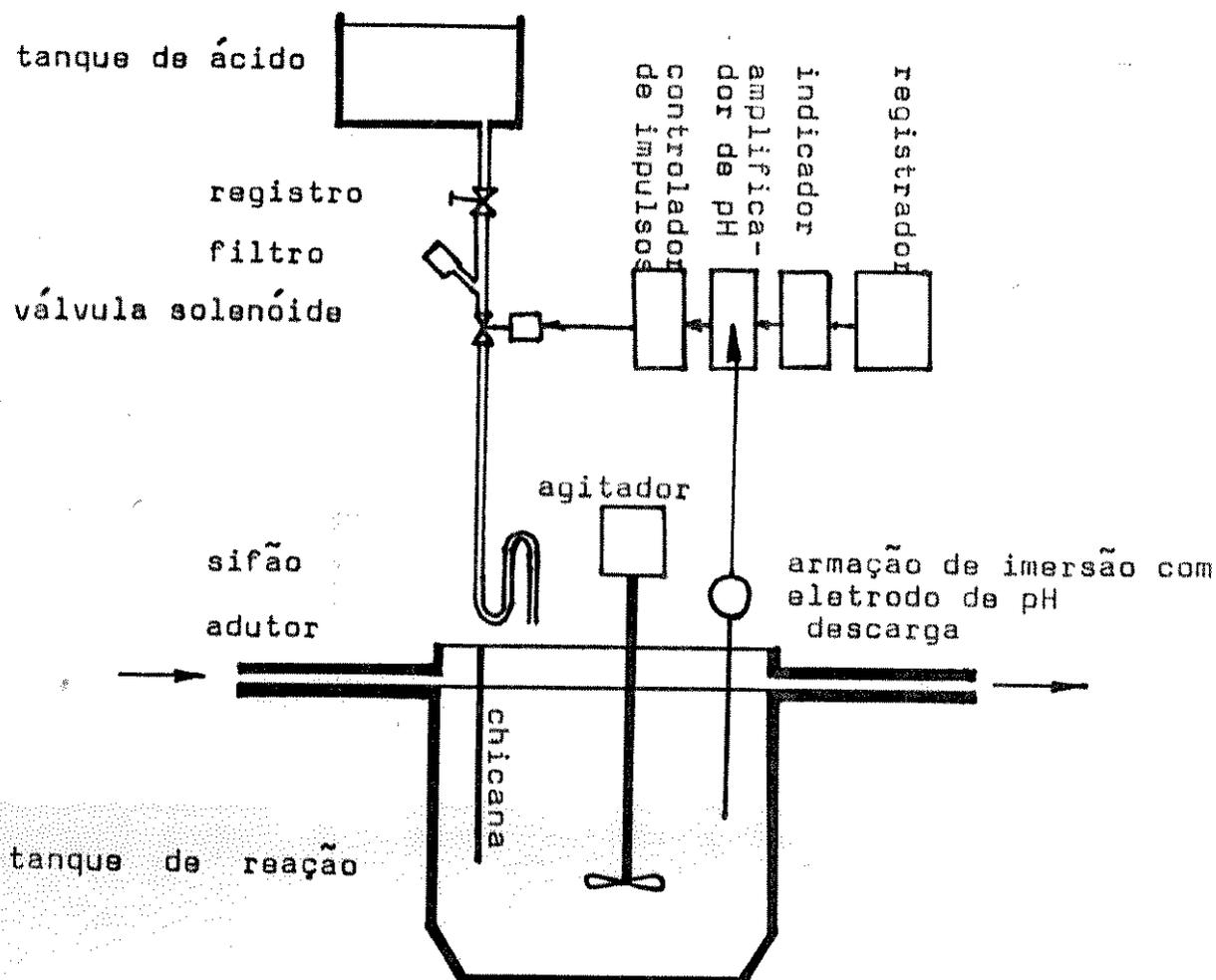
### 8.2.1 Neutralização em processo contínuo

A empresa Metrohm, através de sua representante no Brasil, Micronal S/A, vende às empresas, o equipamento abaixo esquematizado, denominado Neutralizador em Processo Contínuo, para efluentes ácidos ou básicos, que são despejados na canalização ou em um decantador.

O tanque de reação, no qual o efluente é neutralizado, é o percurso de controle. A determinação de suas características depende da relação entre a vazão de entrada e saída de água, o volume do tanque e a capacidade do agitador.

O equipamento de controle consta de uma armação de imersão, com eletrodo para medir pH, ligado a um amplificador de pH, um controlador de impulsos, um registrador e à válvula de dosagem e tubulação de dosagem que finda em um sifão.

#### NEUTRALIZADOR EM PROCESSO CONTÍNUO



O efluente a ser neutralizado entra no tanque de reação, passando por baixo da chicana, alcançando a área de ação do agitador. O valor de pH sensorizado pelo eletrodo de pH é levado para o amplificador que aumenta o sinal recebido. Ligados após o amplificador estão o controlador de impulsos e o indicador. Quando o valor de pH foge do valor de ajuste, será emitido um sinal através do controlador de impulsos para a correspondente válvula de dosagem. Quando o desvio é pequeno, a válvula abrirá por pouco tempo; se o desvio é grande, o tempo de abertura é mais longo. O retorno de ar na tubulação adiante da válvula pode ser evitado através da montagem de um sifão no fim da tubulação.

#### 8.2.2 Os efluentes de crômio e cianeto

Entre os motivos pelos quais não são tratados os efluentes das indústrias galvânicas, dois são os principais: o preço dos equipamentos e a falta de espaço para os tanques de tratamento e os leitos de secagem. Sabemos que em outros países, os efluentes são recolhidos das várias indústrias e tratados conjuntamente. Raras indústrias tratam os efluentes, entre elas podemos citar a Marcopolo S/A, indústria de ônibus de Caxias do Sul, que faz o tratamento no distrito de Ana Rech, e a Máquinas Sanches Blanes S/A, de Ribeirão Pires, na Grande São Paulo, produtora de tornos mecânicos, plainas limadoras, fresadoras, furadeiras e ferramentas, que tem fundição, fabricação de motores, cementação, têmpera, pintura e galvanoplastia. A empresa está instalada em uma área coberta de 22 mil  $m^2$ , com um terreno de 250 mil  $m^2$ , que permite uma planta de tratamento de esgoto.

O projeto para a instalação da estação de tratamento de efluentes foi feito pela firma Lineu Montebello, que propôs um sistema integrado para o tratamento das águas resultantes do processamento industrial e dos esgotos sanitários. Trataremos aqui, apenas dos despejos e não dos resíduos sólidos e fumaças dos fornos de fundição. Os despejos são divididos em quatro categorias:

despejos ácidos e alcalinos; isentos de cromo e cianeto;

despejos contendo cromo;

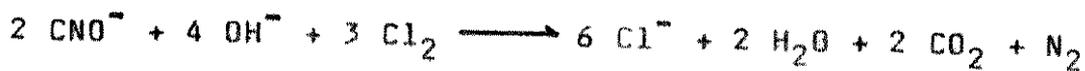
despejos contendo cianeto;

despejos domésticos e águas de refrigeração das máquinas de usinagem.

No tratamento, os despejos ácidos e alcalinos são misturados visando a aproveitar sua capacidade mútua de neutralização.

Os despejos sanitários são juntados às águas de refrigeração devido à biodegradabilidade de ambos.

Os cianetos são tratados com hipoclorito de sódio,  $\text{NaClO}$ , na chamada oxidação por cloração alcalina:



Para 1 kg de cianeto, precisa-se 7,3 kg de soda cáustica e 6,8 kg de cloro.

Esse tratamento é feito de forma contínua, em dois tanques. A água é recolhida por tubulação em um tanque de armazenagem e segue por recalque ao tanque de tratamento, onde é feita a dosagem dos reagentes. Em seguida, o líquido resultante, com pH em torno de 9, é misturado em outro tanque com os efluentes ácidos e alcalinos. É feita a correção de pH e a decantação dos resíduos sólidos.

### 8.2.3 Os despejos de crômio

O processo para tratamento dos despejos de crômio, é feito em meio ácido e consiste na redução do Cr VI a Cr III, e a precipitação desse último; o agente redutor é o bissulfito de sódio: o ácido crômico,  $H_2CrO_4$ , é reduzido pelo sulfito ácido,  $HSO_3^-$ .



O acidulante usado é o ácido sulfúrico, o pH menor que 2 e o tempo de reação é de meia hora. O crômio III formado é precipitado com cal, hidróxido de cálcio. Depois da redução do crômio, esses líquidos se misturam aos despejos ácidos e alcalinos para correção de pH, através de ácido sulfúrico e soda e o valor do pH fica em torno de 8,5. Dá-se a precipitação de metais pelo hidróxido e esse lodo decantado vai para os leitos de secagem. O efluente sobrenadante deve ser corrigido em seu pH, em torno de 6 a 8, e é lançado no Rio Guaió, afluente do Tietê.

O Rio Guaió é enquadrado na legislação na categoria Classe II, que engloba as águas destinadas ao abastecimento doméstico e a irrigação de hortas. Nessas águas são estabelecidos vários limites, entre eles se destacam:

concentração máxima de arsênio.....	0,1 mg/l
concentração máxima de crômio.....	0,05 mg/l
concentração máxima de cianeto.....	0,2 mg/l

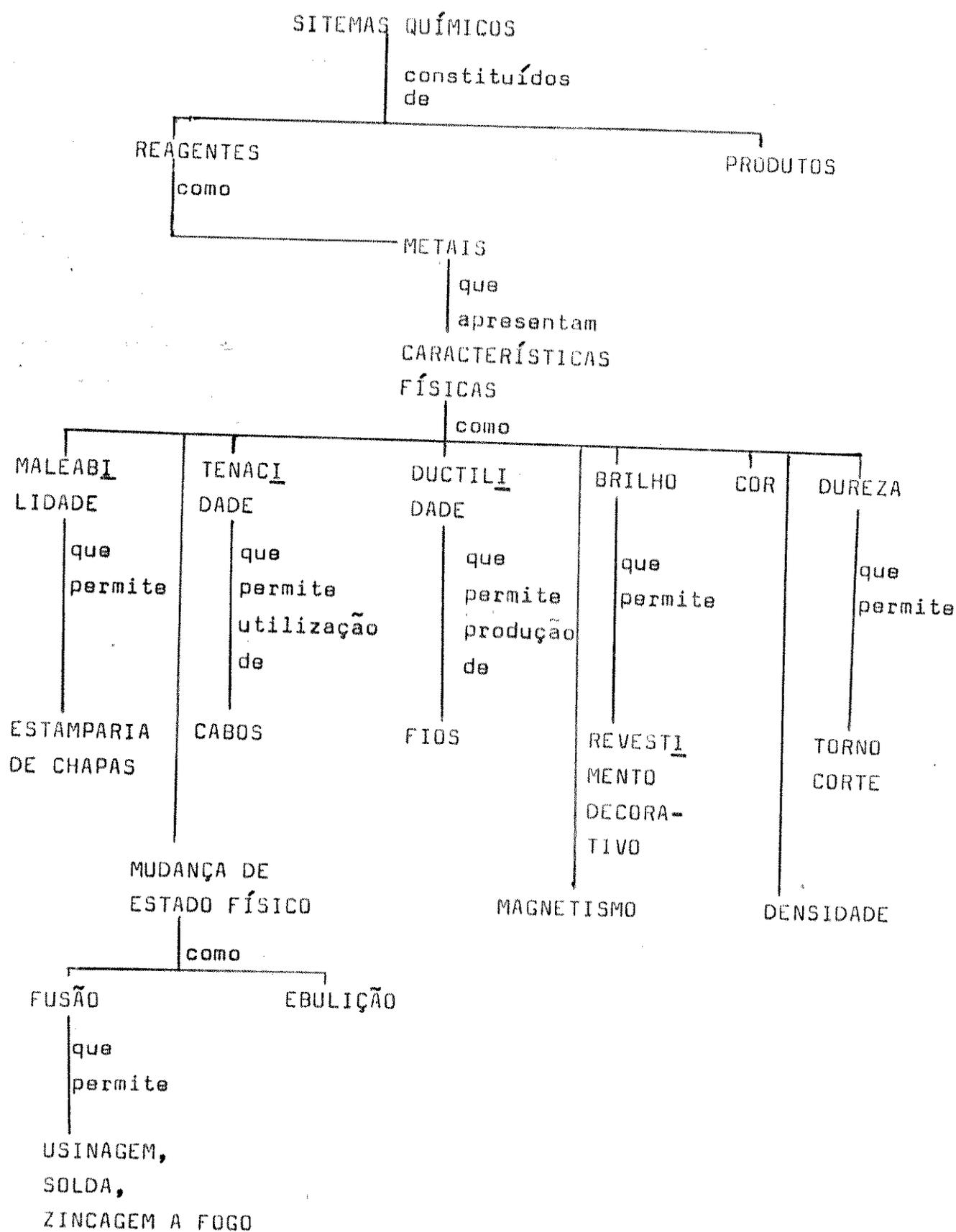
Como foi possível mostrar, há técnicas desenvolvidas para tratar efluentes, mas seja por problemas de espaço, de custos, de tecnologia, esses efluentes são simplesmente jogados no esgoto, na imensa maioria dos casos.

CAPÍTULO III

OS TRABALHOS E OS DIAS

1. COMO SE COMPORTAM OS METAIS EM PRESENÇA DE AGENTES FÍSICOS ?

QUADRO 1 As propriedades físicas dos metais



Esses conceitos pretendem explicar o comportamento físico de metais e o porque de um revestir o outro na galvanoplastia. Que propriedades são mais desejáveis e quais metais as têm.

## 1.1 Propriedades físicas dos metais

Através dos textos que se seguem, e das aulas de laboratório, serão adquiridos os conceitos necessários à introdução ao problema da eletrodeposição de metais. Com a visita a uma galvanoplastia, esse processo de produção será situado em termos social, econômico e histórico.

Faz-se inicialmente um estudo das propriedades físicas e químicas dos metais. Quanto à química de metais, nos restringimos inicialmente ao comportamento desses em presença de ácido clorídrico e procuraremos chegar à lei que explica o comportamento dos metais em presença de ácidos.

O primeiro contato que teremos com os metais, nesse curso, será através de suas propriedades físicas, manuseando-os. Com os alunos sentados em círculo, os metais vão sendo passados, um de cada vez, para se sentir e comparar as suas maleabilidades, durezas, brilhos, cores, densidades, magnetismos.

Isso de uma forma qualitativa, percebendo as propriedades mais notáveis: o estado físico e a alta densidade do mercúrio, cor do cobre, magnetismos de ferro, níquel e cobalto, alta densidade e baixa dureza do chumbo, baixas densidades do alumínio, magnésio, sódio e potássio.

Como no final do bimestre os alunos receberão uma amostra de metal para analisar e identificar, as propriedades físicas colaborarão nessa identificação. Vai-se percebendo que há características para cada um e se buscará a unidade na diversidade, que será o conceito de metal.

### A. Maleabilidade

Malear | Do lat. malleu, 'malho' 'martelo', + ar |

Propriedade dos materiais sólidos de, quando martelados, cederem sem se romperem. Por essa propriedade é possível obter lâminas muito finas.

São maleáveis o chumbo, a prata, o ouro, do qual se pode fazer lâminas finíssimas. Em oposição temos os cristais, o gelo, os pedregulhos, que quando martelados se quebram. Os materiais não maleáveis são ditos friáveis.

### B. Ductilidade

Ducto | Do lat. ductu, 'fio' 'canal' |

Propriedade dos sólidos de poderem ser transformados em fios sem se romperem.

São fios os arames de ferro, os cabos elétricos de cobre.

### C. Tenacidade

Tenaz | Do lat. tenace, tenax, tenacis, 'que se prende com força', 'viscoso', 'pegajoso' |

Propriedade pela qual os sólidos podem ser puxados, traçados, sem se romperem. Por essa característica, podem-se usar cabos de aço para tracionar grandes cargas sem que aqueles se rompam, como no caso de guindastes.

D. Dureza

| Do lat. duritia, ae a dureza, solidez, firmeza |

Resistência que o sólido oferece ao esforço exercido a sua superfície com o fim de o riscar.

Uma esponja de aço risca uma panela de alumínio.

O chumbo pode ser riscado com a unha; o cobre não.

O vidro pode ser riscado pelo diamante.

E. Ponto de fusão

A temperatura na qual o sólido passa a líquido, no caso de uma substância pura, não varia e é denominado ponto de fusão ou temperatura de fusão. Essa temperatura coincide com a do processo inverso, ou seja, do líquido passar a sólido. O ponto de fusão depende da pressão.

F. Ponto de ebulição

É a temperatura na qual um líquido puro entra em ebulição. Cada líquido puro tem um ponto de ebulição fixo, que é função da pressão.

G. Densidade

É a relação entre a massa e o volume de um material.

Como o volume de um material varia com a temperatura, a densidade também varia, mas é fixa a uma determinada temperatura.

A densidade da água, a 4°C, é 1,0 g/cm<sup>3</sup>, ou seja, 1,0 cm<sup>3</sup> de água tem massa de 1,0 g.

A 20°C, a densidade do chumbo é 11,3 g/cm<sup>3</sup>,

A 20°C, a densidade do sódio é 0,9 g/cm<sup>3</sup>, ou seja, 1,0 cm<sup>3</sup> de sódio tem massa de 0,9 g.

Disso decorre que, quando colocados em água, o chumbo vai ao fundo, pois é mais denso, e o sódio flutua, pois é menos denso que a água.

#### H. Brilho

É a reflexão da luz por uma superfície.

Todos os metais, quando polidos, refletem a luz, ou seja, brilham. Porém a maioria deles, por contato com o ar adquire uma película opaca na superfície, perdendo o brilho.

Uma panela de alumínio, quando esfregada com esponja de aço, adquire brilho, mas em contato com ar o vai perdendo.

#### I. Cor

A cor decorre da absorção e reflexão da luz.

Os metais têm cor cinza-prateado, com exceção do cobre e do ouro, que têm cores características.

#### J. Ferromagnetismo

É a propriedade de um corpo ser atraído por ímã. São ferro magnéticos apenas os metais ferro, níquel e cobalto. Essa propriedade se manifesta mesmo que se coloque o metal dentro de um tubo de ensaio e se passe o ímã por fora.

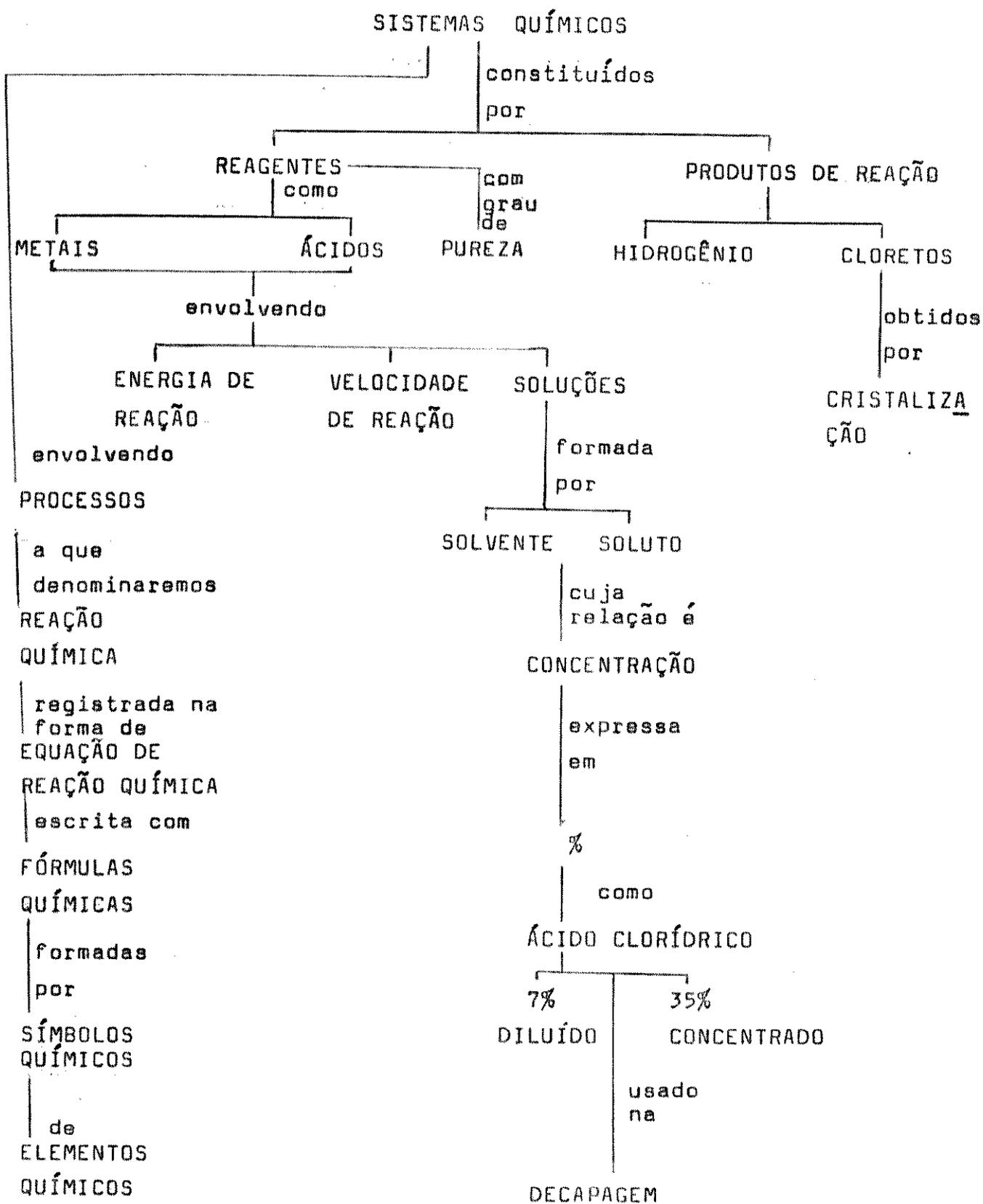
## TABELA 1

## CONSTANTES FÍSICAS DOS METAIS

METAIS	P F °C	P E °C	$d^{20^{\circ}\text{C}}$ g.cm <sup>-3</sup>
ALUMÍNIO	659,8	2270	2,70
CÁLCIO	851	1487	1,55
CHUMBO	327,5	1755	11,34
COBALTO	1490	2900	8,70
COBRE	1083	2310	8,92
CRÔMIO	1093	2475	7,18
ESTANHO	231,8	2362	7,31/5,75
FERRO	1535	2735	7,87
MAGNÉSIO	651	1107	1,75
MANGANÊS	1260	1900	7,21
MERCÚRIO	- 38,89	356,9	13,54
NÍQUEL	1452	2730	8,9
OURO	1063	2600	19,3
PRATA	960,5	1950	10,5
SÓDIO	97,9	882,9	0,971
ZINCO	419,4	907	7,14

2. COMO SE COMPORTAM OS METAIS EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO ?

QUADRO 2 A interação de metais e ácidos



Após esses conceitos, os alunos saberão distinguir os metais entre si, além de entender diluição de soluções e características químicas de vários metais.

## 2.1 Como se comportam os metais em presença de ácido clorídrico?

Para responder a esse problema, temos que:

1. partir da observação de como cada metal se comporta em presença de ácido clorídrico;
2. anotar de uma forma organizada toda transformação que ocorrer em cada caso;
3. perceber que comportamentos se repetem e com que frequência;
4. expressar essa regularidade na forma de uma hipótese:  
 "Talvez os metais em presença de ácido clorídrico se comportem da seguinte forma..."
5. testar com mais metais para saber se a hipótese é confirmada;
6. caso o comportamento se repita para todos, teremos uma lei de comportamento dos metais em presença de ácido clorídrico. Caso não se confirme com outros metais, deveremos abandonar essa hipótese, que permanecerá válida para aqueles casos restritos. Procuraremos então, um comportamento que englobe mais casos para a lei ser mais geral.
7. finalmente, esse conhecimento adquirido deve ser divulgado.

Por outro lado, o comportamento individual para cada metal também é importante, pois diante de uma amostra desconhecida de metal é possível identificá-lo com base no seu comportamento; cada grupo pode ir sendo subdividido em função das propriedades até chegarmos a um único metal possível,

A esse método dá-se o nome de análise química.

### 2.1.1 O controle das variáveis

Para sabermos qual é o comportamento químico dos metais em presença de ácido clorídrico, precisamos variar os metais, mas manter fixas todas as outras variáveis envolvidas, para termos a certeza de que a mudança que ocorrer será exclusivamente em função da natureza do metal.

E quais seriam as variáveis a serem controladas?

- A. A concentração da solução aquosa de ácido clorídrico;
- B. o volume da solução de ácido clorídrico;
- C. a temperatura e pressão ambientes;
- D. a pureza dos metais.

Sem esse controle, os resultados poderão ser falsos.

Vamos ver com mais detalhe como se faz esse controle.

O volume será sempre de 3,0 ml, medidos num cilindro graduado de 10,0 ml.

Começaremos os experimentos nas condições ambientes de pressão e temperatura. Caso não ocorra transformação após alguns segundos, então a mistura é aquecida à chama do bico de Bunsen para que a reação se acelere. Geralmente após a remoção de uma película de metal oxidado, a reação transcorre espontaneamente.

É preciso distinguir o que é desprendimento de bolhas de gás por reação, do que é desprendimento de bolhas de vapor d'água pela ebulição.

Para garantir a pureza é preciso polir o metal antes de agregar o ácido, para remover a superfície do metal que foi oxidado pelo ar.

Quando o metal está em pó, convém reagir-lo com ácido para remover esse material oxidado. Alguns metais podem ter contaminação por substâncias que não reajam com ácido clorídrico, como por exemplo, partículas de carvão provenientes de sua fabricação.

Nas embalagens comerciais de ácido clorídrico, a concentração é estabelecida em porcentagem em peso. Apresenta-se no rótulo, a faixa de porcentagem, exemplo, 36,5% a 37,5%. A cada porcentagem em peso, corresponde uma densidade da solução.

A cada temperatura temos um máximo de ácido clorídrico que se dissolve em água. A solução de ácido clorídrico a 37% é uma soluçãõ que tem 37% de ácido puro e 63% de água. Vamos trabalhar em laboratório com uma solução diluída com aproximadamente 7% de concentração.

Para prepararmos uma solução a 7%, de volume 100 ml, devemos partir de .....ml de solução a 35%.

Façamos a regra de três inversa:

100 ml ..... 7%

x ml .....35%

Um ácido clorídrico vendido no comércio, usado para limpeza de pisos, de calaçaõ ou para remover ferrugem, recebe o nome especial de ácido muriático | do Lat. muriaticus, a, um 'posto em salmoura|. É o ácido clorídrico com um grau de impureza elevado, principalmente por compostos de ferro, que o deixam amarelo. Bem mais barato, pode ser usado após diluição, nos experimentos que vamos efetuar.

### 2.1.2 Por que começar com metais?

A proposta de se iniciar um trabalho sobre metais satisfaz vários requisitos para um curso introdutório:

O metal e suas ligas são parte do cotidiano em qualquer classe social: peças de cobre, ferro, alumínio, zinco, ouro, prata, estanho, chumbo; peças com banho de cromo, níquel; rodas com magnésio; mercúrio de termômetros; ou latão, bronze, aço, aço inoxidável e outras ligas. São bons temas geradores numa sociedade industrializada como as das cidades do sul-sudeste brasileiro.

O metal dá margem a muitas entradas para cursos que procuram discutir a sociedade industrial capitalista, através:

dos minérios, metalurgia e siderurgia;

da eletrodeposição de metais;

dos pigmentos inorgânicos em cerâmicas e vidros;

da radiatividade.

### 2.1.3 Os passos da pesquisa

Tendo escolhido como tema gerador a galvanoplastia, ou seja, a eletrodeposição de metais, procuraremos, dentro dessa técnica, reconhecer quais são as operações envolvidas e que conceitos químicos fundamentam o trabalho. Estaremos estudando a tecnologia, ou seja, a aplicação dos conhecimentos científicos sobre a técnica de produção.

O método que vamos empregar usará como estratégia colocar a questão:

Como se comportam os metais em presença de ácido clorídrico?

Iremos colocando um metal de cada vez com ácido clorídrico, não ao acaso, mas segundo uma ordem em que as complexidades vão ap

parecendo sucessivamente, à medida que o aluno domine as técnicas mais simples.

Começamos com o níquel que reage à temperatura ambiente, lentamente, e por aquecimento acelera a reação. O produto da reação é verde, o que evidencia uma transformação, e por cristalização pode-se recuperar o produto obtido, o cloreto de níquel hexaidratado,  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Em seguida, faz-se com o zinco, cuja diferença é não formar composto colorido, mas por cristalização será possível observar o cloreto de zinco, pastoso, pois não chega a perder toda água.

Essas reações não oferecem problemas para serem acompanhadas e anotadas, pois têm uma velocidade compatível com a necessidade de anotar.

Segue-se, utilizando-se o magnésio, que tem uma reação rápida com o ácido. O alumínio, apesar de no início ter reação lenta, por aquecimento se torna bem rápida. Os cloretos de zinco, magnésio e alumínio dão soluções incolores.

Utilizando-se o cobalto, o cloreto de cobalto ao ser cristalizado é róseo no início, devido ao íon cobalto II, hexaidratado. Quando se torna menos hidratado adquire cor azul.

Essa característica interessante faz com que os sais de cobalto sejam utilizados como indicadores de umidade e de clima.

Impregnado em objetos, são comercializados em toda boa rodoviária e restaurantes de estrada na forma de um galinho que muda de cor conforme o clima, azul em tempo seco e róseo em tempo úmido. Mas também aparelhos que não podem receber umidade, como máquinas fotográficas, gravadores, vêm acompanhados de um saquinho contendo sílica, um secante, impregnada com sais de cobalto. Se esti -

ver seco estará azul, se estiver úmido estará róseo e deverá ser mu dado.

Todos esses metais até aqui (se tivermos amostras podere-  
mos fazer também com manganês, crômio, cálcio, etc.) reagem com áci-  
do clorídrico a 5%, à temperatura ambiente e se acelera por aqueci-  
mento. Para o chumbo e o estanho tal não acontece. A reação se ini-  
cia imperceptível e forma um cloreto que tendo baixa solubilidade,  
se deposita sobre o metal e impede o prosseguimento da reação. Por  
aquecimento esse cloreto se dissolve, mas a reação continua impercep-  
tível.

Com adição de ácido clorídrico a 35%, começa um desprendi-  
mento de hidrogênio à temperatura ambiente sobre o estanho. Para o  
chumbo isso só ocorrerá por aquecimento.

Essas reações que envolvem substância irritante de mucosa,  
como o HCl gasoso, devem ser realizadas na capela de gases.

Todas as soluções obtidas nas reações descritas devem ser  
recolhidas em frascos de reagentes e rotuladas. Caso haja algum re-  
síduo de metal, coloca-se mais ácido para dissolvê-lo. Não devemos  
jogar na pia, por dois motivos: estaríamos desperdiçando um reagente  
de que poderemos necessitar em outra ocasião, e estamos alertando  
os alunos quanto à questão dos efluentes industriais e a necessida-  
de de serem tratados.

Após termos feito a generalização do comportamento dos me-  
tais com ácido clorídrico, testaremos a hipótese, primeiro com fer-  
ro, que a confirma, e posteriormente com cobre, mercúrio e prata de  
filme de raio X, que mesmo com HCl 35%, a quente, não reagem. Têm po-  
tencial normal de oxi-redução inferior ao do hidrogênio.

#### 2.1.4 O registro da experiência

Vamos usar um esquema de registro das observações na forma de tabela. Esse esquema tem a vantagem de distinguir bem o que se está misturando, as transformações que ocorrem durante alguns minutos e o que se forma após essa transformação.

Esse esquema foi adotado para não confundir substâncias que reagem e o processo ocorrido. Ele deixa claro o que se transforma e o que não se transforma.

Damos o nome de sistema ao nosso objeto de estudo, sistema inicial à mistura que sofrerá transformação e sistema final à mistura após a transformação sofrida.

Um sistema é aberto quando troca massa e energia com o ambiente, é fechado quando troca energia mas não troca massa, é isolado quando não troca nem massa nem energia com o ambiente.

Nas experiências que vamos realizar o sistema é aberto.

NOME

DATA

COMPORTAMENTO DO .....METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO		
SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
	<ol style="list-style-type: none"><li>1. temperatura ambiente</li><li>2. pressão ambiente</li></ol>	
REAGENTES		PRODUTOS DE REAÇÃO

### 2.1.5 Registrando as observações

Como se comportam os metais em presença de ácido clorídrico? Para registrarmos as observações sobre o comportamento dos metais, vamos usar o seguinte esquema:

#### COLUNA 1 SISTEMA INICIAL

Registra-se o conjunto de substâncias misturadas no tubo de ensaio:

- a- tubo de ensaio, limpo
- b-1 o nome do metal, polido e adicionado com uma espátula caso esteja pulverizado.
- b-2 o estado físico e a forma como se apresenta: pó, raspas, limalha, chapa, barra, lâmina, fita, fio, cavaco.
- b-3 a massa aproximada
- b-4 a cor                      b-5 símbolo químico
- c-1 ácido clorídrico, medido num cilindro graduado
- c-2 solução aquosa
- c-3 concentração da solução em porcentagem em massa
- c-4 cor da solução
- c-5 volume da solução, que vamos padronizar em 3,0 ml
- d- água, presente na solução de ácido clorídrico
- e- ar; maiores componentes: nitrogênio 78%, oxigênio 20%
- f- excesso de ... (após a reação saberemos se o excesso foi de ácido ou de metal)
- g- impurezas não reativas, caso haja.

## COLUNA 2      PROCESSO

a- temperatura ambiente

    pressão ambiente

Relata-se toda transformação que ocorrer após a mistura :  
desprendimento de gases, aparecimento de cor na solução, variação  
na dimensão do metal, etc.

b- por aquecimento à chama do bico de Bunsen

Caso as mudanças à temperatura ambiente sejam muito lentas,  
deve-se aquecer a mistura até a temperatura de ebulição, aproximadamente 100°C.

c- anota-se o tempo de duração da reação

## COLUNA 3      SISTEMA FINAL

Registra-se o conjunto de substâncias existentes após a transformação ocorrida.

a- tubo de ensaio

b- substância originada a partir do metal e obtida por  
    cristalização

c- gás desprendido

d- água

e- ar

f- excesso de.....(metal ou ácido)

g- impurezas não reativas, caso haja.

Esse esquema é repetido para níquel, zinco, magnésio, alumínio, estanho e chumbo. É optativo para cobalto, manganês, sódio, potássio e cálcio, metais mais difíceis de se encontrar nas escolas.

Sempre que possível usamos metais sucateados, embora cientes de não estarmos trabalhando com os metais puros.

Usamos estanho de filamento de fusível, fios de solda

Usamos chumbo de acumuladores, chumbo de espingarda ou de pesca

Usamos alumínio de rebites e papel alumínio

Usamos ferro de pregos e muitos outros artefatos

Usamos zinco e níquel de restos de eletrodos de galvanização

Usamos cobre de cabos elétricos ou chapas

Usamos prata de filmes de raio X revelados

Começamos com o níquel por formar, em reação com ácido cloridrico, um composto verde, cloreto de níquel, que facilita a constatação de que se forma uma substância nova a partir da transformação. O zinco dá origem a uma solução incolor, mas por cristalização pode-se obter uma substância branca, cloreto de zinco.

O cobalto dá origem a uma substância cor de vinho; por cristalização, obtém-se o cloreto de cobalto, rosa ou vinho, que por desidratação torna-se azul.

O magnésio dá uma reação bem rápida e uma solução incolor.

O manganês dá uma solução praticamente incolor, mas por cristalização obtém-se o cloreto de manganês, róseo. A reação é rápida.

O alumínio começa a reação a uma velocidade lenta, mas por aquecimento torna-se muito rápida; a mistura fica acinzentada devido ao alumínio finamente dividido.

O estanho e o chumbo não reagem com ácido clorídrico diluído, nem à temperatura ambiente nem por aquecimento. Temos então que usar ácido clorídrico de concentração 35%. Nessas condições, o estanho reage à temperatura ambiente e o chumbo reage após aquecimento.

Para sódio, potássio e cálcio, deve-se fazer o teste em um béquer ao invés de tubo de ensaio. Colocam-se uns 150 ml de água num béquer de 250 ml, adicionam-se 3,0 ml de ácido. Esses metais reagem instantaneamente, boiando no líquido, pois o potássio e o sódio têm densidade menor que a água. Eles giram sem parar até reagirem totalmente. O cálcio não bóia, é mais denso que a água.

Após o término das anotações, cancelamos o que apareceu repetido no sistema inicial e no sistema final. São as substâncias que não sofreram transformações químicas.

Após o cancelamento, teremos no sistema inicial, apenas as substâncias que sofreram transformação. Daremos a elas o nome de REAGENTES. Ao processo de transformação daremos o nome de REAÇÃO QUÍMICA.

Após o cancelamento, teremos no sistema final apenas substâncias que não existiam no início do processo. A elas daremos o nome de PRODUTOS DE REAÇÃO.

A síntese do que ocorre é dado pela equação química cujo esquema é : REAGENTES  $\longrightarrow$  PRODUTOS DE REAÇÃO

### 2.1.6 Técnica de identificação de gases mais comuns

Prende-se o gás que se desprende tampando-se com o dedo a saída do tubo de ensaio onde está ocorrendo a reação. Quando se sente que o gás está exercendo uma pressão que torna difícil reter com o dedo, aproxima-se uma chama de fósforo ou do bico de Bunsen. Os gases mais comuns têm o seguinte comportamento:

- a- se houver uma pequena explosão, um estampido, esse gás é o hidrogênio;
- b- se a chama diminui ou se apaga é o gás carbônico;
- c- se o palito em brasa se reacende ou reaviva é o oxigênio.

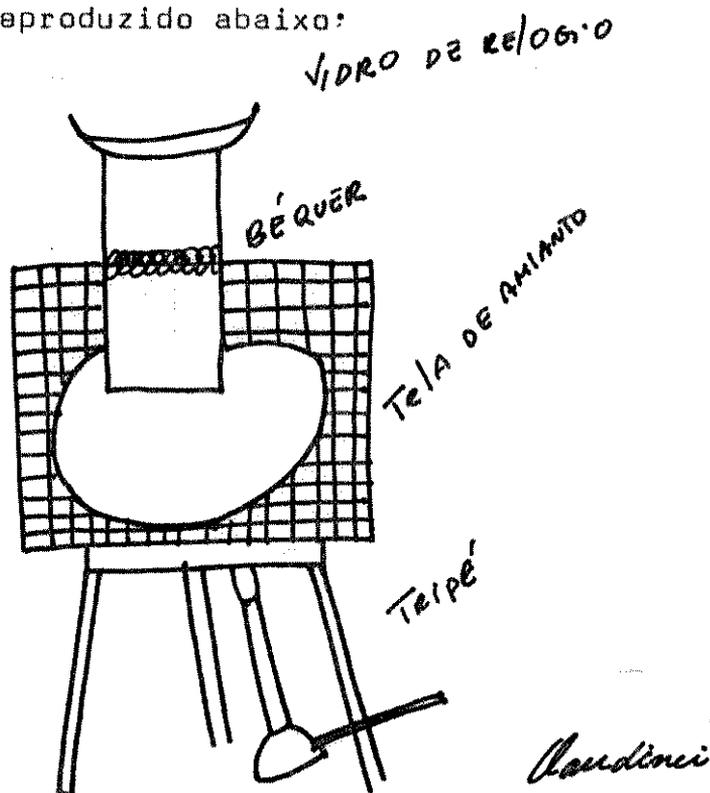
### 2.1.7 Técnica de cristalização

A cristalização se faz colocando-se sobre um tripé com tela de amianto, um béquer com água e sobre ele, vidro de relógio.

Ferve-se a água e junta-se o sobrenadante de vários tubos de ensaio no vidro de relógio. Com o calor do vapor d'água do béquer, a água do vidro de relógio vaporiza-se e cristaliza-se o cloreto do metal empregado.

#### 4.1.7-A Montagem do equipamento de cristalização

Cada vez que se faz a reação entre um metal e ácido clorídrico, recolho a solução produzida em cada tubo de ensaio e faço a vaporização da água para obter o sal sólido formado que estava em solução, na maioria das vezes incolor. Para essa vaporização monta-se o equipamento reproduzido abaixo:



O meu objetivo ao pedir para desenharem o equipamento é que cada aluno entenda a lógica da montagem e a funcionalidade de cada objeto que ele estará vendo pela primeira vez.

Claudinei consegue esboçar uma perspectiva no tripé fazendo o pé do fundo mais curto, mas não o faz com a tela que, estando na horizontal sobre o tripé, aparece no desenho em posição vertical. É interessante imaginar a intenção do aluno de mostrar analiticamente o equipamento, com cada peça quase

não se superpondo. O vidro de relógio e o béquer não apresentam idéia de volume, aparecem como se tivesse ocorrido um corte do equipamento no plano vertical. Mas nesse corte a tela de amianto apareceria como uma linha, pois está na horizontal. Porém a intenção do autor é fazer aparecer claramente cada equipamento. Esse discípulo de Cézanne e dos cubistas procura nos mostrar em um mesmo desenho o equipamento sob diversos pontos de vista.

2.1.8 Quatro ângulos pelos quais os autores de textos enfocam os metais em sua relação com a sociedade

Vamos trabalhar quatro textos que enfocam os metais sob ângulos diferentes. O primeiro deles trata do níquel. Propõe-se a ser um texto técnico; foi publicado numa revista de divulgação da Eberle, indústria metalúrgica do Rio Grande do Sul e segue o estilo jornalístico desse tipo de publicação. Inicia com uma estória ingênua sobre as origens da empresa, e de uma forma sem conflitos de interesses, a empresa vai mudando de proprietários, até chegar ao atual — o conglomerado conhecido como Grupo Votorantim, para em seguida passar a relatar os usos e benefícios do produto industrializado.

O segundo texto se refere ao zinco. É um texto jornalístico de denúncia do que ocorria na década de '70 no litoral, entre as cidades de Santos e Rio de Janeiro, com a privatização das praias. As denúncias foram feitas pela correspondente do jornal O Estado de São Paulo no Litoral Norte do estado, Priscila Siqueira, que publicou parte de suas informações em O Genocídio do Caiçara. Ao contrário do anterior, que é de promoção de uma empresa, esse é de denúncia da situação que atingiu o espaço social onde se instalou a indústria que processa minério de zinco e seu subproduto, o cádmio.

O terceiro texto se refere ao estanho. É o depoimento da esposa de um trabalhador das minas da Siglo XX, na Bolívia. Coloca a vida e o trabalho dos mineiros e sua relação com a política econômica do país. Situa o metal como produto do trabalho humano, histórico, e não como uma mercadoria que se compra pronta. A realidade de um país de subsolo riquíssimo, mas que não vê isso se reverter em benefício de sua população e sim em investimento no exterior.

O quarto texto se refere ao ouro e a prata. É um texto didático que explica como o acúmulo de metais se converte numa fonte de riqueza e como isso se liga à fase mercantilista da economia.

2.1.9-A Comportamento do níquel, registro de Isabel

COMPORTAMENTO DO NIQUEL.....METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
<p>① <del>Substância em pó</del></p> <p>② níquel: Ni</p> <p>③ <del>Ácido clorídrico</del></p> <p>solução aquosa</p> <p>7% incolor</p> <p>④ Água H<sub>2</sub>O</p> <p>⑤ <del>As</del></p> <p>⑥ <del>Excesso de níquel</del></p> <p>REAGENTES</p>	<p>1. Temperatura ambiente 26°C</p> <p>2. Pressão ambiente</p> <p>O níquel reagiu ficando incolor</p> <p>AO agitar percebemos que o níquel ficou cinza</p> <p>o começou a formar bolhas</p> <p>Após ser aquecido ficou verde</p> <p>está borbulhando rapidamente</p> <p>Foi feita a cristalização e o níquel ficou uma substância pastosa de cor verde</p> <p>PRODUTOS DA REAÇÃO</p>	<p>① <del>Substância em pó</del></p> <p>② cloreto de níquel</p> <p>③ hidrogênio</p> <p>④ Água</p> <p>⑤ <del>As</del></p> <p>⑥ <del>Excesso de níquel</del></p>

níquel e ácido clorídrico → cloreto de níquel e hidrogênio

COMPORTAMENTO DO Níquel.....METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
1. <del>Tubo de ensaio</del> 2. Níquel - Ni - pó magnético 3. ácido clorídrico - 30 ml de solução aquosa a 7% 4. água 5. <del>...</del> 6. <del>excesso de ácido</del>	1. Temperatura ambiente 22 °C 2. Pressão ambiente  O níquel foi um elemento em pó, que foi colocado no tubo de ensaio e misturado com ácido clorídrico. Levei o tubo de ensaio até o bico de Bunsen para aquecer. Para ver qual a reação, o níquel aquecido começou a ferver e se misturar com o ácido e formar bolhas e ir ao ponto de ebulição. com isso de o níquel começou a ficar com cor esverdeada. De níquel saía bolhas que eram os gases (as pequenas bolhas) E se nós acendêssemos um palito de fósforo, com o gás que se soltava ( não dava para apagar a chama acesa. Ou melhor se encostássemos o palito aceso na borda do tubo, o gás não se apaga a chama. Durante um bom tempo ficou fervendo a solução do níquel com o ácido.	1. tubo 2. cloreto de níquel 3. hidrogênio (gás incolor) 4. água 5. <del>...</del> 6. <del>excesso de ácido</del>
REAGENTES		PRODUTOS DA REAÇÃO

Níquel e ácido clorídrico + cloreto de níquel e hidrogênio

## 2.1.9-C A Companhia de Níquel Tocantins

A Companhia de Níquel Tocantins é anterior a seu próprio nome. Começou em 1929, quando um farmacêutico da pequena localidade de São José do Tocantins, hoje Niquelândia, intrigado com os torrões verdes que os tatus arrancavam do solo ao cavar suas tocas, decidiu mandar analisá-los. O laudo do laboratório trouxe a surpresa: era níquel.

Três anos depois, a 6 de janeiro de 1932, foi constituída a Empresa Comercial de Goiás, que em 42 passaria a ter o nome de Companhia de Níquel Tocantins. Embora detivesse o "manifesto da mina" desde 1935, nunca chegou a explorá-la, até que em 1957 seu controle acionário passou ao grupo Votorantim.

Ao final da década de 60, concluídos os estudos geológicos, o grupo partiu para o desenvolvimento do projeto de níquel. Fizeram-se estudos para a escolha do processo metalúrgico, seguidos dos testes em escala de laboratório, onde concluiu-se que o mais indicado para o tratamento dos minérios lateríticos de sua jazida era o de redução por lixiviação amoniacal.

Uma fábrica piloto foi montada no bairro do Jaguaré, São Paulo, para se conhecer em escala industrial todos os parâmetros de transformação do minério em carbonato de níquel, com tecnologia própria, cujo desenvolvimento teve como diretriz o aproveitamento de insumos nacionais e a auto-suficiência energética, com a utilização da lenha e do carvão vegetal, inclusive para a redução do minério.

Essa primeira fase do projeto representou um investimento da ordem de US\$ 2 milhões.

Em meados de 1973, foi aprovado pelo Conselho de Desenvolvimento Econômico o projeto para a produção de 5 mil toneladas

das por ano de níquel eletrolítico, cujo cronograma original previa o início de produção para 1976.

Vencida uma série de obstáculos, em 1981 a Companhia de Níquel Tocantins produziu o primeiro níquel eletrolítico brasileiro.

O investimento total no projeto ultrapassou a casa dos US\$ 150 milhões, 80% dos quais representados por recursos próprios do Grupo Votorantim.

Atualmente, a Eberle adquire da empresa, 5,1 ton/mês de níquel sob forma de catodo (pequenos retângulos de 2X2 cm) e chapas de 15X60 cm e meia polegada de espessura. Esse material, fundamental para praticamente todas as Unidades Eberle, é usado para banhos de níquel (eletrodeposição) nos mais diversos componentes produzidos pela empresa, desde, por exemplo, peças de Mecânica de Precisão, como os anéis das lâmpadas produzidas pela Osram, até os produtos da Divisão de Consumo.

O catodo de níquel é a forma mais amplamente utilizada desse metal, sendo adequada a diversas aplicações. A Cia de Níquel Tocantins produz a matéria-prima indispensável para a indústria de ligas, aços-especiais e galvanoplastia em geral. Embora existente nos ferros meteóricos, usados no passado para armas e algumas ligas de cobre, o níquel era desconhecido como elemento até 1751, quando foi identificado por Cronstedt. Hoje, esse metal é usado, pelas suas propriedades físicas e mecânicas, para fortalecer e dar maior resistência contra a corrosão e oxidação, especialmente sob altas temperaturas. Pode ser usado puro, na forma fundida ou trabalhada, empregado na construção química, nos evaporadores, serpentinas, câmaras de reação e outros equipamentos utilizados na produção de ácidos, bases... é aplicado ao aço inoxidável, sem dúvida sua principal aplicação, conferindo ao material grande resistência à corrosão e oxidação; é u

tilizado juntamente com outros elementos como o crômio, molibdênio, manganês, etc. para aços especiais; encontra também importante aplicação nas fundições; ou em ligas de ferro, quando é usado para peças resistentes, trabalhando em ambiente corrosivo como motores diesel, bombas e válvulas especiais.

É usado também como eletrodo especial para soldagem de aços com alto teor de carbono; eletrodos de velas de ignição de motores; baterias de níquel-cádmio de alta duração; ligas com alumínio para pistões de motores, etc.(1)

Claudete dos Santos nº 26

COMPORTAMENTO DO...~~ma.g.nésio~~...METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
<p>1) tubo de ensaio                  2) magnésio Mg                  Fita cinza                  3) Ácido clorídrico                  3,0 ml de solução                  a 7%                  4) água H<sub>2</sub>O                  5) ar                  6) excesso de ácido                  clorídrico</p>	<p>1. Temperatura ambiente                  2. Pressão ambiente  <math>t = 29^{\circ}\text{C}</math>  <math>P =</math>                  O magnésio se dissolveu e foi                  desaparecendo.                    Nessa reação se forma o gás                  incolor que em contato                  com a chama da um estampido                    foi feita a cristalização e obtive                  o seguinte resultado                  obtive um resultado sólido                  a reação soltou o calor exotérmica</p>	<p>1) tubo de ensaio                  2) cloreto de magnésio                  3) hidrogênio                  gás incolor, exfo-                  sitivo                  4) água                  5) ar                  6) Excesso de ácido                  clorídrico</p>
REAGENTES		PRODUTOS DA REAÇÃO



COMPORTAMENTO DO... alumínio... METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL

PROCESSO

SISTEMA FINAL

1. Tubo de ensaio

2. Alumínio Al  
não é magnético3. ácido clorídrico  
3,0 ml de solução  
aquosa a 7%4. água H<sub>2</sub>O

5. ar

6. ~~excesso de ácido~~1. Temperatura ambiente  
2. Pressão ambiente 22°C

Quando coloquei o ácido de clorídrico dentro do tubo de ensaio levei a ao bico de Bunsen e comecei agitar o tubo de ensaio. Então, o Alumínio que estava dentro começou a se transformar em gás.

Só em seguida, tampei o tubo de ensaio com o dedo indicador e usquei a fósforo, coloquei na boca do tubo de ensaio. Quando deslente deu um estouro. E sobram alguns pedacinhos de Alumínio ou seja, o alumínio virou uma espécie de poeira.

1. Tubo

2. Cloreto de alumínio

3. hidrogênio  
gás incolor

4. água

5. ar

6. ~~excesso de ácido~~

REAGENTES

PRODUTOS DA REAÇÃO

Alumínio + Ácido clorídrico → Cloreto de Alumínio e hidrogênio

COMPORTAMENTO DO COBALTO ( Co ) METÁLICO  
EM PRESENÇA DO ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
I- ) <del>Tubo</del> de ensaio 2- Cobalto Co Pó , Magnético 3- Ácido Clorídri - co 3,0 ml So- lução aquosa 5% 4- <del>Água</del> H <sub>2</sub> O 5- <del>Az</del> 6- Excesso de Co - balto Co	I- ) <u>A temp. amb. - (24,5°C).</u> 1-) O Cobalto deposita-se no fundo do tubo. 2-) Pequenas bolhas de gás começam a se desprender len- tamente da superfície do Co balto ( Co ). 3-) A solução adquire uma coloração levemente rósea.	1- <del>Tubo</del> de ensaio 2- Cloreto de Co- balto - Solução rósea; - Pó Azul. 3- Hidrogênio gás incolor. 4- <del>Água</del> H <sub>2</sub> O 5- <del>Az</del> 6- Excesso de Co- balto Co
	II- ) <u>A temperatura de ebu -</u> <u>lição - ( ± 100°C ).</u> 1-) A reação torna-se rá - pida. 2-) O desprendimento de bo- lhas de gás é muito acele - rado. 3-) A solução adquire uma coloração Vinho. 4-) O Cobalto é arrastado pelas bolhas. 5-) Por aquecimento a colo- ração passa a Violeta e ao secar aparece um pó Azul.	



Comportamento do manganês em presença de HCl		
Sistema inicial	Processo	Sistema final
<ol style="list-style-type: none"> <li>1- tubo limpo</li> <li>2- manganês metálico</li> <li>3- <del>cc 5% de solução</del></li> <li>4- 42 ml HCl 5%</li> <li>5- <del>H<sub>2</sub>O</del></li> <li>6- HCl em excesso</li> </ol>	<p>Assim que colocamos o manganês no tubo onde já existia o HCl percebe-se reação instantânea.</p> <p>Um rápido desprendimento de gás (incolor) mas com cheiro depois de quente a reação é maior e fazendo a experiência do pólvoro há uma pequena explosão.</p> <p>Dexando o tubo na estante a reação vai diminuindo sua velocidade.</p> <p>Depois de terminada a reação (quando não há mais desprendimento de gás) o manganês já não existe mais.</p> <p>Esta reação desprende um pouco de calor provando que ela é <sup>exotérmica</sup> a solução (permanece incolor).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- tubo limpo</li> <li>2- HCl em excesso</li> <li>3- H<sub>2</sub></li> <li>4- <del>H<sub>2</sub>O</del></li> <li>5- <del>cc</del></li> <li>6- cloreto de manganês</li> </ol>
<p>manganês + ácido clorídrico → cloreto de manganês + hidrogênio</p>		

COMPORTAMENTO DO Zinco... ZN... METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
<p>1. tubo de ensaio                  2. zinco                  pó cinza                  não magnético                  3. ácido clorídrico                  3,0 ml                  aquosa a 1%                  incolor                  4. água                  5. ar                  6. excesso de                  ácido</p>	<p>1. Temperatura ambiente 23º                  2. Pressão ambiente                  O zinco foi colocado no tubo de ensaio, logo em seguida foi colocada 3,0 ml de ácido clorídrico, tampou com o dedo e em seguida começou a ferver e de pó se transformou em melhor aglomerou. se depois de aquecido no bico de <del>tubo</del> <sup>Bunsen</sup> enquanto estava quente ficou boiando e borbulhando quando esfriou o zinco se depositou no fundo do tubo de ensaio e depois de meia hora ele ainda borbulhava.                   Teste com o gás</p>	<p>1. tubo de ensaio                  2. cloreto de zinco                  3. hidrogênio                  gás incolor                  explosivo                  4. água                  5. ar                  6. excesso de                  ácido clorídrico</p>
<p>REAGENTES</p>		<p>PRODUTOS DA REACÃO</p>

zinco e ácido clorídrico



cloreto de zinco e hidrogênio

## 2.1.14-A A Metalúrgica Ingá

Poluição do mar, expulsão da terra, caminhos centenários fechados por cancelas e guaritas. Agora é assim, na ilha da Madeira, Itaguai, no litoral sul do Rio de Janeiro desde que em 1966 a Metalúrgica Ingá se instalou no lugar. A empresa é responsável por 50% da produção nacional de cádmio — lançando somente por uma de suas chaminés, duas vezes mais zinco e trinta vezes mais cádmio do que o permitido por lei.

Com isso, o mangue situado na área estuarina, que era nascedouro natural de camarões, caranguejos e mexilhões, é agora uma imensa lagba de águas lamacentas e mortas. E os peixes, segundo os pescadores da ilha, " só dão muito longe da praia". Com isso, "só quem tem barco muito grande pode ir buscar os peixes".

...Para forçar a saída dos moradores da ilha, a Ingá cortou a luz que fornecia aos operários que aí residiam. Já os moradores da ilha que não trabalham na metalúrgica estavam acostumados com a luz do lampião: a Ingá nunca permitiu a instalação de postes de Light através de sua cancela. Conforme Manoel Francisco, " a empresa cortou a luz de nossas casas, para o pessoal desanimar e sair da ilha. Mas o que oferecem por nossas posses não dá pra gente morar em outro lugar!"

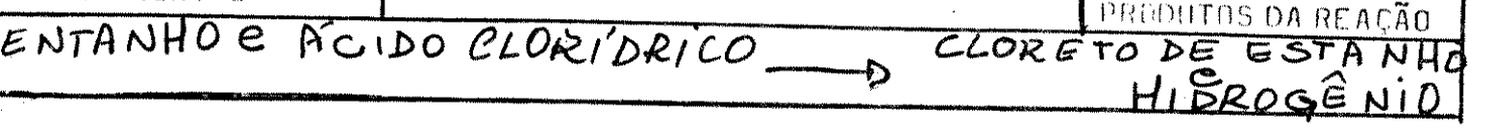
...As maiores denúncias, entretanto, dizem respeito à saúde do morador da ilha da Madeira e aos operários da Ingá. Os madeirenses se queixam de que suas crianças são constantemente atacadas de bronquite e que todos sofrem de ardência nos olhos. E são muitos os operários que morrem com a idade de 40 anos, "vomitando sangue. E a causa ninguém sabe."(1)

---

1. Priscila Siqueira . Genocídio dos Caiçaras ( São Paulo: Massao Ohno -Ismael Guarnelli/Editores, 1984) p.42 a 44

COMPORTAMENTO DO ESTANHO.....METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
<p>1- TUBO DE ENSAIO</p> <p>2- ESTANHO METÁLICO SN, HO DE SODA, NAD E MAGNETICO</p> <p>3- ACIDO CLORÍDRICO 3,0 ml SOLUÇÃO AQUOSA 7%</p> <p>4- ÁGUA</p> <p>5- AR</p> <p>6- EXCESSO DE ESTANHO</p>	<p>1. Temperatura ambiente: 29°C</p> <p>2. Pressão ambiente</p> <p>POR AQUECIMENTO NO BICO BUNSEN NÁS HOUVE REAÇÃO. JOGANDO SE FORA O ÁCIDO 7% E COLANDO NO SEU LUGAR ÁCIDO CLORÍDRICO A 35%.</p> <p>A TEMPERATURA AMBIENTE AO REDOR DO ESTANHO SE FORMA BOLHAS EM GÁS. POR AQUECIMENTO AS BOLHAS SAEM RAPIDAMENTE E ACOR FICA INCOLOR</p>	<p>1- TUBO DE ENSAIO</p> <p>2- CLORETO DE ESTANHO</p> <p>3- HIDROGÊNIO</p> <p>4- ÁGUA</p> <p>5- AR</p> <p>6- EXCESSO DE ESTANHO</p>
<p>REAGENTES</p>		<p>PRODUTOS DA REAÇÃO</p>



## 2.1.15-A A mina de estanho Século XX

Começarei por dizer que a Bolívia está situada no cone sul, no coração da América do Sul. Tem apenas uns sete milhões de habitantes. Nós, os bolivianos, somos bem poucos.

Como quase todos os povos da América do Sul, falamos o castelhano. Mas, nossos antepassados tinham seus diferentes idiomas. Os dois principais eram o quechua e o aymara. Hoje, esses dois idiomas são bastante falados na Bolívia por uma parte dos camponeses e muitos mineiros. Na cidade também se conversa algo deles, especialmente em Cochabamba e Potosí, onde se fala bastante o quechua, e em La Paz, onde se fala bastante o aymara. Ademais, são mantidas muitas tradições destas culturas, como por exemplo sua arte de tecer, suas danças e sua música, que hoje, inclusive, chamam muito a atenção no estrangeiro, não é?

Eu me sinto orgulhosa de ter sangue indígena no meu coração. E também me sinto orgulhosa de ser esposa de um trabalhador mineiro. Como eu queria que toda a gente do povo se sentisse orgulhosa do que é e do que tem, de sua cultura, de sua língua, sua música, sua forma de ser e não ficasse estrangeirando-se tanto e tratando de imitar a outra gente que, finalmente, pouco de bom tem dado a nossa sociedade!

Nosso país é muito rico, sobretudo em minérios: estanho, prata, ouro, bismuto, zinco, ferro. O petróleo e o gás são também uma importante fonte de exploração. Ademais temos, na zona oriental, grandes campos onde se cria o gado, temos madeiras, frutas e muitos produtos agrícolas:

Aparentemente, o povo boliviano é dono dessas riquezas. Por exemplo, as minas, sobretudo as grandes, são estatais. Foram na-

cionalizadas de seus donos que eram Patiño, Hoeschschild e Aramayo , que nós chamávamos de "barões do estanho" e que se tornaram famosos em todas as partes por sua imensa fortuna. Inclusive se diz que Patiño chegou a ser um dos cinco homens mais milionários do mundo, não é? Aqueles senhores eram bolivianos, mas bolivianos com tão mau coração que traíram o povo. Venderam todo nosso estanho a outros povos e nos deixaram na miséria porque todo seu capital inverteram no exterior, em bancos, indústrias, hotéis e todo tipo de coisas. E assim, quando se nacionalizaram suas minas, na realidade era pouco o que havia na Bolívia. E apesar disso, eles foram indenizados. E, por má sorte , se criaram novos ricos e o povo não desfrutou de nenhum benefício dessa nacionalização.

A maioria dos habitantes da Bolívia são camponeses. Mais ou menos setenta por cento de nossa população vive no campo. E vivem em uma pobreza espantosa, mais que os mineiros, apesar de que os mineiros vivem como ciganos na sua própria terra, porque não têm casa, somente uma vivenda emprestada pela empresa durante o tempo em que o trabalhador está na ativa.

Agora, se é verdade que Bolívia é um país tão rico em matérias-primas, por que existe tanta gente pobre? E por que seu nível de vida é tão baixo em comparação com outros países da América Latina?

É que há fuga de divisas. Há muitos que se tornaram ricos, mas investem todo seu dinheiro no estrangeiro. E entregam nossa riqueza à voracidade dos capitalistas a preços infimamente baixos, através de convênios que não são benéficos para nós. Bolívia é um país bastante favorecido pela natureza e poderíamos ser um país muito rico no mundo, no entanto, essa riqueza não nos pertence. Alguém disse que Bolívia é imensamente rica, mas seus habitantes são apenas uns mendi

gos. E é assim na realidade, porque Bolívia se acha submetida às empresas transnacionais que controlam a economia de meu país. E a isso se prestam muitos bolivianos que se deixam comprar por uns dólares, fazem política com os gringos e os seguem nas suas negociatas. Para eles, o problema é quanto mais podem ganhar para si mesmos. Quanto mais podem explorar os trabalhadores, mais felizes estão. Ainda que o operário caia de desnutrição, de doenças, isso não lhes importa.

Bem, talvez eu possa contar-lhes algumas experiências que tivemos na Bolívia. Como vivo num centro mineiro, o que mais conheço é sobre os mineiros.

Na Bolívia, mais ou menos 60% das divisas que entram no país vêm dos minérios. As outras divisas que entram são do petróleo e de outras fontes de exploração.

Nas minas estatais, parece que se agrupam uns 35 mil trabalhadores. Mas nas minas privadas, parece que se agrupam outros 35 mil. Creio, então, que há uns 70 mil trabalhadores mineiros na Bolívia.

As minas nacionalizadas são administradas pela Corporação Mineira Boliviana, que chamamos de COMIBOL. Tem um escritório central em La Paz e escritórios locais em cada centro mineiro do país. Aqui onde vivo, por exemplo, tem um gerente que administra o centro mineiro da Siglo XX — Catavi — Socavón — Patiño — Miraflores. Este é o maior centro mineiro da Bolívia, que tem mais experiência revolucionária e onde houve mais massacres por parte dos governos de turno.

No exterior da mina trabalham os técnicos e os empregados de empresa nos armazéns, a fundição, o engenho (local de processamento de minerais), as pulperias (centro de abastecimento de alimentos) o departamento de bem-estar social da empresa.

No interior da mina trabalham os mineiros. Cada manhã eles devem entrar até um lugar insalubre onde há falta de ar, muito gás e fetidez produzida pela copagira( água proveniente dos relaves). E ali eles têm que ficar durante oito horas, tirando minério.

Antes, quando a mina era nova, se tirava somente o bom, seguindo um veio. Mas, desde uns vinte anos, a coisa é diferente. Já não há tanto minério. Então começaram com o sistema de "block-caving". Dentro, eles colocam dinamite e fazem explodir uma parte do morro. Os mineiros tiram toda essa pedra e mandam a chancadora( máquina de moer grandes pedras) e depois ao engenho para tirar o minério. Poucas toneladas de minério são tiradas de muitas toneladas de pedra. É muito duro e perigoso esse trabalho no bloco, porque tudo arrebenta. Tudo salta. E tem tanto pó, tanto, que não se pode ver nada a um metro de distância. E também acontecem muitos acidentes, porque às vezes os trabalhadores têm a impressão que explodiu toda a dinamite e então prosseguem no trabalho e, de repente, explode outra vez... e a pessoa, ali mesmo, fica em pedaços, não é? Por isso eu não quero que meu marido trabalhe no bloco, apesar de que os que trabalham ali ganhem um pouco mais.

Existem também outros tipos de trabalhadores. Por exemplo, os "veneristas", são mineiros que trabalham em forma particular e vendem seu minério à empresa. Existem uns dois mil veneristas que trabalham em grupo de três ou quatro com um chefe de grupo. Fazem poços de um metro ou um metro e meio de largura por uns quinze metros de profundidade, até chegar à rocha. Então descem por uma corda e lá dentro fazem pequenos túneis por onde se metem arrastando-se. E vão buscar o estanho que se deposita nos buracos da rocha. Não há nenhuma proteção, nenhuma ventilação. É o pior que há. Ali trabalham muitos

mineiros que saíram da empresa por ter a doença profissional da mina que é a silicose. E como não tem outra fonte de trabalho, têm que buscar a maneira de sobreviver. Há também camponeses que vêm a Llallaga e começam sua vida de mineiro trabalhando com os veneristas, mas que vivem uma situação terrível de exploração, porque os veneristas lhes pagam a metade de um dólar por dia, não é?

Outros são os "locatários", que trabalham também por conta própria e vendem o minério à empresa. Mas a empresa não fornece pás, picaretas, dinamite, nada. Eles compram tudo. A empresa lhes fixa lugares que já foram explorados anteriormente e, onde ainda existe minério. Pouco, mas sempre há. Os locatários são pagos pela empresa de acordo com a alta ou baixa qualidade do minério que encontram. Mas fica sempre com 40%, creio eu por direito de uso do terreno.

Outros são os "lameiros", ou seja, pessoas que trabalham na lavagem do minério. Na planta, a empresa concentra o minério e dali sai uma água, que no trajeto vai assentando restos de minério e se torna, assim um rio de água turva, espessa. Isso é recolhido pelos lameiros, que o lavam, o concentram e o entregam à empresa. Mas nisso os lameiros são menos favorecidos que os locatários, porque os locatários têm lugares fixados, enquanto que os lameiros buscam assim na sorte. E acontece que há vezes que trabalham e não encontram nada.

Assim, são vários os grupos de pessoas que trabalham nos centros mineiros, (1)

---

(1) Moema Viezzer . "Se me deixam falar" (Depoimento de Dom. de Chungara, Ed. Símbolo, 3ªed. , 1978 Trad. Edimilson A. Bizelli) p.17 a 22

Ibiapina

COMPORTAMENTO DO chumbo.....METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
<p>① tubo de ensaio</p> <p>② Chumbo Pb</p> <p>③ ácido clorídrico 3,0 ml de solução aquosa a 7%</p> <p>④ água</p> <p>⑤ gr</p> <p>⑥ excesso de chumbo</p> <p>REAGENTES</p>	<p>1. Temperatura ambiente 26° 2. Pressão ambiente</p> <p>O chumbo não reage nas condições de ambiente normal</p> <p>Temperatura ambiente nada ocorreu.</p> <p>por aquecimento da chama do bico de Bunsen não se observa que o ácido ferve, não ocorre reação.</p> <p>depois de trocar para o ácido clorídrico concentrado 35%.</p> <p>Se observa uma reação muito lenta.</p> <p>Após aquecimento começa sair bolhas de gás.</p>	<p>① tubo de ensaio</p> <p>② cloreto de chumbo</p> <p>③ hidrogênio gás incolor</p> <p>④ água</p> <p>⑤ gr</p> <p>⑥ excesso de chumbo</p> <p>PRODUTOS DA REAÇÃO</p>

Chumbo e Ácido clorídrico → cloreto de chumbo e hidrogênio

24

EDUARDO - Nº 7

DATA: 29.04.86

2.1.17 O comportamento do sódio, registro de Eduardo

185.

COMPORTAMENTO DO So. Di. o. . . . Na. METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
1- Béquere de 250 ml. 2- Água - 150 ml 3- Acido Clorídrico solução aquosa a 7% 3,0 ml 4- Na (Natrium) 5- Ar 6- Excesso de Acido clorídrico	1. Temperatura ambiente 2. Pressão ambiente 3. Sai Vapor 4. O Na se (dissolveu) 5. O Na ficou rotando sobre o acido. 6. O Na boia 7. Deprende um gas Incolor 8. Vai girando até sumir 9. Tempo de reação: 35 seg 10. O liquido ficou incolor. 11. Sai vapor d'água. 12. Houve excesso de acido clorídrico. 13. Emite um som (zumbido) 14. Espirrou nas paredes do Béquere. 15. Se jogando ocorre explosão se colocado no N. 16. A hora que se joga no vidro ele, toma uma forma hispérica. 17. Que se forma o cloreto de sódio que se dissolve em água e torna-se incolor. 18. Depois que termina o acido reage com a água	1. Béquere 2. Água 3. cloreto de sódio 4. Hidrogênio 5. Ar 6. Excesso de Acido
REAGENTES		PRODUTOS DA REAÇÃO

Sódio e Acido clorídrico  $\rightarrow$  cloreto de sódio + hidrogênio <sup>emergente</sup>

18- O Na é menor dentro que a água. Na reação liberta

## 2.1.18 O comportamento do cálcio,

Comportamento do cálcio metálico em presença de HCl		
S. Inicial	Processo	S. final
<ol style="list-style-type: none"> <li>1- <del>Tubo de ensaio</del></li> <li>2- cálcio metálico</li> <li>3- HCl } 5%</li> <li>2 ml }</li> <li>4- <del>ca</del></li> <li>5- <del>H<sub>2</sub>O</del></li> <li>6- HCl em excesso</li> </ol>	<p>Reação imediata somente ao contato com a água</p> <p>Depois de colocado o HCl no tubo de ensaio onde já havia o cálcio metálico imediatamente começou a se desprender gás da superfície do cálcio, esta reação foi exotérmica e bem rápida.</p> <p>O cálcio após poucos segundos se transformou juntamente com o ácido clorídrico em cloreto de cálcio</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- <del>Tubo de ensaio</del></li> <li>2- HCl em excesso</li> <li>3- H<sub>2</sub> (gás incolor e inodoro)</li> <li>4- cloreto de cálcio</li> <li>5- <del>H<sub>2</sub>O</del></li> <li>6- <del>ca</del></li> </ol>

Cálcio e ácido clorídrico → cloreto de cálcio + Hidrogênio

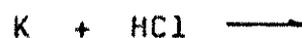
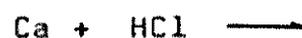
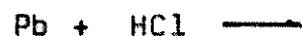
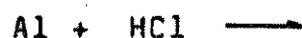
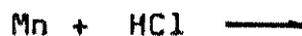
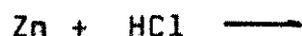
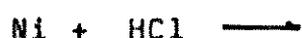
## 2.1.19 A regularidade no comportamento dos metais

Para responder à questão: Como se comportam os metais em presença de ácido clorídrico? realizamos as reações entre ácido clorídrico e os metais Ni Zn Mg Al Co Mn Pb Sn Na Ca K. Sendo mais de cinquenta o total de metais, muitos deles difíceis de encontrar-se na forma de metal, buscaremos uma forma de, sem ter que realizar todas as reações, sugerir qual será o comportamento deles. Para isso, tendo observado as reações e tendo organizado as informações em forma de tabelas, procuraremos estabelecer relações entre as diversas reações e buscar saber se existe alguma regularidade no comportamento.

Para facilitar, transformaremos as sentenças em sentenças químicas, ou seja, a equação para a reação química. Ao invés de escrevermos: o níquel metálico reage com solução de ácido clorídrico formando cloreto de níquel e gás hidrogênio, escreveremos:



O mesmo repetiremos para todas as reações realizadas:



Buscaremos então o que se repete em todas as reações:

"Talvez os metais reajam com ácido clorídrico para formar  
....."

A hipótese levantada:

"Talvez os metais reajam com ácido clorídrico, formando gás hidrogênio e o cloreto do respectivo metal"  
precisa ser comprovada, testando-a com outros metais. Ainda temos ao nosso dispor alguns metais: ferro, cobre, mercúrio, prata... Mas para marcar uma etapa dos trabalhos, seria bom divulgar os resultados parciais conseguidos até aqui. É sugerido que se faça uma notícia( cômica) comunicando a descoberta realizada.

COMPORTAMENTO DO FERRO ( Fe ) METÁLICO  
EM PRESENÇA DO ÁCIDO CLORÍDRICO

<u>SISTEMA INICIAL</u>	<u>P R O C E S S O</u>	<u>SISTEMA FINAL</u>
1- <del>Tubo de ensaio.</del> 2- Ferro Fe Pó, Magnético. 3- Ácido Clorídri - co           3,0 ml. Solução aquosa 5% 4- Água H <sub>2</sub> O 5- Ar. 6- Excesso de Fer - ro Fe	I-) <u>A temp. Amb. - (24,5°C).</u> 1-) Ferro se deposita no fundo do tubo. 2-) Desprendem lentamente bolhas de Gás da Superfície do Ferro ( Fe ). 3-) A solução permanece In-color.  II-) <u>A temperatura de Ebulição - ( ± 100°C ).</u> 1-) A reação se acelera. 2-) A solução adquire uma cor Verde claro. 3-) Testamos o gás. O teste provou que o gás é o Hidrogênio ( H <sub>2</sub> ).	I- <del>Tubo de ensaio.</del> 2- Cloreto de Ferro 3- Hidrogênio gás incolor 4- Água H <sub>2</sub> O 5- Ar 6- Excesso de Ferro ( Fe ).

FERRO ( Fe ) + ÁCIDO CLORÍDRICO

CLORETO DE FERRO + HIDROGÊNIO

COMPORTAMENTO DO... Cobre ..... METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
<p>① tubo de ensaio</p> <p>② Cobre, fio, cor característica</p> <p>③ ácido clorídrico 3,0 ml de solução aquosa a 7%</p> <p>④ água</p> <p>⑤ ar</p> <p>REAGENTES</p>	<p>1. Temperatura ambiente 23 °C</p> <p>2. Pressão ambiente</p> <p>① A temperatura ambiente não ocorre transformação</p> <p>② A temperatura de ebulição não ocorre transformação</p> <p>③ Com ácido clorídrico concentrado a temperatura ambiente não ocorreu nem uma transformação</p> <p>④ Por aquecimento a solução ficou amarelada e não há desprendimento de gás</p> <p>O ácido ferve</p>	<p>① tubo de ensaio</p> <p>② cobre, fio, cor característica</p> <p>③ ácido clorídrico 3,0 ml e solução aquosa 7%</p> <p>④ água</p> <p>⑤ ar</p> <p>PRODUTOS DA REAÇÃO</p>

NÃO OCORRE REAÇÃO

Gilberto Jose da SILVA

DATA: 14/05

191.

COMPORTAMENTO DO... COBRE ..... METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
<p>1- <del>Tubo de ENSAIO</del></p> <p>2- <del>Acido Clorídrico</del> 30ML SOLUÇÃO AQUOSA</p> <p>3- <del>ÁGUA</del></p> <p>4- <del>AR</del></p> <p>5- <del>Excesso de Acido</del></p> <p>6- <del>METAL COBRE</del></p>	<p>1. Temperatura ambiente</p> <p>2. Pressão ambiente</p> <p>1- Não houve desprendimento de gás</p> <p>2- Não houve reação com ácido a 1% com ácido a 35%, na temperatura ambiente.</p> <p>3- Não houve reação mesmo com o aquecimento.</p> <p>4- Com ácido <sup>concentrado</sup> / <sup>35%</sup> consentado, na temperatura ambiente não houve reação</p> <p>5- Mesmo com o aquecimento o ácido concentrado não reage.</p>	<p>1- <del>Tubo ENSAIO</del></p> <p>2- <del>Acido Clorídrico</del> ACIDO CLORÍDRICO</p> <p>3- <del>ÁGUA</del></p> <p>4- <del>ÁGUA</del></p> <p>5- <del>AR</del></p> <p>6- <del>Excesso de ACIDO.</del></p>
<p>REAGENTES</p>		<p>PRODUTOS DA REAÇÃO</p>

CU + HCL

↳ NÃO A REAÇÃO

Isabel

COMPORTAMENTO DO MERCÚRIO.....METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
1. tubo de ensaio 2. Mercúrio Hg 3. Acido clorídrico 30 ml e solução aquosa a 7% 4. água 5. Ar	1. Temperatura ambiente $23^{\circ}$ 2. Pressão ambiente 1. A temperatura ambiente não ocorre transformação 2. A temperatura de ebulição não ocorre a transformação 3. Com o acido clorídrico concentrado a temperatura ambiente não ocorreu nenhuma transformação 4. Por aquecimento não ocorre transformação	1. tubo de ensaio 2. mercúrio Hg 3. Acido clorídrico 30 ml e solução aquosa a 7% 4. água 5. Ar
REAGENTES		PRODUTOS DA REAÇÃO

NÃO OCORRE REAÇÃO

## 2.1.23 Testando as hipóteses

Realizando as comprovações, faremos inicialmente a reação entre ferro e ácido clorídrico. Haverá comprovação da hipótese. Mas ao tentarmos com cobre, mercúrio e prata, não observaremos desprendimento de hidrogênio, nem com HCl diluído nem com HCl concentrado; nem à temperatura ambiente, nem à ebulição.

Como detalhe, devemos dizer que o cobre metálico deve ser, antes de entregue aos alunos, fervido com HCl conc. para eliminar o óxido de cobre, que ao reagir com HCl formará cloreto de cobre, de cor amarela, e poderá confundir os alunos que pensarão que o cobre estará reagindo. A prata que usamos é de filme de raio X revelado. Os pontos pretos são prata metálica.

O fato de esses metais não reagirem com HCl invalida a hipótese formulada (que continua válida para os metais com os quais a reação ocorreu).

A existência de metais que não reagem com ácidos significa que se conservam mais quando submetidos às condições ambientes, pois resistem à ação da água, do ácido carbônico, embora nem todos resistam à oxidação. Esses metais "nobres" têm potencial normal de oxi-redução inferior ao do hidrogênio, que é  $H_2/H^+ = 0,00$  V

METAL	PAR	POTENCIAL NORMAL DE OXI-REDUÇÃO (E <sup>0</sup> ) VOLTS	TABELA PERIÓDICA
Rênio	Re/Re IV	- 0,25	
Bismuto	Bi/Bi III	- 0,32	
Rutênio	Ru/Ru II	- 0,50	
Cobre	Cu/Cu II	- 0,34	
Ródio	Rh/Rh II	- 0,60	
Prata	Ag/Ag I	- 0,80	
Mercúrio	Hg/Hg II	- 0,85	
Ósmio	Os/Os II	- 0,90	
Irídio	Ir/Ir II	- 1,0	
Paládio	Pd/Pd II	- 0,83	
Platina	Pt/Pt II	- 1,2	
Ouro	Au/Au I	- 1,7	

				Cu	
	Ru	Rh	Pd	Ag	
Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg

Pela propriedade de não deslocarem o hidrogênio dos ácidos, esses metais são chamados metais nobres. Conforme veremos ao estudar a oxi-redução, esses metais têm potencial de oxidação infe-

rior ao par  $H_2/H^+$ , potencial padrão de oxidação, de valor 0,00 para concentração um molar de ácido. Por isso, esses metais não conseguem deslocar o hidrogênio dos ácidos para formar gás hidrogênio.

Os outros metais, inclusive aqueles com os quais fizemos os testes, têm potencial de oxidação superior ao par  $H_2/H^+$  e conseguem retirar o hidrogênio dos ácidos.

A hipótese formulada "talvez os metais reajam com ácido clorídrico, formando o respectivo cloreto e desprendendo gás hidrogênio" será substituída, segundo a teoria de oxi-redução por: "talvez os metais com potencial normal de oxidação superior ao padrão  $H_2/H^+$  reajam com ácido clorídrico, produzindo o respectivo cloreto e desprendendo gás hidrogênio".

Dados de potencial de oxidação(1)

#### 2.1.24 Os metais nobres

Dos metais, dois — o ouro e a platina — não são alterados pelo oxigênio do ar, ou seja, não são oxidados pelo ar. Esse fato torna-os suscetíveis de serem acumulados, pois se conservam sem se alterar. Aliado a esse fato, o ouro e a prata são os metais mais maleáveis e dúcteis, favorecendo o manuseio, a ourivesaria, e a possibilidade de se fazer objetos com eles ou com suas ligas.

Essas características, aliadas a sua cor amarela e raridade, tornaram o ouro, historicamente, na Europa, símbolo de riqueza, enquanto que entre os habitantes da atual Colômbia, no século XIII, usavam-no, não para acumular, mas para moldar pequenos lagartos que representavam divindades.

O mito do rei Midas, que transforma em ouro tudo que toca, e o ideal dos alquimistas, que procuravam purificar os metais, para transformá-los em ouro, se realiza hoje, quando se revestem metais e suas ligas mais baratos, com fina película de ouro, e temos objetos de "ouro" ao alcance de todos

(1) Therald Moeller . Inorganic Chemistry: an advanced textbook.

(Wiley International Ed. 10ª printing, 1963, NY.) p.286

2.1.24-A Por que o ouro e a prata eram tão importantes entre os séculos XVI e XVIII ?

Para responder a essas questões é importante que se entenda a política mercantilista no início do capitalismo.

"O que é que faz rico um país? O leitor tem alguma sugestão? Faça uma lista desses elementos e veja se correspondem ao que pensavam os homens inteligentes dos séculos XVII e XVIII; estavam eles muito interessados no assunto porque pensar em termos de um Estado Nacional, de todo um país ao invés de uma cidade, apresentava novos problemas. Era preciso considerar não o que seria melhor para a cidade de Southampton ou a cidade de Amsterdam, mas o que seria melhor para a Inglaterra, a França ou a Holanda. Queriam transferir para o plano nacional os princípios que haviam tornado as cidades ricas e importantes. Tendo organizado o Estado político, voltaram suas atenções para o Estado econômico. As coisas que escreveram e as leis que defenderam tinham, todas, um caráter nacional. Os governos aprovaram leis que, no seu entender, trariam riqueza e poder a toda a nação. Na busca de tal objetivo, mantinham o olho em todos os aspectos da vida diária e deliberadamente modificavam, moldavam e regulavam todas as atividades de seus súditos. As teorias expressas e as leis baixadas foram classificadas pelos historiadores definitivamente como "sistema mercantil". Na verdade, porém, não constituíram um sistema. O mercantilismo não era um sistema em nosso sentido da palavra mas antes um número de teorias econômicas aplicadas pelo estado num momento ou outro, num esforço para conseguir riqueza e poder...

A Espanha foi, no século XVI, talvez o mais rico e poderoso país do mundo. Quando os homens inteligentes de outros países perguntavam a razão disso, julgavam encontrar as respostas nos tesouros

que ela recebia das colônias. Ouro e prata. Quanto mais tivesse, tanto mais rico seria o país—o que se aplicava às nações e também às pessoas. O que fazia as rodas do comércio e indústria girarem mais depressa? Ouro e prata. O que permitia ao monarca contratar um exército para combater os inimigos de seu país? Ouro e prata. O que comprava a madeira necessária para fazer navios ou o cereal para as bocas famintas, ou a lã que vestia o povo? Ouro e prata. O que tornava o país bastante forte para conquistar um país inimigo— que eram os "nervos da guerra"? Ouro e prata. A posse do ouro e prata, portanto, o total de barras que possuísse um país, era o índice de sua riqueza e poder.

Já que os governos acreditavam nessa teoria de que quanto mais ouro e prata houvesse num país, tanto mais rico este seria, o passo seguinte era óbvio. Baixaram-se leis proibindo a saída desses metais do país.

Tais medidas podiam conservar no país o ouro e a prata já existentes nele. E países que dispunham de minas dentro de suas fronteiras, ou que, como a Espanha, tinham a sorte de possuir colônias com ricas minas de prata e ouro, podiam aumentar constantemente suas reservas de metais. Mas como, se havia países que não dispunham de nenhum desses recursos? Como poderiam enriquecer— supondo como faziam alguns mercantilistas, que o dinheiro significava riqueza?

Para tais países, os mercantilistas ofereciam uma solução feliz. Uma "balança de comércio favorável" era a sua resposta. Que se entendia por "balança de comércio favorável"? (1)

(1) Leo Huberman, História da Riqueza do Homem (trad. Waltensir Dutra, 5 ed. Rio de Janeiro : Zahar, 1969)

## 2.2 A análise química

Ao mesmo tempo que seguimos um raciocínio hipotético-dedutivo para conhecer o comportamento dos metais em presença de ácido clorídrico, queremos que o aluno vivencie o outro importante método de aquisição de conhecimento em química, que é o método analítico. Como fazer a análise de um metal?

Na avaliação bimestral o aluno receberá uma amostra de metal, dentre aqueles que teve contato, para reconhecê-lo através de suas propriedades químicas e físicas. Para isso deverá organizar grupos e subgrupos até chegar ao comportamento específico que caracteriza cada metal. Há sempre várias possibilidades de se agrupar.

Tendo os metais: Ni Co Fe Na Mg Mn Al Zn Ag Pb Sn Cu Hg, em função do comportamento em presença de ácido clorídrico podemos agrupá-los como abaixo:

GRUPO I Metais que não reagem com ácido clorídrico: Hg Ag Cu  
Não precisamos subdividir esse grupo, pois eles têm características distintivas:

- a- o mercúrio é líquido
- b- o cobre tem cor característica
- c- a prata a identificamos por exclusão

GRUPO II METAIS que reagem com ácido clorídrico: Ni Co Fe Na Mg Mn  
Zn Al Pb Sn

SUBGRUPO I Metais que reagem com ácido clorídrico concentrado: Pb Sn

- a- o estanho reage com o ácido à temperatura ambiente
- b- o chumbo reage com o ácido à temperatura de ebulição

SUBGRUPO II Metais que reagem com ácido clorídrico diluído:  
Ni Co Fe Na Mg Mn Zn Al

SUBGRUPO II-A Metais magnéticos: Fe Co Ni

- a- o níquel dá solução de cor verde
- b- o cobalto dá solução de cor rósea
- c- o ferro dá solução de cor verde muito fraca, quase incolor

## SUBGRUPO II B Metais não magnéticos

- a- o manganês dá solução levemente rósea, os outros dão in color
- b- o alumínio deixa a solução cinzenta enquanto ocorre a reação
- c- o sódio bóia na água e reage com muita rapidez
- d- o magnésio reage rapidamente
- e- o zinco lentamente

Há várias outras possibilidades de agrupar os metais. O que se pretende passar é o método de como se vai do geral para o par ticular; como se faz a análise de um material desconhecido, seja mi nério, bactéria, cátions, etc. Procura-se o reagente que caracteriza um grupo, dentro desse grupo o reagente que caracteriza cada sub grupo, e vai-se dividindo até chegar ao reagente específico ou carac terística específica do indivíduo.

### 2.3 A formação da linguagem na química

A linguagem da Química vai se formando com a necessidade de expressar as operações envolvidas nas manipulações experimentais e nomear os corpos empregados nas operações.

A notação e representação do que ocorria nas transformações passou por mudanças. Bem conhecidas são as representações antropomórficas dos alquimistas para os processos de dissolução, putrefação, sublimação. Esses modelos são os primeiros a representar as transformações e são claramente modelos não-atômicos e mesmo anteriores aos modelos mecânico-corpúscular de Robert Boyle, para a matéria.

O primeiro vestígio de uma notação se encontra nos manuscritos alquímicos copiados no século X ou XI em Veneza, e de quem Marcelin Bertholet deixou uma edição erudita: *Collection des anciens alchimistes grecs*, 1887.

Os signos utilizados são, a princípio, essencialmente substantivos e a linguagem se acha reduzida a sua função semântica.

Estes são os símbolos dos sete metais, assimilados àqueles dos sete "planetas":

ouro/ Sol	☉	mercúrio/Mercúrio	☿
prata/Lua	☾	cobre/ Vênus	♀
ferro/Marte	♂	estanho/ Júpiter	♃
		chumbo/ Saturno	♄

Assim como na poesia, há uma sobredeterminação de conceitos nesse simbolismo que quer trazer o conhecimento. Cada metal está ligado a um astro e com ele se identifica. A intenção mágica e mística está evidente, e os textos dos grandes alquimistas gregos confir-

nam essa interpretação.

A linguagem técnica, longe de se afastar da linguagem usual, realça ao extremo e quer sugerir misteriosamente uma visão do universo.

Entre esses signos alquímicos, alguns já se tornam rudimentos de uma linguagem científica. Os signos se introduzem por operações e instrumentos dos alquimistas. Por exemplo, um desenhará o cadinho  $\Omega$ , outro, a operação de pulverização,  $\odot$ .

Por outro lado, uma sintaxe rudimentar se esboça, com as regras de formação dos signos compostos. O símbolo para o ouro em folha é construído a partir daquele do ouro, e o símbolo da prata em folha, a partir daquele da prata.

A aparição de uma combinação mais rica de signos e os progressos que ela realiza na linguagem marcam a passagem a uma ciência experimental mais elaborada, e à formação de hipóteses teóricas positivas. Deve-se, de resto, esperar a era de Lavoisier para que a elaboração linguística atinja esse estado, ainda que com muita timidez.

No Memoire sur la dissolution des métaux dans les acides (Mém. Acad. des sc. 1872, p.492), Lavoisier faz explicitamente uso de uma linguagem química moderna.

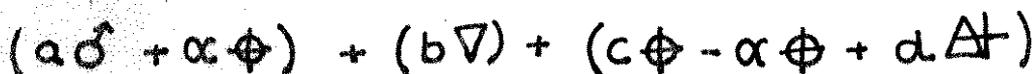
"Eis o essencial de sua caminhada. Ele escolheu inicialmente os símbolos para a água,  $\nabla$ , o "ar nitroso"  $\Delta^+$ , o "princípio oxigênio"  $\oplus$ , e o ferro  $\sigma$ , o velho signo dos alquimistas. Ele escreve em seguida, dessa maneira, o primeiro estado da reação que ele estuda: oxidação do ferro por ácido nítrico diluído:



O resultado da reação é então expresso como segue:



Mas ele não se atém a essa transcrição qualitativa e acrescenta antes dos símbolos, os coeficientes ponderados, cuja experiência lhe sugere a constância:



O simbolismo é pois, ordenado aqui a uma expressão precisa das condições experimentais, e se acha subordinada a uma regra de construção fundamental, que é a permanência dos símbolos nas duas fórmulas, correspondendo a dois estados do sistema dos corpos em presença, desdobramento de uma lei de conservação dos coeficientes ponderados respectivos. Lavoisier mesmo insiste sobre sua característica fragmentária e provisória, sublinhando com uma perspicácia verdadeiramente genial a possibilidade sempre aberta de uma descoberta experimental que obrigue a desdobrar os símbolos em símbolos mais simples: 'sem dúvida, um dia, diz ele, se chegará a decompor o ar nitroso, talvez o próprio princípio do oxigênio, e se será forçado a substituir na fórmula a expressão dos princípios que os constituem'. Não obstante, as fórmulas de Lavoisier são bem o esboço de uma linguagem provida de regras sintáticas precisas e remetendo a manipulações bem determinadas." (1)

### 2.3.1 A articulação da linguagem

"O cuidado de uma linguagem articulada que nós acabamos de ver timidamente aparecer, se manifesta à mesma época, no ensaio sistemático de dois químicos alemães, Adets e Massenfratz, que introduzem explicitamente os símbolos compostos. O signo do hidrogênio era  $\sigma$  e o do oxigênio  $\omega$ , a água será representada pelo símbolo  $\bar{\omega}$  (cf Kopf Geschichte der Chemie, II, p.424)." (2)

Juntando-se a idéia da representação quantitativa, apresen

1. GILLES, Gaston Granger Pensée formelle et Sciences de l'homme,

Paris: Ed. Aubier, 1967 ) p.46

(2) Idem p.47

tada por Lavoisier àquela de uma combinação de signos, se está bem próximo da linguagem moderna que Berzelius (1779-1848), no início do século XIX, vai instituir.

A hipótese atômica tendo então tomado corpo, em consequência dos trabalhos de Dalton— inventor também de um simbolismo do mesmo tipo—e de Avogadro, a notação poderá se desenvolver em uma linguagem verdadeira, provida de uma sintaxe ao mesmo tempo simples e fecunda.

Berzelius rompe definitivamente com o simbolismo mágico dos antigos, propõe designar cada corpo simples pela inicial de seu nome latino, e faz esse símbolo representar um átomo desse corpo, ou seja, uma massa determinada, característica de cada um. Os compostos serão representados pela combinação de vários símbolos simples e as massas atômicas de seus elementos fornecerão a massa precisa do composto. A distinção entre átomo e molécula nessa época ainda não está clara, e Berzelius se recusa a reconhecer a poliatomicidade de certas moléculas. Não obstante, é formulado um simbolismo generalizado para as substâncias químicas.

### 2.3.2 O registro gráfico das reações químicas

Uma preocupação de há muito tempo, é como se fazer a notação da reação química; a começar pelo mais simples, ou seja, os símbolos dos elementos químicos.

A habilidade de escrever a equação da reação química é uma tarefa praticamente dissociada da execução da reação.

Sabemos que é possível ensinar a montar a equação sem a ter realizado. É um jogo que se pode ensinar aos alunos, desde antes do 2º grau, pois tem regras definidas pela lei da conservação da massa.

Executar a reação na prática, também é uma operação fácil. Mas a ligação entre a reação executada e a equação dessa reação apresenta dificuldades inesperadas.

Para contornar essa dificuldade inicial, organizamos a anotação do que ocorria na prática como uma redação. Continuando a haver dificuldade em entender o que ocorria, pois se confundia processo com produto da reação, passamos a anotar em forma de tabela na qual ficava bem separado qual era o sistema inicial, qual era o processo que ocorria e qual era o sistema final. Cancelando-se o que não se transformava nesse processo, tínhamos os reagentes e os produtos de reação.

Adotamos a prática de escrever o nome por extenso de reagentes e produtos de reação. Isso foi feito em todos os casos de reação ácido-metal.

O uso de símbolos e fórmulas passa a ser sentido como uma necessidade; a necessidade de simplificar a escrita. Não é imposto como algo a ser decorado. Hoje, representar os elementos por símbolos não tem mais, como entre os alquimistas, a intenção de ocultar.

Também as fórmulas dos cloretos formados são ensinadas. A maioria tem fórmula genérica  $M^{2+}Cl_2^-$ , mas temos o  $Na^+Cl^-$  e o  $Al^{3+}Cl_3^-$  que rompem a regra.

Consideramos positivo que isso apareça, pois rompe com a tradição do conhecimento químico como um conhecimento revelado. O aparecimento da dúvida nos dá a chance de fazer a ponte com a Teoria Iônica, de Faraday, que permitirá explicar a diferença.

Não faremos, por enquanto, o acerto de coeficientes das equações, até o momento em que pudermos introduzir dialeticamente e historicamente a Teoria da Conservação da Massa, proposta por F.L. Lavoisier.

## 2.4 A teoria dos elementos

### 2.4.1 Os elementos

"Um dos conceitos que sofreu maior transformação semântica foi o conceito de elemento.

Esse conceito básico da Teoria Química, desde sua formulação sofreu transformação.

O primeiro teórico, do qual nos chegou a conceituação é Tales, da cidade jônica de Mileto.

Tales devia colocar-se a questão: se uma substância pode transformar-se em outra, como um pedaço de mineral azulado pode transformar-se em cobre vermelho, qual é a natureza da substância? É de pedra ou de cobre? Talvez seja de ambas as coisas ao mesmo tempo? Pode qualquer substância transformar-se em outra mediante um determinado número de passos, de tal maneira que todas as substâncias seriam apenas diferentes aspectos de uma matéria básica?

Para Tales, a resposta à última questão era afirmativa, porque dessa maneira poder-se-ia introduzir no Universo uma ordem e uma simplicidade básica. Ficava então por decidir qual seria essa matéria básica ou elemento. Elemento é um vocábulo latino de origem incerta. Os jônios não o utilizaram, porém é tão importante na química que não há como evitar seu emprego, inclusive ao referir-se àquela época, século VI aC.

Tales decidiu que esse elemento era a água. De todas as substâncias, a água é a que parece encontrar-se em maior quantidade. A Terra, segundo Tales, era um disco plano coberto pela semi-esfera celeste e boiando em um oceano infinito.

A tese de Tales sobre a existência de um elemento a partir do qual se formaram todas as substâncias encontrou muita aceitação entre os filósofos posteriores. Não concordaram, porém, que esse elemento tivesse que ser a água.

No século seguinte a Tales, o pensamento astronômico chegou pouco a pouco à conclusão de que o céu que rodeia a Terra não era uma semi-esfera, e sim uma esfera completa. A Terra, também esférica, estava suspensa no centro da cavidade formada pela esfera celeste.

Não aceitavam a noção de vácuo e portanto não criam que no espaço que há entre a Terra e o Céu pudesse não haver nada. E como na parte desse espaço que o homem conhecia havia ar, parecia ra-

zoável supor que também o houvesse no resto.

Tal pode ter sido o raciocínio que levou Anaxímenes, também de Mileto, à conclusão, em 570 aC, de que o ar era o elemento constituinte do Universo. Postulou que o ar se comprimia ao aproximar-se do centro, formando assim as substâncias mais densas, como a água e a terra.

Por outro lado, Heráclito (540-475 aC), da vizinha cidade de Éfeso, tomou um caminho diferente. Se a mudança é o que caracteriza o Universo, temos que buscar um elemento no qual a mudança seja o mais notável. Essa substância, para ele, devia ser o fogo, e em contínua mutação, sempre diferente de si mesmo. A fogueira, o arder, presidiam todas as mudanças.

Na época de Anaxímenes os persas invadiram as cidades jônicas. Após o fracasso de uma tentativa de resistência, o domínio persa se tornou mais opressivo, e a tradição científica entrou em decadência; porém, antes disso, os emigrantes jônios transportaram essa tradição para o sul da Itália. Pitágoras de Samos (582-497aC) natural de uma ilha não pertencente à Jônia mudou-se para o sul da Itália, onde se dedicou ao ensino, deixando atrás de si um influente corpo de doutrina.

Empédocles (490-430 aC), nascido na Sicília, foi um importante seguidor de Pitágoras, que também trabalhou no problema de qual é o elemento a partir do qual se formou o Universo. As teorias propostas por seus predecessores da Escola Jônica o puseram em um compromisso, porque não via de que maneira ia se decidir por uma ou por outra.

Porém, por que um só elemento? E se fossem quatro? Podiam ser o fogo de Heráclito, o ar de Anaxímenes, a água de Tales e a terra, que ele próprio acrescentou.

Aristóteles (384-322 aC) aceitou essa doutrina dos quatro elementos. Não considerou os elementos as mesmas substâncias que lhes davam nome. Ou seja, não pensava que a água que podemos tocar e sentir fosse realmente o elemento "água"; simplesmente é a substância real mais estreitamente relacionada com tal elemento."(1)

---

(1) I. Asimov. Breve historia de la Química. (Madrid: Alianza Ed. 1ª ed, 1975 8ª reimpr. 1985). p.16 a 19.

## 2.4.2 Os elementos de Aristóteles

Quando se diz que os elementos para Aristóteles eram quatro ( fogo, ar, terra, água ) e que os elementos hoje são mais de cem, está-se misturando conceitos.

Hoje podemos definir elemento químico como o conjunto de átomos que têm o mesmo número de prótons em seu núcleo.

Todos os átomos que tiverem 26 prótons serão átomos de ferro e terão as mesmas características químicas. Assim como todo átomo que tiver 13 prótons no núcleo será átomo de alumínio. São conceitos materialistas; não há significado mítico ou idealista nele. Já os conceitos aristotélicos não têm um significado materialista.

"The monk Ferrarius defines alchemy as "the science of Four Elements, wick are to be found in all created substances but a re not of the vulgar kind. The whole practice of the art is simply the conversion of these Elements into one another".

'Know then', says Nicolas Flamel in this Thresor of Philosophie 'that this science is knowledge of the Four Elements, and of their seasons of qualities, mutually and reciprocally changed one into the other: on that the philosophers are all in agreement"

'and know that beneath the sky, there are Four Elements, not visible to sight, but by effect, by the means of which the philosophers under the cover of the elementary doctrine, have given and shown this science."

Aristotle, often quoted in alchemical texts, pointes out that the link between the Four Elements was through their properties, such as hot and cold, dry or humid:

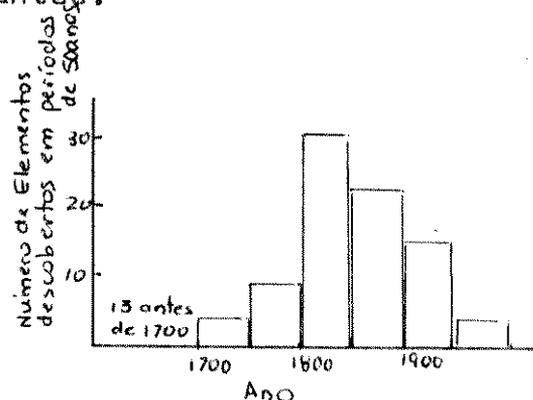
Heat + Dryness	=	Fire
Heat + Humidity	=	Air
Cold + Dryness	=	Earth
Cold + Humidity	=	Water "(1)

---

(1) Stanislas de Rola. Alchemy The Secret Art, (London. Avon Books. 1973) p.17

### 2.4.3 Os elementos químicos

A passagem do conhecimento dos sete metais, que tinham uma ligação mística com os sete planetas, para o conhecimento de outros metais, se dá basicamente entre 1700 e 1850 para os elementos mais importantes.

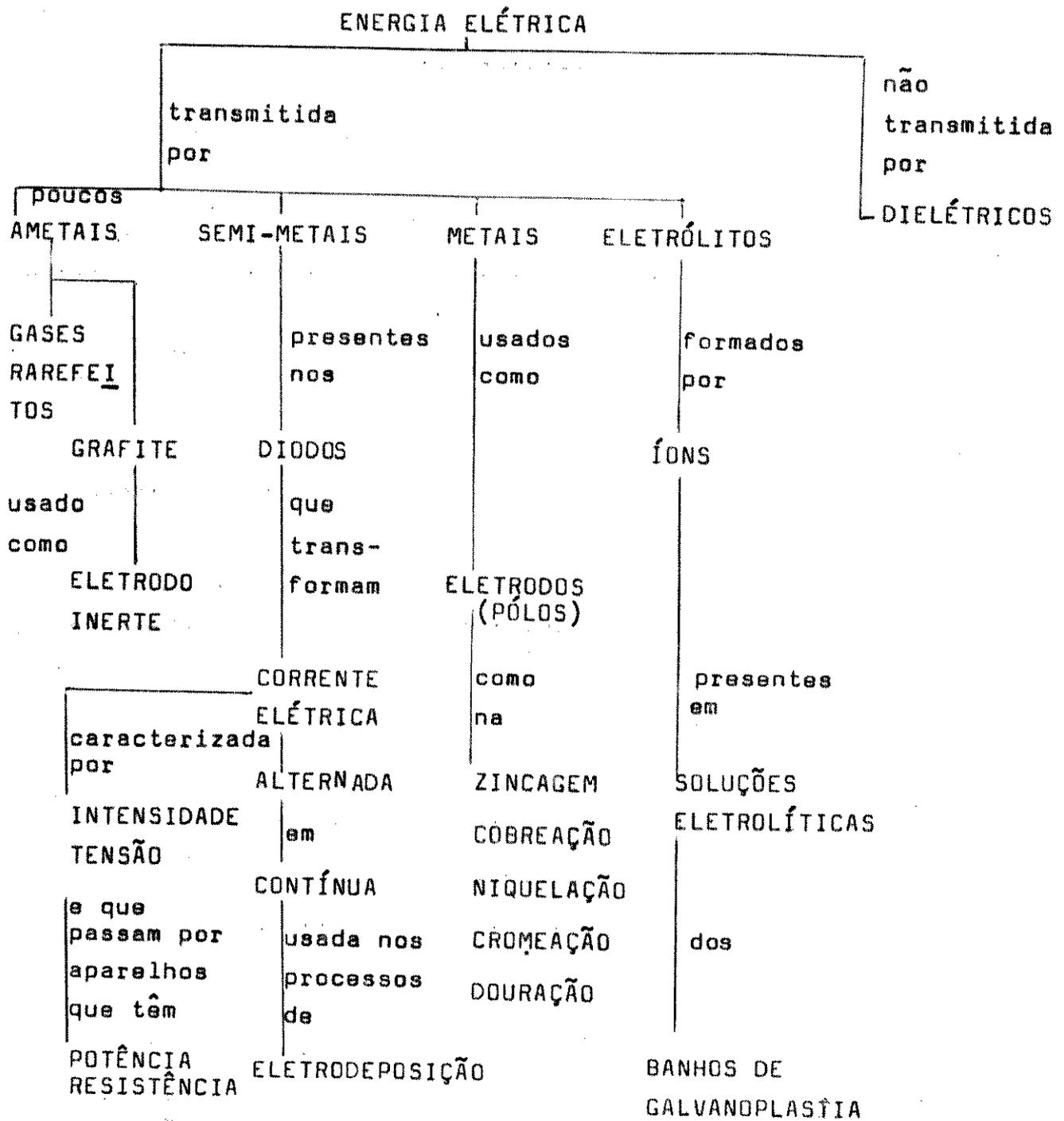


A busca desse conhecimento só pode se dar dentro de um quadro conceitual novo. Apesar de estarmos estabelecendo uma relação mecânica, a descoberta de tantos elementos químicos novos está relacionada com o aparecimento de teorias atômicas, o que significa que a matéria não seria contínua e sim formada por unidades indivisíveis—átomos. Os modelos mecanicistas de Robert Boyle proposto para os gases, em The Sceptical Chemist, no qual descreve todos os elementos conhecidos até então, 1661, fornece as bases para se pensar a matéria como partículas individuais em movimento. Mas era assim o novo modo de se pensar a sociedade: elementos livres, em movimento.

Com a descoberta de novos elementos químicos, aparece a necessidade de atribuir-lhe um nome. E a tarefa de dar um nome mostra a influência da herança clássica no conhecimento ministrado nas escolas da época. Vai-se buscar o nome na cultura clássica: na mitologia grega, na denominação latina que as cidades recebiam no Império Romano. Mas também a mitologia germânica e escandinava forneceram nomes aos novos elementos.

3. COMO SE COMPORTAM OS MATERIAIS EM PRESENÇA DE CORRENTE ELÉTRICA ?

QUADRO 3. A ação da corrente elétrica sobre os materiais



Com esses conceitos os alunos terão condições de entender a linguagem utilizada nesse processo e os circuitos elétricos envolvendo metais, eletrodos, banhos eletrolíticos.

### 3.1 Condutores e dielétricas

#### 3.1.1 A construção do eletrolizador

DESENHE UM ELETROLIZADOR A SER CONSTRUÍDO

MATERIAL UTILIZADO

Suporte de madeira

Soquete de lâmpada

Lâmpada transparente de 110 V e 60 W

Plug

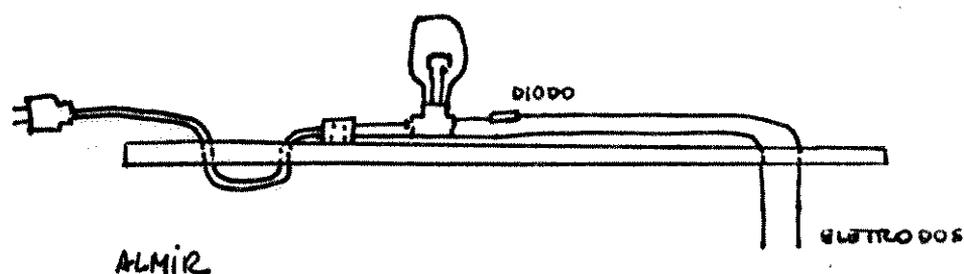
Cabos elétricos, 1 m

Diodo

Eletrodo de grafite

Conectores

Parafusos



A P A R E L H O S D E M E D I D A S E L É T R I C A S			
APARELHO	UNIDADES DERIVADAS		GRANDEZA FÍSICA
voltímetro	Volt	V	diferença de potencial, tensão
ohmímetro	Ohm	$\Omega$	resistência elétrica
amperímetro	Ampère	A	intensidade de corrente
		$A/dm^2$	densidade de corrente

### 3.1.2 A utilização do eletrolizador

Começamos o estudo da transmissão de energia elétrica para chegarmos à Teoria Iônica proposta por Faraday.

Cada grupo de alunos constrói um equipamento que será utilizado para verificar a condução de energia elétrica. Chamaremos esse equipamento de eletrolizador e ele será ligado diretamente às tomadas de 110 V das paredes. Em locais onde não haja tomadas, pode-se substituir a fonte por quatro pilhas secas, 6 V, com a desvantagem de ser mais instável a montagem.

A colocação de um diodo no circuito tem a finalidade de retificar a corrente elétrica já que a fonte fornece corrente alternada, o que prejudicaria as conclusões no caso das soluções, embora não afete nos outros casos.

De posse desse equipamento é proposto que se teste o máximo possível de materiais presentes no laboratório. E vai-se anotando na lousa uma coluna dos que conduzem e outra dos que não conduzem.

Como medida de segurança, previne-se para não tocar com os pólos do aparelho naquilo que possa se constituir em fio-terra: as torneiras e o encanamento d'água e eventualmente as armações de ferro das janelas. Como nem sempre essa norma de segurança é obedecida, temos além de fortes estouros, a queima de disjuntores ou fusíveis.

A maior parte dos testes não apresenta novidade, com resultado já esperado, mas alguns casos particulares são interessantes. Um dos casos diz respeito ao grafite; encostando os pólos do aparelho nas extremidades do lápis ou em pedaços de grafite, a lâmpada do aparelho acende. Nesse ponto é possível relacionar essa condu

ção com a presença do "carvão" nos motores elétricos ou no centro das pilhas secas. Também a passagem de corrente elétrica por fios bem finos de aço, como no caso do "bom bril" superaquece o fio que fica incandescente e queima, nos permite relacionar com o problema da escolha do filamento das lâmpadas incandescentes que necessita de um metal que não se queime com a passagem de corrente elétrica, sendo usado o tungstênio por seu alto ponto de fusão.

Nunca me ocorreu de, espontaneamente, os alunos citarem as lâmpadas fluorescentes como exemplo de condutores de eletricidade, apesar de ser esse tipo de lâmpada a usada no laboratório; também nunca foi citada a lâmpada de vapor de mercúrio, apesar de ser esse o tipo de lâmpada usada na iluminação da parte externa da escola. Parte do professor a observação do uso de gases a pressão reduzida como condutores de eletricidade, assim como aconteceu com o grafite. A água e as soluções também são sugeridas pelo professor.

O caso da água é um caso complicado, pois se sabe que é má condutora. Como o filamento da lâmpada não se acende, passa, para a maioria, despercebido o fato de que há despreendimento de bolhas de gás nos pólos.

Os semi-metais, caso interessante de condução de energia elétrica, como nos semi-condutores dos transistores, é considerado nessa altura do curso por termos disponível material para testes nos diodos.

O quadro dos condutores é então subdividido em: metais, não metais, gases e vapores rarefeitos, soluções, substâncias fundidas. O trabalho com soluções se dará com mais detalhe na aula seguinte.

Nessa primeira aula, propomos o modelo de transmissão de energia elétrica pelos metais como na brincadeira dos dominós. Coloca-se em pé, em sequência, uma série de dominós, próximos entre si o suficiente para que, ao derrubarmos o primeiro, sequencialmente todos sejam derrubados. Esse modelo tem a vantagem de não passar a idéia de que haja uma "corrente elétrica", ou seja, elétrons correndo pelo fio, e sim a idéia de que é uma transmissão de energia.

TABELA 3.1 Condutores e dielétricos

DIELETRICOS	CONDUTORES DE ELETRICIDADE				SUBSTÂNCIAS FUNDIDAS
	METAIS	NÃO METAIS	GASES RAREFEITOS / VAPORES	SOLUÇÕES	
Cimento	Cobre	Carbono-grafite	Hélio	Salmoura	Hidróxido de sódio
Fôrmica	Magnésio	Carvão coque	Neônio	Água+ sal	
Tinta	Ferro		Argônio	Água+ ácido clorídrico	
Vidro	Zinco		Xenônio		
Madeira	Chumbo		Vapor de sódio		
Enxofre	Estanho		Vapor de mercúrio		
Plástico	Alumínio				
Borracha	Mercúrio				
Porcelana	Tungstênio				
Mica	Prata				
Papel	Ouro				
Couro	*Todos metais				
Ar					
Sal sólido					
Água+açúcar					
Água+álcool					

### 3.2 A eletrólise de soluções

Passando-se a corrente elétrica por uma solução aquosa de cloreto de sódio, ocorrem alterações visíveis ao lado de alterações das quais só percebemos o efeito. Para que se perceba a necessidade de eletrodos inertes, como o de grafite que usamos, retiraremos esse grafite e mergulharemos diretamente os terminais de cobre, que não sendo inertes sofrerão transformações. Para sentirmos o que os alunos enxergam das transformações, faremos com que eles façam as perguntas sobre o que está ocorrendo; mesmo que não tenhamos as respostas na hora, teremos a chance de saber qual o nível de interpretação do que estão observando e o grau de análise (perceber as partes) que estão tendo. Vamos usar a nomenclatura que M. Faraday utilizou por sugestão de William Whewell (1794-1866) :

**eletrólitos:** são os compostos capazes de conduzir corrente elétrica, em solução ou fundidos;

**eletrodos :** são placas ou varetas de metal introduzidas na substância fundida ou em solução; o eletrodo de carga positiva é o ânodo e o de carga negativa o catodo;

**íons (do gr. viajante)** são as partículas que transportam a corrente elétrica através da solução ou do material fundido; os íons que vão para o catodo são os cátions (positivos) e os que vão para o anodo são os ânions (negativos).

\* O prefixo grego cata- tem o sentido de regressão, para baixo, descida. O sentido em eletroquímica do termo catodo é de que se trata do eletrodo de potencial mais baixo. Isso em oposição ao anodo que é o eletrodo de potencial mais alto.

Obs. Preferimos nessa tese utilizar os termos eletrodo, catodo e anodo, no lugar de elétrico, cátodo e ânodo, por serem de uso mais difundido na área técnica.  $\acute{\alpha}\nu\omega$  = ascendente,  $\kappa\alpha\tau\acute{\alpha}$  = descendente,  $\acute{o}\delta\omicron\varsigma$  = caminho,  $\eta\lambda\epsilon\kappa\tau\rho\omicron\nu$  = elétron, âmbar

### 3.2.1 Questões levantadas pelos alunos na aula de 19-06-86

1. Por que a solução adquiriu coloração verde?

Os eletrodos de grafite ou de platina não são oxidáveis pela passagem de corrente elétrica e não se alteram, sendo considerados então inertes. Já os da maioria dos outros metais, inclusive os de cobre, se oxidam e se desgastam, dando origem, no caso do cobre, aos íons cobre II, verde-azulados.

2. Por que sai mais gás no catodo do que no anodo?

Vê-se uma quantidade de bolhas no catodo, onde está saindo o hidrogênio, maior que no anodo, onde está saindo o oxigênio. Uma parte da explicação é que a quantidade de hidrogênio na molécula de água é o dobro da de oxigênio; mas além disso o oxigênio é um gás solúvel em água, o que faz com que a quantidade de hidrogênio que se desprende seja mais que o dobro da do oxigênio desprendido.

3. Qual a causa do barulho que se ouve?

Ao aproximarmos as pontas dos eletrodos da superfície da solução, quando elas estão quase tocando o líquido, há formação de um arco voltaico, ou seja, o ar entre as duas superfícies se ioniza e aparecem pequenos raios no espaço entre o eletrodo e a solução. O barulho que se ouve é então o deslocamento de ar que se segue ao raio, assim como o trovão segue ao raio.

4. Por que a solução se aquece?

A água sendo má condutora, oferece resistência à passagem de eletricidade. Parte da energia elétrica é convertida em energia térmica e aquece o líquido da solução.

6. Por que sai fumaça?

O gás que escapa, com a rapidez com que se desprende, arrasta gotículas de água, que forma uma névoa próximo ao eletrodo negativo. Chamamos de névoa a essa "fumaça". O termo fumaça é reservado a uma

suspensão de sólido em gás, e não a suspensão de líquido em gás, como é o caso da névoa.

7. Que gás sai do catodo e qual sai do anodo?

Por ser explosivo, sabemos que o gás que sai do catodo é o hidrogênio, um gás combustível, incolor, o de menor densidade, e outras características. Já no anodo sai o oxigênio, incolor, e que alimenta a chama, comburente, e outras características próprias.

8. Quem é responsável pelo fechamento do circuito elétrico?

Há uma teoria que explica que em soluções que conduzem corrente elétrica, soluções eletrolíticas, deve haver partículas que transmitam a corrente elétrica. Faraday denominou essas partículas de íons. No caso que observamos, o cloreto de sódio adicionado fez esse papel.

9. Por que o aparelho que não tem diodo se comporta diferente?

Numa corrente contínua o pólo positivo é sempre positivo. Idem para o negativo. Na corrente alternada isso não ocorre, há uma alternância na polaridade. O diodo retifica uma corrente alternada. Isso faz com que do catodo saia sempre hidrogênio, o que não ocorre com a corrente alternada, pois em ambos os pólos sairiam ambos os gases.

10. Por que o pólo positivo foi totalmente consumido e o negativo engrossou?

O metal cobre do anodo sai e se deposita no catodo, engrossando-o

11. Por que a lâmpada não acende quando os eletrodos estão em água?

Pode-se observar que mesmo não acendendo o filamento da lâmpada, há formação de pequena quantidade de bolhas nos eletrodos. Isso significa que há uma pequena quantidade de íons, insuficiente para dar uma corrente que acenda o filamento.

Outras questões são levantadas, quase sempre referentes às evidências do processo mas que dão margem a discutir a fundamentação teórica que Faraday propôs.

1. Por que a luminosidade aumenta à medida que vamos mergulhando os eletrodos na solução?
2. Por que saem bolhas dos eletrodos?
3. O que acontece se fervermos a solução?
4. Com corrente alternada acontece a mesma coisa?
5. Água com açúcar conduz corrente elétrica?

### 3.2.2 A Teoria Iônica de Michael Faraday

Essa tradicional experiência didática, que clareia tão bem informações básicas em Química, é bastante usada, embora não se consiga atingir os conceitos numa primeira oportunidade.

Há uma relação direta entre essa experiência e o trabalho de galvanoplastia, pois são envolvidos termos usados com frequência: eletrodos, catodos, anodos, retificador de corrente, corrente contínua, corrente alternada, pólos, ...

Os conceitos da Teoria Iônica que permeiam esse assunto nos fazem pensar que, sendo proposta na primeira metade do século XIX, portanto, anterior às Teorias atômico-moleculares formuladas no século XX, poderíamos trabalhar com concepções atômicas contemporâneas a ela. Por outro lado, as concepções atômicas mecanicistas, para gases, proposta por Boyle em 1661 e as também mecânicas propostas por Dalton em 1808, não dão conta do fenômeno que ocorre na eletrólise. Essas teorias atômicas não incorporavam os fenômenos elétricos, embora desde 1733, com Charles François Cisternay du Fay (1698-1739) já se identificara dois tipos de eletricidade: a vítrea ou positiva, e a resinosa ou negativa, que se atraíam mutuamente e se repeliam entre si.

#### A TEORIA IÔNICA

A eletrólise e os conceitos de íons aparecem como ruptura dos modelos mecanicistas. Nesses não se pensava no elétron como unidade de quantidade de eletricidade, o que só ocorrerá no final do século XIX. As teorias sobre a condução de eletricidade em metais e em solução vieram bem depois do desenvolvimento da técnica.

Porisso não há preocupação de um modelo que explique o que ocorre, e sim que se tenha o conceito de cátion e de ânion, que possibilite trabalhar a atração eletrostática na ligação que o

corre nos compostos iônicos. Teremos que fazer um percurso que não o histórico, ou seja, pegaremos os dados experimentais do início do século XIX e faremos um salto para as concepções do início do século XX.

### 3.3.3 A construção do equipamento para uso em laboratório didático

Essa construção de um equipamento para manusear em aula põe o aluno numa situação diferente da comum, em que é consumidor de aparelhos já prontos. Esse aparelho poderá depois ser usado em casa para testar o funcionamento de tomadas, de motor de aparelhos domésticos, de circuito elétrico de carros. A observação da própria lâmpada, onde há um compromisso entre condutores e isolantes (filamento de tungstênio, bocal de alumínio, soldas de estanho, versus bulbo de vidro, vedações de resinas, interior de gás) nos leva a interrogações até o ponto de se perguntar por que suas marcas são Osram, Phillips, General Electric...

O diodo de silício, material de nosso século, que usa o fato dos semi-metais serem semi-condutores, transmite energia elétrica, é por isso usado para retificar corrente.

Em 1967, quando comecei a lecionar, para se realizar essa experiência, os textos recomendavam que montássemos uma bateria de quatro pilhas secas, em série, obtendo 6 volts, em corrente contínua. Um dos alunos, Gilberto, sugeriu que era mais prático, já que as pilhas viviam se soltando uma das outras, que se fizesse a ligação diretamente na tomada e se introduzisse um diodo no circuito, numa das conexões com a lâmpada. Esse componente eletrônico, desconhecido para mim na época, era, no entanto, bastante usado e os alunos já o conheciam por um brinquedo de carrinhos de época, chamado autorama, que necessitava de uma corrente contínua.

Os conceitos físicos de eletricidade: carga, potencial elétrico, intensidade de corrente, resistência elétrica, só serão trabalhados em Física na terceira série do 2º grau, de modo que não há uma integração pelo conteúdo, o que poderia reforçar ambas as disciplinas.

Algumas informações práticas: se introduzirmos uma resistência elevada no circuito, em paralelo, é possível observar o aquecimento do filamento, com os eletrodos mergulhados em água destilada. A discussão de força de eletrólitos não é pertinente nessa etapa introdutória.

Para a maioria das alunas, o manuseio de um equipamento elétrico, que não seja uma caixa-preta como são os eletrodomésticos, é motivo de muito receio, ao passo que é um momento importante para os rapazes mostrarem seu destemor e seu conhecimento anterior na área: numerações de cabos elétricos, amperagem dos diodos, tensões das tomadas, os graus de pureza da água: destiladas, desmineralizadas, desionizadas .

### 3.3 O uso da eletrólise no isolamento dos metais alcalinos terrosos e alcalinos em 1807

Os elementos se encontram freqüentemente em combinação com oxigênio. Para libertar o elemento era necessário eliminar o oxigênio. Introduzindo-se um segundo elemento com uma afinidade maior pelo oxigênio, talvez esse abandonasse o primeiro elemento para combinar-se com o segundo. Pensou-se que o método funcionava, sendo o carbono o que freqüentemente desempenhava esse papel. Assim, o minério de ferro, pode aquecer-se com o coque (uma forma de carbono relativamente pura). O carbono pode combinar-se com o oxigênio para formar o monóxido e o dióxido de carbono, ficando separado o ferro metálico.

Consideremos agora a cal. Por suas propriedades a cal parece conter oxigênio. Porém, não se conhece nenhum elemento que forme cal ao combinar-se com oxigênio, e pode-se concluir que a cal é um composto de um elemento desconhecido com oxigênio. Para isolar esse elemento desconhecido, devemos aquecer a cal com coque; porém assim não ocorre nada. O elemento desconhecido se une ao oxigênio tão firmemente que o carbono é impotente para eliminar o oxigênio. Também não há nenhum outro composto que possa tirar o oxigênio da cal.

A um químico inglês, Humphry Davy ( 1778-1829 ), ocorreu que o que não se podia separar por compostos químicos poderia ser forçado pelo estranho poder da corrente elétrica, que conseguia quebrar a molécula da água com facilidade quando os compostos químicos se mostravam ineficazes.

Davy começou a construir uma bateria elétrica com mais de 250 placas metálicas, a mais potente construída até o momento. Envio intensas correntes procedentes dessa bateria através de soluções suspeitas de conter elementos desconhecidos, porém sem resultado. Só obteve hidrogênio e oxigênio, procedentes da água.

Evidentemente tinha que eliminar a água. Porém, quando u sou as próprias substâncias sólidas, não conseguiu fazer passar corrente através delas. Finalmente lhe ocorreu fundir os compostos e fazer passar a corrente através da substância fundida. Tratou, por assim dizer, de obter um líquido condutor sem usar água.

A idéia era boa. A 6 de outubro de 1807, Davy fez passar uma corrente através da potassa fundida (carbonato de potássio) e liberou pequenos glóbulos de um metal que imediatamente chamou de potássio. Era tão reativo que liberava o oxigênio da água despreendendo o hidrogênio com energia suficiente sua combustão com chama. Uma semana depois, Davy isolou o sódio do carbonato de sódio, um elemento um pouco menos ativo que o potássio.

Em 1808, utilizando uma modificação do método, sugerido por Berzelius, Davy isolou vários metais de seus óxidos: magnésio da magnésia, estrôncio da estroncita, bário da baritina e cálcio da cal.

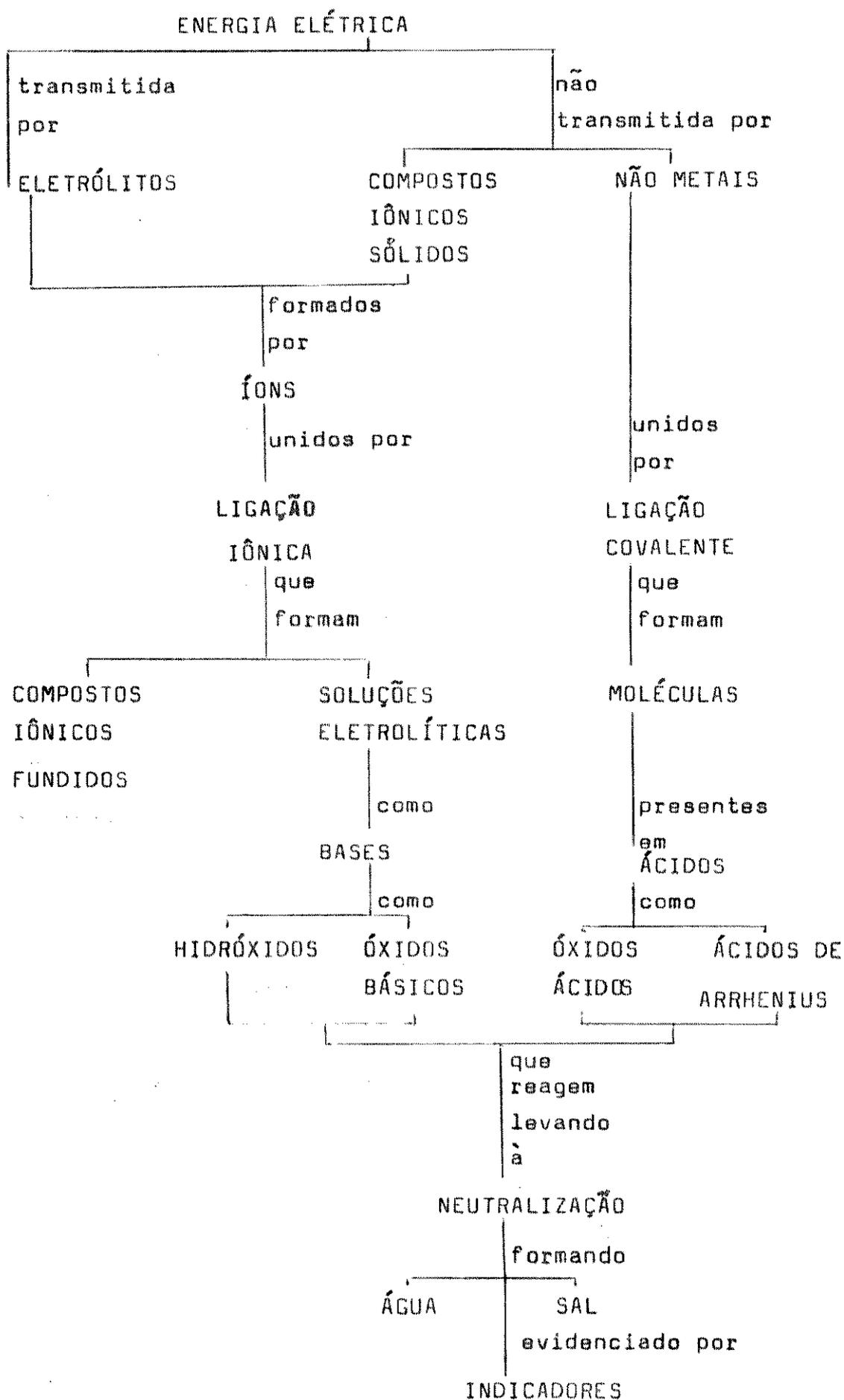
Entre outras coisas, Davy também mostrou que um certo gás verde, que Scheele havia descoberto na ge ração anterior e havia pensado que era um óxido, era na realidade um elemento. Davy sugeriu o nome de cloro, do grego "verde". Davy também demonstrou que o ácido clorídrico, ainda que sendo um ácido forte, não continha nenhum átomo de oxigênio na molécula, desestimulando a sugestão de Lavoisier de que o oxigênio era um componente necessário dos ácidos.

(1)

---

(1) I. Asimov . Op.cit. p.90

4. COMO SE COMPORTAM OS ELEMENTOS QUÍMICOS NA PRESENÇA DO FOGO?

Quadro 4 A produção de bases e ácidos

#### 4.1 As funções químicas ácido e base

Uma das rupturas com a seqüência tradicional de conteúdos que precisamos fazer é no que se refere às funções inorgânicas. Classificam os compostos inorgânicos em ácidos, hidróxidos, sais e óxidos. Essa classificação baseia-se apenas em sua fórmula molecular.

Ao se definir cada uma dessas funções como abaixo:

"Ácidos são os compostos que têm como cátion, exclusivamente, o cátion hidrogênio-ácido,  $H^+$ ."

"Hidróxidos são os compostos que têm como ânion, exclusivamente, o ânion hidroxila,  $OH^-$ ."

"Óxidos são compostos binários do oxigênio, como ânion  $O^{2-}$ "

"Sais são compostos que têm pelo menos um cátion diferente do  $H^+$  e um ânion diferente do  $OH^-$ "

essa classificação, tratando isoladamente as quatro funções, omite a relação dialética que outras teorias ressaltam: a oposição ácido-base; a transformação de um em seu contrário.

Ácidos e bases devem ser tratados conjuntamente em suas interações, não podendo haver um sem o outro. A teoria ácido-base de Lowry e Brønsted faz isso muito bem, colocando os conceitos de ácido e ácido conjugado, base e base conjugada. Porém, há a dificuldade de ter um nível de abstração muito grande para ser ensinado numa 1ª série. A reação de neutralização, que estabelece a relação ácido-base é mais acessível à compreensão, interpretada segundo a Teoria de Arrhenius:



Considerando o que foi dito acima sobre a relação ácido-base, não tem sentido a classificação de óxido como uma função inorgânica. Ele terá uma função de ácido ou de base, inclusive os óxidos

anfóteros, pois quando se fala em comportamento ácido ou comportamento básico, fica sempre subentendido que é um conceito relativo, e que o referencial é a água. Svante Arrhenius, em 1884, é claro ao dizer que "ácidos são substâncias que em água se dissociam, originando como cátions, os cátions  $H^+$ ".

#### 4.1.1 Como é entendido o conceito de ácido? E o de base?

A definição de ácido de Arrhenius é ao mesmo tempo operacional e conceitual. É a definição de quem está estudando os efeitos da passagem de corrente elétrica por soluções, mas ao mesmo tempo, uma definição em termos de teoria de dissociação iônica.

Entrevistas de alunos de 1ª série com pessoas não ligadas à escola mostram outras definições operacionais, dadas por pessoas que trabalham com algum produto de características ácidas. Ela nos remete à idéia de que ácido é sempre ou o ácido muriático ou o ácido sulfúrico. O ácido muriático é usado em limpeza de pisos, após pintura de parede, em especial a caiação, ou na remoção de ferrugem. O ácido sulfúrico é aquele das baterias de carro, uma substância que sendo cáustica, queima a pele, a roupa; é agressiva, corrosiva.

Aparece também a idéia de ácido relacionado com azedo. Tanto o azedo do limão e da laranja, como o azedo do fermentado, o leite azedo, o feijão que azedou. Afinal, ácido é o termo erudito para azedo.

#### 4.1.2 Os indicadores ácido-base

Outra forma operacional de se conhecer o caráter ácido ou básico de uma substância é pela variação de cor dos indicadores.

Essas substâncias, os indicadores ácido-base, todas elas de nomes muito fantasiosos, têm um comportamento "mágico". Como a sua estrutura comporta muitas duplas ligações, uma mudança no número de duplas ligações ocasionará uma brusca mudança de cor. Essa mudança

pode ser provocada pelo meio ácido ou básico, mas sendo suas estruturas suficientemente complexas para trabalharmos com elas no 2º grau, esse fato das mudanças de cor do indicador fica sem explicação, como um comportamento mágico.

Ao invés de se usar substâncias fora do universo dos alunos, muitos professores têm usado como indicador ácido-base, as antocianinas da amora, do repolho roxo, e outros corantes de origem vegetal. Também a fenolftaleína, o mais famoso dos indicadores ácido-base, por sua mudança brusca de incolor para maravilha, é usado; se trata de um laxante vendido em drogarias com o nome de "lactopurgina".

#### 4.1.3 A água como referencial

Em relação à água, podemos tratar as substâncias como ácidas, básicas ou neutras.

Seriam ácidas:

os ácidos de Arrhenius:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{C-COOH}$

os compostos que sofrem hidrólise ácida de seus cátions:  $\text{NH}_4\text{Cl}$

os óxidos de não metais:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$

os óxidos de metais com valências superiores:  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$

os óxidos anfóteros dos não metais e semi-metais:  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SiO}_2$

Seriam básicas:

os hidróxidos:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$

os compostos cujos ânions sofrem hidrólise básica:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$

os óxidos dos metais, que com água formam hidróxidos:  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$

os óxidos anfóteros dos metais:  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$

Seriam neutras em relação à água:

os sais cujos cátions e ânions não sofrem hidrólise:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KNO}_3$

os óxidos "neutros":  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$

#### 4.2. A produção dos óxidos básicos

Para trabalharmos com o conceito de base, com as características das substâncias básicas, escolhemos partir das combustões dos metais. Elas dão origem aos óxidos que têm comportamento básico.

Optamos por duas práticas bem interessantes. Uma, é a combustão de uma esponja de aço, como se faz nas fogueiras de festas juninas. Prendendo um "bom bril" na ponta de uma vareta, pondo-o no fogo e girando-o as fagulhas se espalham. São os fogos de artifício, de quem não os pode comprar, de belo efeito visual.

A outra se refere à combustão de fita de magnésio. Essa combustão dá um "flash", o mesmo usado tempos atrás em lâmpadas de flash, descartáveis. Prendemos a fita de magnésio, de aproximadamente 1,5 cm à ponta de um grampo de cabelo, ou de uma tenaz, e levamo-lo à chama do bico de Bunsen. São tomadas medidas de precaução, pois a combustão do magnésio é muito exotérmica, podendo provocar queimadura grave caso caia na pele. Também os alunos são prevenidos para não olharem para a fita enquanto está ocorrendo a combustão, pois há emissão de uma luz branca muito intensa, que tem um componente de radiação ultra-violeta muito intenso, que poderia causar lesão na vista.

A fita queimada se transforma numa cinza branca, e emite muita fumaça branca, o óxido de magnésio formado tem baixa densidade. A cinza é jogada dentro de um tubo de ensaio, ao qual se adiciona água.

O hidróxido de magnésio formado é pouco solúvel em água,  $K_s = 1,5 \cdot 10^{-11}$ . Colocando-se uma gota de fenolftaleína, a suspensão se colore de róseo, indicando o caráter básico da substância presente.

Como terceira etapa, adicionamos uma gota de solução de ácido clorídrico diluído, que, ao neutralizar o hidróxido, faz desaparecer a coloração. Aquecendo-se o tubo de ensaio, uma parte maior de  $Mg(OH)_2$  passa à solução e a cor retorna. Vamos adicionando nesse processo, ácido clorídrico, gota à gota, e aquecendo até todo hidróxido ser neutralizado.

Coisa semelhante ocorre quando se usa "leite de magnésia", uma suspensão aquosa de hidróxido de magnésio, para neutralizar o ácido clorídrico secretado pelas paredes do estômago e que pode estar causando acidez estomacal. O  $Mg(OH)_2$  é um anti-ácido.

## 4.2.1 A combustão do magnésio

Combustão do magnésio metálico		
Sist. Inicial	Processo	Sist. Final
1. magnésio metálico, polido, fita de 1,5 cm 2. tenaz 3. Oxigênio do ar, $O_2$ 4. $O_2$ em excesso	1. Temperatura ambiente o magnésio se recobre de uma película opaca de óxido 2. Temp da chama de bico de Bunsen: após alguns segundos a fita fica incandescente e emitindo uma chama branca intensa e ofuscante. Após a queima, resulta uma cinza branca frável que é colocada num tubo de ensaio	1. Óxido de magnésio, $MgO$ , pó branco 2. tenaz 3. excesso de $O_2$
$Mg + O_2$	-	$MgO$

Comportamento do MgO em presença de H <sub>2</sub> O		
Sistema Inicial	Processo	Sist. Final
1. tubo de ensaio 2. MgO 3. H <sub>2</sub> O 4. H <sub>2</sub> O em excesso 5. <del>az</del>  Indicador de ácido-base: fenolftaleína	1. Em temperatura ambiental não há transformação aparente. O óxido de magnésio não se dissolveu e se depositou no fundo do tubo. 2. Com o aquecimento acontece uma pequena dissolução do óxido. Obs. testando-se com fenolftaleína há mistura de cor rósea, indicando uma base	1. tubo de ensaio 2. Mg(OH) <sub>2</sub> pó branco insolúvel em H <sub>2</sub> O 3. H <sub>2</sub> O em excesso 4. <del>az</del>
MgO + H <sub>2</sub> O	→	Mg(OH) <sub>2</sub>

Comportamento do hidróxido de magnésio com ácido clorídrico		
Sist. Inicial	Processo	Sist. Final
1. Hidróxido de magnésio Mg(OH) <sub>2</sub> 2. H <sub>2</sub> O 3. HCl 4. HCl em excesso 5. <del>az</del> 6. tubo de ensaio	1. Na temperatura ambiente a parte sobrenadante ficou líquida. 2. Por aquecimento o resíduo de hidróxido de magnésio se dissolveu. nota-se a existência de curvas em suspensão. Já na temperatura de ebulição o resíduo de Mg(OH) <sub>2</sub> se dissolveu totalmente, surgindo então, uma solução incolor	1. tubo 2. HCl exc. 3. <del>az</del> 4. H <sub>2</sub> O 5. cloreto de magnésio MgCl <sub>2</sub> incolor 6. água
Mg(OH) <sub>2</sub> + HCl	→	MgCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O

### 4.3 A química pneumática

Por volta de 1750, antes que se operassem os progressos decisivos da química pneumática, o ar continuava a ser considerado como um fluido elementar e não o resultado de uma mistura de substâncias.

Em um concurso sobre esse tema realizado em 1753 pela Academia de Dijon, França, o vencedor, Boissier de Sauvages, permanece fiel à concepção mecanicista do ar. Segundo ele, em sua "Dissertation où l'on recherche comment l'air suivant ses différentes qualités, agit sur les corps humain", Bordeaux, 1754, o ar é composto por pequenas esferas separadas por interstícios em cujos vazios se insinuam outros materiais.

Antes que Lavoisier identifique a respiração à combustão, as descobertas ainda titubeantes operadas entre 1760 e 1780 vão modificar profundamente a química pneumática. Durante esses vinte anos opera-se uma evolução determinante para uma mudança na interpretação do que seria o ar.

Alain Corbin, em seu livro "Le miasme et la jonquille, L'odorat et l'imaginaire social XVIII et XIX siècles" tenta nos mostrar um quadro do que era a cidade de Paris, e outras cidades francesas no fim do século XVIII, época em que há uma preocupação com a sensibilidade olfativa da classe social emergente: (1)

"Há odores menos confusos do que todas essas emanações mais ou menos elaboradas pela complexa fermentação da terra. Há miasmas menos antigos do que aqueles que são assim devolvidos após len-

1) Alain Corbin. Saberes e odores: o olfato e o imaginário social nos séculos XVIII e XIX; (trad. Ligia Watanabe, S. Paulo: Comp. das Letras, 1987) p.106

tas impregnações. Tais ameaças claras, que demandam a vigilância dos higienistas, são os odores dos excrementos, dos cadáveres, das carcaças de animais mortos. Antes de mais nada, uma constatação: a intensidade olfativa do meio ambiente excrementício, o aterrorizante fedor, incessantemente denunciado, do espaço público. Os eflúvios nauseabundos do faubourg Saint-Marcel tomam de assalto o jovem Rousseau, à sua entrada na capital. No Palácio da Justiça, no Louvre, nas Tulherias, no Museu e até na Ópera de Paris, 'somos perseguidos pelo mau cheiro e pela infecção das latrinas'(1). Nos jardins do palácio real, 'não se sabe onde parar para repousar, sem ter que respirar o cheiro de urina estagnada. Os cais revoltam o olfato; ao pé das colunas, nos carros de praça.'(2)

"Os limpadores de latrinas empestam as ruas: para economizar a ida até o sistema de condutores, eles deixam que os barris escoem na valeta de rua. As múltiplas ordens de polícia consagradas ao flagelo ficam sem aplicação. As oficinas de pisoeiros e curtidores contribuem para a expansão dos odores excrementícios! Os muros das casas parisienses são degradados pela urina. Ou, ainda, a frequência dos encanamentos sobrecarregados que se furam, inundam a casa e sopram a pestilência através dos buracos dos assentos sanitários, que as crianças, aterrorizadas, tomam por orifícios do inferno. Numa palavra, Paris, 'centro das ciências, das modas e do bom gosto', impõem-se como o 'centro do fedor'.(3)

(1) Chauvet, Pierre. Essai sur la propreté de Paris, 1797, p.17

(2) L.S.Mercier. Vues sur la propreté des rues de Paris (1782, t.VII), p.226, in Alain Corbin, op.cit.

(3) Alain Corbin. Op.cit. p.126

#### 4.3.1 A desodorização do espaço

Hoje, os domossanitários ainda se defrontam com o imaginário social de higiene.

Os tradicionais produtos, como as águas sanitárias que se constituem de solução aquosa de hidróxido de sódio e cloro gasoso, as creolinas resultantes de misturas de cresóis, e os lisoformes do início do século, soluções aquosas de formol e tensoativos, todos e les potentes destruidores de microrganismos, mas com odores desagradáveis, perdem mercado para outros em que os odores de eucalipto, pinho, floral, limão são os indicadores de higiene.

A alienação da vida cotidiana permite trocar a visão pelo olfato como mecanismo de controle de eficiência da higiene. A desodorização/odorização dos corpos e do espaço: iogurtes, axilas, carros, banheiros, hospitais e centros urbanos, estão sempre a nos lembrar que o modo burguês de pensar ainda domina corações e mentes.

#### 4.3.2 Cronologia das descobertas a respeito dos gases no séc.XVIII

A identificação dos componentes do ar, bem como, a produção de outros gases, ao lado da constatação de que a água também não é elementar e sim um composto são avanços no conhecimento dessa época.

- 1755 - Joseph Black identifica o "ar fixado" : o gás carbônico,  $\text{CO}_2$
- 1766 - Henry Cavendish descobre que o hidrogênio é menos denso que o ar;
- 1768 - Antoine Baumé inventa o aerômetro e mede a densidade do ar;
- 1772 - Daniel Rutherford e Joseph Priestley, separadamente descobrem o "ar flogisticado", depois chamado azoto, e posteriormente nitrogênio;
- 1773 - Joseph Priestley e Karl Scheele descobrem o "ar vital" ou "ar desflogisticado": o oxigênio;
- Scheele descobre a adsorção de gases pelo carvão;
- 1774 Scheele produz o cloro;
- Priestley descobre o gás amoníaco ;
- 1777 - Lavoisier demonstra que o ar é constituído principalmente de nitrogênio e oxigênio;
- 1781 - Lavoisier descobre a composição do gás carbônico;
- 1783 - Lavoisier obtém hidrogênio passando vapor d'água sobre ferro ao rubro;
- 1784 - Cavendish faz a síntese da água;
- 1789-- Lavoisier anuncia a lei da conservação das massas;
- 1800 - Carlisle e W Nicholson realizam a eletrólise da água.

#### 4.4 O fogo

A mais intrigante questão levantada pela queima, dos metais inclusive, é a que se refere à natureza da combustão, à natureza do fogo.

— Com quem o magnésio está reagindo?

A resposta é unânime:

— Com o fogo!

Até duzentos anos atrás a resposta seria considerada correta. Com Lavoisier, o oxigênio, "ar vital", entra na explicação dos fenômenos de oxidação e combustão, refutando a teoria do flogisto, de Stahl. Ainda assim o fenômeno não foi suficientemente esclarecido pois, em 1806, Fourcroy introduzia sobre a base de uma teoria materialista, o conceito de calórico, para exprimir o conceito de calor em termos de um corpo material.

##### 4.4.1 A abordagem psicanalítica do fogo

Podemos pensar o fogo segundo várias abordagens. Uma delas é a abordagem psicanalítica, feita por Freud em "A aquisição e o controle do fogo", retomando o mito de Prometeu. "Parte da maneira pela qual Prometeu transportou o fogo: roubou-o dos deuses e o trouxe aos homens escondendo-o num pau oco. Um tubo pênis. E baseado no princípio da inversão, Freud diz 'o que o homem contém no seu tubo pênis não é o fogo. Pelo contrário, é o meio de apagar o fogo: é a água do seu jato de urina'. Evidentemente a idéia que subjaz é a do fogo como um símbolo da libido. Trata-se de uma associação extremamente primitiva: 'O calor que irradia do fogo evoca a mesma sensação que acompanha um estado de excitação sexual, e a forma e os movimentos de uma chama sugerem um falo em atividade.' No campo de associações recortado por Freud, o homem apaga o seu próprio fogo, com sua

própria água, a urina que é a água do corpo. No entanto, podemos derivar essa sugestão uma interpretação que corre paralela: a água a paga o fogo, isto é, a realização do ato sexual, em que o elemento água extingue o calor da excitação"(1).

Outra abordagem do fogo, é a filosófica. Um dos primeiros registros que temos se refere a Heráclito de Éfeso( 530 a 460 aC ) e se refere a sua preocupação em conceber a "idéia única" capaz de tudo dirigir em qualquer ocasião. "Todas as coisas são um", mas o que se ria esse um? Heráclito considerava que esse um seria o Fogo. Talvez estivesse influenciado pelo culto persa do fogo; provavelmente esse termo era por ele usado, tanto simbólica como literalmente, para significar ao mesmo tempo a energia e o fogo. "Esse mundo...não foi feito nem por Deus nem pelo homem, mas sempre foi, é e será o Fogo Eterno, que ora se aviva, ora se apaga.". Tudo o que existe é uma forma de fogo, seja "regressiva", através da condensação gradual da umidade, água e terra; seja "progressiva", que vai da terra para a água, para a umidade e volta ao fogo. "Todas as coisas são transmutadas pelo fogo e esse por todas as coisas".

Embora encontre uma constância no Fogo Eterno, Heráclito constata suas infinitas transformações e o segundo núcleo de seu pensamento é a eternidade e ubiquidade da evolução. Nada é estático, tudo se transforma: condição alguma permanece inalterada, nem mesmo um instante: tudo está constantemente deixando de ser o que era e transformando-se no que virá a ser.

#### 4.4.2 A criança produz o fogo!

"A criança traz na bolsa dois bocados de sílex(pedregulho) encontrados na colina. Friccionando-os um contra o outro produz faís

(1) S.Freud . A aquisição e o controle do fogo.(in Obras Completas . Ed. Standard Brasileira.Rio de Janeiro.Imago,1976,v.22 ) p.228, in Bezerra de Menezes, Adélia, Folhetim:Literatura e Psicanálise. Folha de São Paulo,11/12/83 p.5.

cas que deslumbram por um momento e perfuram como uma estrela fugidia a escuridão do quarto. A criança produz o fogo!...Magia do poder!"(1)

Essa abordagem do fogo, como mágica, lúdica, é como Celestin Freinet pensa a tríade - água, areia, fogo. "Essas qualidades que nós tão dificilmente conseguimos precisar e realizar nos trabalhos que oferecemos ou impomos às crianças, dois elementos as possuem naturalmente, e é esse o motivo por que eles são carregados duma atração: a água e o fogo."(2)

"∴ a água é nosso objeto e estamos tanto mais orgulhosos por a dominar quanto a sentimos cheia de um poder que nos ultrapassa. E depois, ela nunca nos deixa elanguescer. Nada de estatismo; nenhuma passividade; toda ela é vida, movimento e ação. Com ela o momento seguinte nunca parece com o que agora passa. É como uma luta constante, onde as pequenas vitórias não são poupadas, mas onde nunca estão dominados os obstáculos que incessantemente exigem engenhosidade, cálculo, astúcia, ciência e esforços."(3)

" O trabalho com areia, que tanto encanta também às crianças, não é por assim dizer mais do que um sucedâneo da atividade apaixonante suscitada pela água. A areia tem, reduzidas, atenuadas, a maioria das vantagens da água, sem ter os seus perigos e inconvenientes."(4)

" A criança descobriu algumas brasas, enterradas na cinza, ao pé de uma moita: com seu sopro vivificante, reanima-as; chega-lhes algumas ervas secas que se torcem, fumegam...e, bruscamente, uma cha

---

(1) Celestin Freinet . . A Educação pelo Trabalho, (vol 2, Ed. Presença, Lisboa, Trad. Antonio Pascada, 1974), p.912

(2) Idem. p.9

(3) Ibidem. p.10

(4) Ibidem. p.10

ma explode, cresce, espalha-se. Triunfo uma vez mais da engenhosidade e do poder! Ou então risca um fósforo e produz-se o efeito mais maravilhoso para a criança: do nada fez ela surgir uma luz quente, que acaricia, dirige, reforça, que pode igualmente deixar extinguir-se, uma luz que no entanto queima, se não se tiver cuidado, e que pode, se a deixarmos crescer imprudentemente, tornar-se perigosa e má até ao desastre".(1)

---

(1) Célestin Freinet. Ibidem. p.12

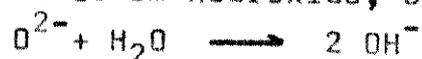
#### 4.5 Os compostos iônicos

O que é possível pensar em termos de estrutura da matéria a respeito dos óxidos básicos? Partindo-se da concepção atômica da matéria é possível pensar os óxidos básicos como sendo:

constituído por íons;

os cátions são dos metais,  
o ânion será o  $O^{2-}$ , óxido,

em presença de água, há uma reação com o ânion se transformando em hidróxido,  $OH^-$



os óxidos básicos, sendo compostos iônicos, são mantidos unidos por força de natureza eletrostática.

É possível se pensar na carga do íon como sendo resultado do balanço de cargas positivas e negativas do átomo, mesmo sem se pensar em como estariam arranjadas essas cargas dentro dele. É possível entender o por que havia compostos de fórmula  $NaCl$ ,  $AlCl_3$ , enquanto a maioria tinha dois cloretos,  $ZnCl_2$ ,  $NiCl_2$ ,  $FeCl_2$ , etc. É possível entender fórmulas de compostos e escrevê-las para a maioria dos compostos iônicos a partir de uma tabela de cátions e ânions.

##### 4.5.1 Como estabelecer a composição em peso e a fórmula dos compostos

A determinação das fórmulas dos compostos químicos passou inicialmente pela determinação da porcentagem em peso de cada componente. Foi o longo caminho de determinar com exatidão a massa molar de cada elemento químico e de cada composto químico. A partir desse passo inicial, usando-se algumas propriedades físicas, foi possível ir determinando as massas molares de outras substâncias. Entre esses métodos temos :

A lei do isomorfismo, de Eilhardt Mitscherlich(1794-1863), que propõe que compostos de composição semelhante tendem a cristalizar juntos, como se as moléculas de um se entremeassem com as moléculas de configuração semelhante, do outro. Se se cristalizam juntos, têm composição igual. Essa conclusão se deu em 1819.

A lei do calor atômico, de Pierre Louis Dulong(1785-1839) e Alexis Thérèse Petit(1791-1820), diz que o calor específico dos elementos, aumento da temperatura que segue à absorção de uma quantidade fixa de calor, parecia variar inversamente com o peso atômico.

Funcionava só para sólidos, e para nem todos. Mas já se poderia pela relação inversa, conhecendo o calor específico de um, determinar o de outro composto.

Também da lei dos volumes de combinação, de Gay-Lussac, em 1808, é possível se estabelecer relações: "Quando gases se combinam entre si para formar compostos, sempre o fazem na proporção de números inteiros pequenos."

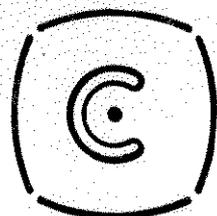
Já Amadeo Avogadro(1776-1856), embora tenha estabelecido, em 1811, que volumes iguais de gases quaisquer têm o mesmo número de partículas, o chamado Princípio de Avogadro, não foi aceito até meados do século XIX.

Foi J.J.Berzelius quem se propôs a determinar a composição elementar dos compostos. Tendo feito centenas de determinações, confirmando a Lei das proporções definidas, consolidou a Teoria Atômica da Dalton.

#### 4.5.2 Por que não partir dos conhecimentos no nível atual?

Poderíamos explicar facilmente a proporção de átomos num composto usando modelos atômicos propostos por Rutherford e Niels Bohr, em 1911, baseando-nos na distribuição eletrônica em níveis e

subníveis de energia. É, porém, preferível partir de fatos experimen\_  
tais e tentar o modelo mais simples possível que explique a composi\_  
ção das substâncias, e nesse caso, basta o simples modelo de Dalton pa\_  
ra explicar. Durante todo o século XIX, foi tentado se conhecer tanto  
a fórmula dos compostos químicos quanto as suas massas molares.



CONHEÇA MAIS

# NOTÍCIA DE JORNAL

## Um recurso didático

Eduardo Roberto da Silva e outros\*

O professor de Química vive um conflito que dificulta seu trabalho: o de ensinar uma quantidade excessiva de conteúdos, nem sempre adequados ao nível de desenvolvimento cognitivo do aluno e, ao mesmo tempo, não criar nesse aluno a visão de que a Química é uma ciência árida, abstrata e desvinculada da realidade.

Reconhece-se que uma das funções da escola é dar aos alunos uma formação que os torne capazes de solucionar problemas da vida e do trabalho. Isso, como sabemos, não pode ser conseguido apenas pela pura e simples transmissão do conhecimento químico.

Em seu livro, "Por que falham os professores", John M. Lembo faz a seguinte afirmação: "Muitos alunos conquistam notas altas durante sua permanência na escola e, no entanto, são estarecedoramente ignorantes quanto a problemas básicos com que se defronta o homem".

Esta reflexão nos leva, como educadores que somos, a procurar interessar o aluno pelos problemas que afligem o homem e a sociedade em que vive e obter sua participação na procura de soluções para os mesmos.

A notícia de jornal (ou revista) é um recurso didático que pode servir para relacionar o conteúdo químico com suas aplicações e implicações, minimizando o problema inicialmente levantado. Além disso, esse tipo de recurso permite que a aprendizagem de certo conteúdo adquira um significado, passando a ser um valor para o aluno, despertando seu interesse e dando-lhe motivação para ampliar seus conhecimentos e conseqüentemente desenvolver sua capacidade de análise e seu espírito crítico.

Este trabalho foi originalmente elaborado para professores de Química do 2º grau e foi apresentado no Terceiro Encontro Nacional de Ensino de Química, realizado em julho/86, em Curitiba. Para esta versão, foram feitas modificações na parte prática, visando adequar os experimentos ao 1º grau.

\* Carlos Sérgio da Silva, Mansur Lufti, Olímpio Salgado Nóbrega, Ruth Rumiko Hashimoto da Silva, Vera Lucia Duarte Novais, Yvone Mussa Esperidião, professores de 2º e 3º graus da rede oficial e particular de São Paulo.

# As chuvas ácidas já começam

HÉLIO BELIK  
Da Reportagem Local

## a cair sobre São Paulo

São Paulo já foi terra da garoa. Hoje é da chuva ácida. E não só da chuva. Índices de acidez foram detectados também no orvalho e na neblina das madrugadas paulistanas. Pesquisas realizadas nos últimos dois anos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) e até hoje não divulgadas revelam que a chuva de São Paulo é mais ácida e poluída do que a de Nova York e de outros grandes centros norte-americanos. A média do pH (potencial hidrogeniônico) da nossa chuva é 4,5, quando o padrão seria 5,65. E quanto menor o pH, mais ácido é o líquido.

Isto não quer dizer que todas as chuvas de São Paulo sejam ácidas. Está comprovado que a acidez é inversamente proporcional ao índice pluviométrico. A própria chuva em grandes quantidades descarrega-se de dissipar a concentração iônica (ácida). Mesmo assim, após tantos anos de poluição atmosférica contínua, as consequências da nossa chuva ácida já podem ser facilmente identificadas. Os solos de São Paulo estão mais acidificados, os carros enferrujam com maior rapidez e as estátuas de mármore já apresentam sinais de corrosão e decomposição.

Como o estudo das chuvas ácidas é muito incipiente no Brasil, não se sabe ao certo que perigos elas podem representar de imediato para a população. A longo prazo — ou mesmo a médio prazo — a acidez das águas da chuva poderá contaminar as provisões de água potável e provocar danos nas cadeias alimentares que chegam ao homem. Prejudicial à lavoura, à fauna e à flora, a chuva ácida é resultado da queima em larga escala de combustíveis fósseis, principalmente em centrais elétricas, fábricas e motores de veículos.

Os grandes responsáveis por este fenômeno típico da era industrial são o dióxido de enxofre e os óxidos de nitrogênio, que em contato com a água na atmosfera desencadeiam a formação do ácido sulfúrico e do ácido nítrico. O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) é proveniente das indústrias (caldeiras e fornos). E os óxidos de nitrogênio (NO) são liberados pelos veículos automotores. Precipitados, estes ácidos se dissolvem nas gotas de chuva e chegam ao solo concentrados.

### Devastação da natureza

Os rios do Santa Catarina utilizam-se para lavagem de carvão, apre-

sentam pH 1, por causa da impregnação de enxofre. Nestes locais, não existem peixes e nem vegetais. O mesmo acontece em bocas de emissários e usinas de cana-de-açúcar, onde são lançados diariamente dejetos ácidos. Segundo o professor Celso Orsini, 56, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), a acidez, principalmente das chuvas, é a grande responsável pela devastação da mata atlântica da serra do Mar em São Paulo. "Em Cubatão, por exemplo, a chuva é extremamente suja e às vezes até alcalina", conta o professor, que há três anos estuda o assunto, em conjunto com o Instituto de Pesquisas Espaciais de São José dos Campos (Inpe).

Ao contrário do que se imaginava anteriormente, a chuva de Cubatão, o maior polo industrial da América do Sul, a 56 km de São Paulo (nas encostas da Serra do Mar), não é tão ácida como a da capital paulista. Mas para os pesquisadores isso não chega a ser surpreendente. A combinação de ácidos e bases (alcalinos) na atmosfera de Cubatão acaba

neutralizando o pH da chuva. Isto não quer dizer que a chuva de Cubatão é menos nociva do que a de São Paulo. Segundo dados colhidos pela Cetesb, os mínimos teores químicos detectados na atmosfera de Vila Parisi, o bairro industrial de Cubatão, "encontram-se entre os valores máximos até então conhecidos no mundo inteiro", especialmente no caso do flúor, ferro, fosfato e sulfato.

Pesquisas realizadas por Lúcia Maria Moreira-Nodermann, 43, responsável pela equipe de Análise Ambiental do Inpe de São José dos Campos, a 92 km de São Paulo, indicam ainda que os solos de Cubatão apresentam teores ácidos elevadíssimos, grandes concentrações de alumínio e índices anormalmente baixos de cálcio e fósforo. O mais preocupante, entretanto, é a altíssima concentração de flúor. A fixação de fluoreto no solo através da chuva está matando a vegetação das encostas da serra do Mar. E é muito baixa a probabilidade, segundo vari-

os pesquisadores, de que cresçam as gramíneas plantadas na área para conter a erosão das encostas.

Em razão da barreira natural da serra do Mar e da proximidade do oceano, a precipitação de partículas em Cubatão não apresenta grande mobilidade. Ocorre praticamente no mesmo local da emissão dos poluentes. Já na cidade de São Paulo a situação é justamente oposta. Ainda não existem dados a respeito, mas é bem provável que chuvas ácidas resultantes de materiais expelidos na capital paulista estejam ocorrendo em regiões distantes. Estudos de circulação atmosférica nos Estados Unidos indicam que os ventos podem provocar chuvas ácidas a até duzentos quilômetros do local de emissão dos poluentes. Não é possível identificar em que regiões de São Paulo o fenômeno ocorre com mais frequência. Mas é bem provável que seja na região central da cidade, na área de concentração industrial e nas proximidades dos poluídos rios Pinheiros e Tiete.

### Critérios de seleção do artigo de jornal

Ao selecionar um artigo, o professor deve, antes, estabelecer com clareza o objetivo a ser atingido.

No caso de se utilizar a matéria jornalística como abertura de um assunto, com a função de motivador e disparador da aprendizagem de certos conteúdos, é fundamental que o artigo se refira a conteúdos que serão trabalhados na unidade e tenha a ver com o cotidiano próximo do aluno ou com a realidade sócio-econômica.

No entanto, se for usado como "fechamento" de uma unidade, o artigo deve servir como retomada de conceitos trabalhados e evidenciar aplicações deles.

O artigo também poderá ser usado durante o curso como fonte de novas informações que permitam a ampliação do conhecimento.

Em qualquer caso, porém, é importante que o professor avalie previamente o rigor do artigo quanto aos conceitos químicos, de modo a poder fazer correções, se necessário. Além disso, o artigo deve ter uma linguagem clara e acessível aos alunos.

No caso de assuntos polêmicos, é interessante que sejam selecionados artigos que mostrem posições conflitantes e propiciem o debate das idéias expostas.

Artigos que dêem margem a relacionar a Química com outras áreas do conhecimento e que levantem novos temas de pesquisa são úteis a qualquer momento.

### Como desenvolver o trabalho

Visando a compreensão do artigo, bem como sua exploração quanto à retomada de conceitos, a abertura para novos temas ou o relacionamento com outras áreas, sugerimos o seguinte roteiro de trabalho para o aluno, elaborado a partir do artigo: "As chuvas ácidas já começam a cair sobre São Paulo", publicado na Folha de São Paulo de 31 de agosto de 1985:

- Fazer uma leitura corrida do texto.
- Sublinhar palavras e expressões desconhecidas, elucidando-as.
- Fazer uma análise do texto. Para isso, os alunos podem trabalhar o quadro I, o quadro II ou o questionário apresentado adiante.
- Em qualquer caso, os alunos podem trabalhar em grupos ou individualmente. O professor deve discutir com os alunos o resultado do trabalho dos grupos e colocar no quadro-negro uma síntese.
- Propor atividades experimentais relacionadas com o tema do artigo.

### Trabalhando com o Quadro I

Se utilizarem o quadro I, deverão simplesmente anotar os fatos e as explicações contidas no próprio texto.

Fatos e explicações extraídos do texto	
FATOS	EXPLICAÇÕES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algumas chuvas que caem sobre São Paulo são ácidas (apresentam <math>\text{pH} = 4,5</math>).</li> <li>2. A acidez da chuva é inversamente proporcional ao Índice pluviométrico.</li> <li>3. A chuva ácida causa:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) aumento da acidez do solo</li> <li>b) enferrujamento mais rápido dos carros</li> <li>c) corrosão e decomposição de estátuas de mármore.</li> </ol> </li> <li>4. A queima de combustíveis fósseis produz dióxido de enxofre e de nitrogênio que são responsáveis pela chuva ácida.</li> <li>5. O dióxido de enxofre é proveniente das indústrias (caldeiras e fornos).</li> <li>6. Os óxidos de nitrogênio são liberados pelos veículos automotores.</li> <li>7. Os rios da região carbonífera de Santa Catarina são muito ácidos, <math>\text{pH} = 1</math>.</li> <li>8. A acidez da água é alta.</li> <li>9. A acidez do solo é responsável pela devastação da mata Atlântica.</li> <li>10. As chuvas em Cubatão são:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) sujas</li> <li>b) menos ácidas que em São Paulo</li> </ol> </li> <li>11. Os solos de Cubatão apresentam:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) teores ácidos elevados</li> <li>b) grandes concentrações de alumínio</li> <li>c) índices anormalmente baixos de cálcio e fósforo</li> <li>d) alta concentração de flúor</li> </ol> </li> <li>12. A presença de flúor nas encostas da Serra do Mar está matando a vegetação</li> <li>13. Em Cubatão, a precipitação de partículas ocorre no mesmo local em que são produzidas.</li> <li>14. Os materiais expelidos em São Paulo provocam chuva ácida em regiões distantes</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. A própria chuva encarrega-se de dissipar os responsáveis pela acidez da chuva</li> <li>4. Essas substâncias em contato com a água produzem ácido sulfúrico e ácido nítrico.</li> <li>7. As águas dos rios são utilizadas para lavar carvão com alto teor de enxofre.</li> <li>10. Em Cubatão existem emanações ácidas e básicas que se neutralizam.</li> <li>13. Devido à localização geográfica da cidade.</li> <li>14. Os ventos podem levar os poluentes até a 200km do local da emissão.</li> </ol>
<p>Hipótese: Não se sabe ao certo as conseqüências que a chuva ácida pode trazer para a população. Talvez ela contamine as reservas de água potável e provoque danos nas cadeias alimentares.</p>	

### Trabalhando com o Quadro II

Se utilizarem o quadro II, deverão preencher as duas primeiras colunas: Idéia Central e Idéias Secundárias.

A terceira coluna (conceitos relacionados às idéias) propõe os conteúdos químicos que o professor poderá trabalhar com base no texto, desde que os alunos tenham conhecimento suficiente para isso. É importante que o professor leve em conta o estágio de desenvolvimento cognitivo dos alunos e os pré-requisitos dos quais dispõem, de modo a evitar questões inacessíveis aos alunos.

Exemplificando: se um artigo sobre acidez menciona  $\text{pH}$  e os alunos estiverem começando a estudar Química; o professor só deverá explorar o  $\text{pH}$  do ponto de vista operacional, isto é, referindo-se a  $\text{pH}$  como um número que, segundo uma escala estabelecida, expressa acidez ou alcalinidade e não explorando o  $\text{pH}$  de maneira formal.

Quadro II

Idéia Central	Idéias Secundárias	Conceitos relacionados às Idéias
<p>Chuva ácida, sua origem, seus efeitos sobre os animais, vegetais e materiais em São Paulo</p>	<p>Corrosão dos mármores.</p> <p>Índice de acidez das águas das chuvas expresso em termos de pH.</p> <p>Valor padrão do pH de chuva = 5,65.</p> <p>Em Cubatão as chuvas são alcalinas.</p> <p>A acidez decresce com o aumento do índice pluviométrico.</p> <p>Chuva ácida é o resultado da queima em larga escala de combustíveis fósseis em centrais elétricas, fábricas e motores de veículos.</p> <p>Os responsáveis pela acidez são os SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub> (óxidos de enxofre e nitrogênio).</p> <p>Óxido ácido + água = ácido.</p> <p>Chuvas ácidas podem ocorrer em locais distantes da fonte de origem.</p> <p>Solos acidificados</p> <p>Corrosão dos carros</p> <p>Devastação da Serra do Mar</p> <p>Quanto mais ácida a água maior o teor de alumínio.</p>	<p>Propriedades que definem a acidez e a basicidade</p> <p>pH (operacional e formal)</p> <p>Neutralização - titulação</p> <p>Diluição</p> <p>Ciclo da água</p> <p>Ar contaminado</p> <p>Reações de Combustão</p> <p>Óxidos ácidos e básicos</p> <p>Reações na atmosfera que originam SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> (composição das cinzas do carvão)</p> <p>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e HNO<sub>3</sub> — obtenção</p> <p>Difusão de gases e partículas</p> <p>Agressão ao ambiente: solos ácidos e agricultura, etc.</p>

### Trabalhando com um questionário

Outra possibilidade de trabalho consiste em pedir aos alunos que respondam ao seguinte questionário:

1. Existe em São Paulo uma instituição responsável pelo controle da poluição ambiental. Qual é?
2. Cite alguns efeitos negativos das chuvas ácidas em São Paulo.
3. A longo prazo, quais os efeitos prováveis das chuvas ácidas?
4. Que atividades humanas contribuem para a acidez da chuva?
5. Quais as substâncias químicas que tornam ácida a chuva? Explique.
6. Cite algumas conseqüências das chuvas ácidas para a fauna e a flora.
7. A acidez da água da chuva não é o único fator de agressão ao ambiente. Mencione outros que atuam em Cubatão.
8. Qual a razão de os poluentes expelidos em Cubatão não se difundirem?
9. Existe uma relação entre o teor de enxofre no ar e a corrosão? Explique.
10. Dê exemplos de cidades afetadas pela poluição da cidade de São Paulo.  
O professor poderá, então:

- Discutir com a classe os pontos levantados através do questionário, identificando conceitos relacionados com as idéias contidas no texto.
- Organizar os conceitos na seqüência a ser trabalhada.

## Discutindo os aspectos sociais

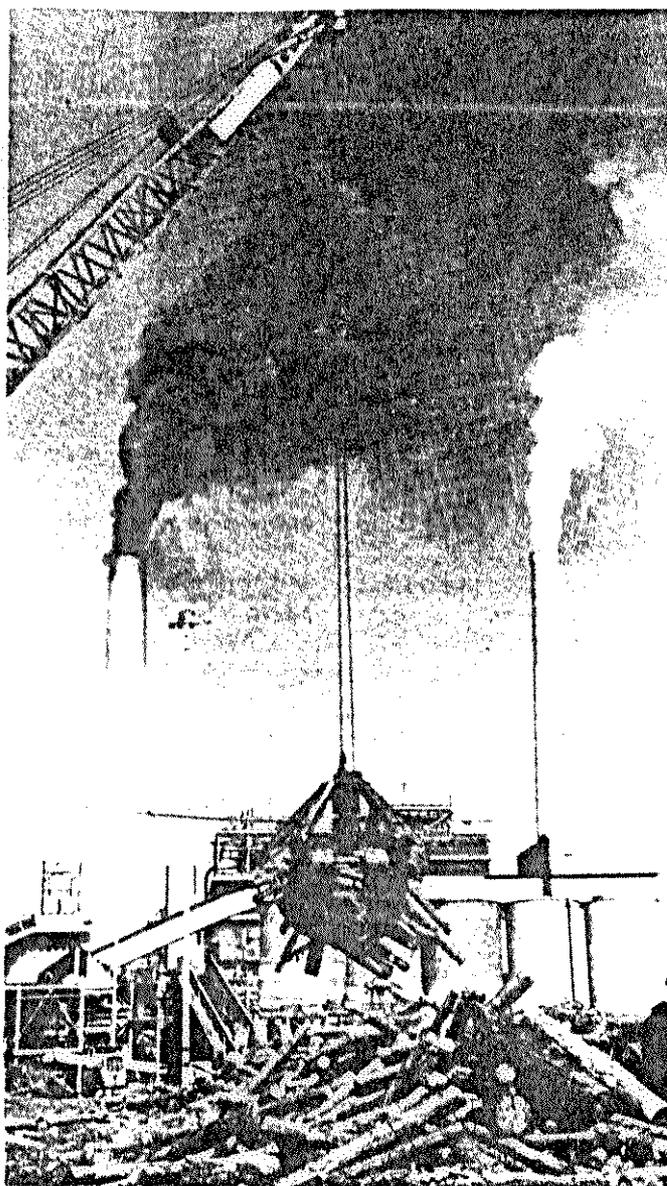
Depois de concluída a análise do texto, o professor poderá suscitar uma discussão sobre questões mais amplas, de forma a possibilitar a percepção de relações sociais, econômicas e culturais envolvidas. Desse modo, estará instrumentando o aluno para desenvolver sua capacidade de análise e seu espírito crítico.

O professor poderá também sugerir entrevistas e pesquisas sobre o tema central ou sobre assuntos mencionados no artigo ou em outras fontes de informação.

O professor poderá ainda propor uma atividade que aborde o aspecto social da notícia de jornal. Desta forma, estará contribuindo para que os alunos adquiram a capacidade de tomar posições sobre os problemas sociais decorrentes da atividade humana. Para tal, pode ser feita uma simulação, onde cada aluno ou grupo de alunos assume papéis de pessoas envolvidas direta ou indiretamente no problema. Os personagens podem ser industriais, operários, moradores das regiões afetadas, órgãos oficiais de combate à poluição, consumidores de gasolina, etc.

Para que a simulação se torne mais rica, é importante que os alunos obtenham maiores informações a respeito das partes envolvidas no problema. Eis alguns exemplos:

- Que tipos de indústrias provocam esse tipo de poluição
- O que essas indústrias fabricam
- Quem consome o que é produzido
- Quantidade de pessoas que a indústria emprega
- Como o problema poderia ser minimizado (instalação de filtros, mudança de processo industrial, etc.
- De que maneira a cidade, onde a indústria se localiza, é beneficiada por sua presença.



## Algumas questões que o texto não responde

Durante a discussão do texto o professor poderá esclarecer tais questões ou poderá sugerir aos alunos que realizem pesquisa no sentido de obter a resposta.

- Por que o meio ácido acelera a formação de ferrugem e decompõe e corrói objetos de mármore?
- Por que em meio ácido peixes e vegetação não sobrevivem?
- Por que em meio ácido a concentração de alumínio é alta e as de cálcio e fósforo baixas?
- Qual a importância do alumínio, cálcio e fósforo para os vegetais?

## Atividades práticas

### 1. Preparo do indicador fenolftaleína

Se não existir na escola e não for possível obter o indicador ácido/base fenolftaleína, adquira em uma farmácia alguns comprimidos de LACTO-PURGA. A fenolftaleína, por seu efeito laxante e purgativo, entra na composição deste medicamento.

Triture 2 comprimidos e coloque o pó em meio copo de álcool. Agite e deixe dissolvendo até o dia seguinte. Filtre em algodão ou pano. Passe o líquido para um frasco que possa ser tampado e guar-

dado. Esta solução tem fenolftaleína na concentração aproximada de 2 g/L.

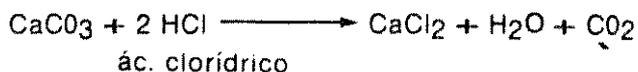
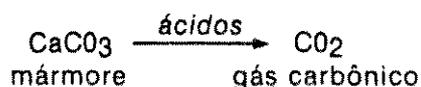
## 2. Preparo de água de cal

Coloque um pouco de cal virgem ou hidratada (aproximadamente 1 colher de sopa) num litro d'água. Agite, tampe bem o frasco e deixe até o dia seguinte. Filtre em algodão ou pano. Passe esta água de cal, límpida, para um frasco que possa ser bem tampado (para evitar a entrada de gás carbônico atmosférico). Esta solução, de hidróxido de cálcio, é alcalina (básica), ou seja, tem pH maior que 7,0.

## 3. Corrosão do mármore, um dos efeitos das chuvas ácidas.

Obtenha 2 copos comuns de vidro. Triture um pedaço de mármore ("pedra de pia"). Coloque uma colher (de chá) deste mármore em pó em cada copo. Adicione o suco de 1 ou 2 limões no primeiro copo e observe a leve efervescência que o ácido do limão provoca no mármore, que essencialmente é carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). Adicione uns 2 dedos de vinagre no segundo copo e observe a ação deste ácido um pouco mais forte sobre o mármore. Se for possível, adicione com muito cuidado um pouco de ácido clorídrico (ácido muriático) num terceiro copo contendo mármore. Observe a rápida efervescência que este ácido provoca.

Estas atividades mostram que o mármore é atacado pelos ácidos e liberta um gás (o gás carbônico, CO<sub>2</sub>) responsável pelas borbulhas observadas.



## 4. Fenolftaleína, um indicador ácido/base.

Coloque num copo 2 dedos de água. Coloque de 3 a 5 gotas do indicador fenolftaleína previamente preparado. Goteje lentamente água de cal, que é alcalina, até que a solução adquira uma cor rosa visível à distância. Goteje lentamente suco de limão ou vinagre até o desaparecimento da cor rosa. Goteje novamente água de cal até voltar a cor rosa. Coloque novamente o ácido do limão ou vinagre. Isto evidenciará que a fenolftaleína fica rosa na presença de bases (álcalis) e fica incolor na presença de ácidos.

## 5. A característica ácida do ar expirado.

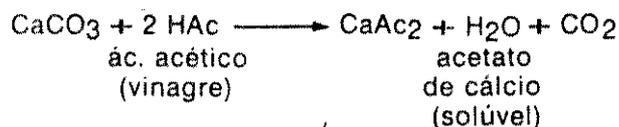
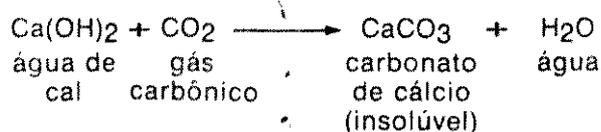
Coloque, num copo, 2 dedos de água. Coloque de 3 a 5 gotas de fenolftaleína. Alcalinize colocando de 5 a 10 gotas de água de cal (hidróxido de cálcio). A solução deve ficar rosa. Com um canudinho, assopre dentro desta solução até produzir um borbulhamento. Observe o desaparecimento da cor rosa. Se achar necessário, coloque mais algumas gotas de água de cal, recuperando a cor rosa, e volte a assoprar até que a cor rosa desapareça novamente. Se colocar muita água de cal, será necessário assoprar vários minutos para neutralizar a solução.

Este experimento tem a função de mostrar que o ar expirado tem característica ácida, devido à presença do gás carbônico CO<sub>2</sub>. Este é capaz de neutralizar e descolorir uma solução alcalina com fenolftaleína, assim como o ácido do limão ou vinagre, fariam. O gás carbônico tem caráter ácido, comportando-se em solução aquosa como se originasse o ácido carbônico



## 6. Formando carbonato insolúvel e dissolvendo-o com ácidos.

Coloque num copo uns 2 dedos de água de cal (não coloque água). Com um canudinho de refresco assopre nesta solução de tal forma a borbulhar. Observe que o líquido vai ficando leitoso. Tal se dá pela reação do gás carbônico, do ar expirado, com o hidróxido de cálcio da água de cal. Esta reação leva à formação de carbonato de cálcio, que é insolúvel em meio alcalino ou neutro, mas é solúvel na presença de ácidos. Assim, goteje lentamente, sob agitação, suco de limão ou vinagre. Observe a solubilização do pó em suspensão e conseqüente desaparecimento da turvação. Este comportamento do CaCO<sub>3</sub> já tinha sido observado no item 3 (corrosão do mármore).



## 7. Criando atmosfera ácida pela queima de uma vela.

Coloque um dedo de água num copo comum. Coloque umas 3 gotas de fenolftaleína e algumas gotas de água de cal. A solução deverá ser alcalina e de cor rosa.

Recolha os gases provenientes da queima de uma vela. Para isto, coloque um outro copo grande, emborcado, ligeiramente acima da chama da vela por uns 30 segundos. Não deixe a vela apagar nem soltar muita fumaça preta.

Feito isto, coloque o copo de boca para cima e tampe-o (cuidado: sua borda deve estar quente). Passe a solução alcalina rosa do outro copo para este. Volte a tampar e o agite até sumir a cor rosa. Coloque mais algumas gotas de água de cal até reaparecer a coloração rosa. Verifique se nova agitação descora a solução.

Tal fenômeno ilustra o comportamento ácido do  $\text{CO}_2$  proveniente da queima da vela, neutralizando a solução alcalina. Se a solução estiver muito alcalina, não haverá  $\text{CO}_2$  suficiente para neutralizá-la e a cor rosa não desaparecerá.

#### 8. Simulando as chaminés das fábricas.

Pode-se simular a atmosfera poluída de uma região industrializada recolhendo os gases da queima da pólvora de palitos de fósforo. Estes gases contêm óxidos de fósforo e de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), cuja acidez é bem maior que a do gás carbônico.

Coloque um dedo de água num copo comum. Acrescente umas 3 gotas de fenolftaleína e algumas gotas de água de cal. Fixe 3 ou 4 palitos de fósforo na ponta de um arame fino. Com um fósforo aceso, acenda os palitos do arame e introduza-os rapidamente dentro do copo. Cubra-os enquanto a pólvora ainda queima, para evitar que os gases quentes escapem.

Retire os palitos e agite o copo tampado, para que os gases se dissolvam na água. Observe o rápido descoramento da solução. Coloque mais algumas gotas de água de cal até a solução voltar a ser rosa. Volte a agitar. Talvez seja possível notar a maior capacidade de descoramento destes gases em comparação com os gases da vela.

#### 9. Corrosão de metais por ácidos.

Arranje 4 pregos novos e brilhantes de uns 4 cm de comprimento. Raspe 2 deles com uma faca ou passe palha de aço ("BOMBRILO") até sair o brilho do prego (capa protetora). Coloque um prego brilhante e um sem brilho num pires e coloque vinagre até cobri-los. Observe a rápida formação de bolhas de gás na superfície do prego que não tem a camada protetora (o gás que forma as bolhas é hidrogênio).

No prego protegido, a corrosão é bem mais lenta e a formação de bolhas de gás é quase imperceptível.

Coloque os outros 2 pregos num pires com água e observe durante vários dias a lenta corrosão. Vá repondo a água que se evapora.

Se julgar seguro, repita o teste dos pregos num pires com ácido clorídrico diluído (nome comercial: ácido muriático). Este ácido tem acidez bem maior que a do vinagre e a corrosão é sensivelmente mais rápida. A chuva ácida, em algumas regiões poluídas, chega a ter acidez maior que a do vinagre, provocando grandes estragos nos automóveis, pontes, portões, grades, etc.

## 4.6.2 A combustão do enxofre

Reação da combustão do enxofre		
Sistema Inicial	Processo	Sistema Final
<del>1. Espátula de aço</del> 2. Enxofre, S pó amarelo 3. O <sub>2</sub> no ar 5. <del>excesso de O<sub>2</sub></del>	1. Na temperatura ambiente de 20°C não há reação 2. Aquecendo-se no bico de Bunsen, ±600°C, o enxofre se funde, entra em combustão, emite luz azul arroxeada, com um gás sufocante e se torna numa névoa branca.	<del>1. espátula de aço</del> 2. gás sulfuroso SO <sub>2</sub> óxido de enxofre 3. <del>Excesso de O<sub>2</sub></del>
$S + O_2 \longrightarrow SO_2$		

Reação do SO <sub>2</sub> com água		
Sistema Inicial	Processo	Sistema Final
1. papel de tornassol azul 2. SO <sub>2</sub> 3. H <sub>2</sub> O 4. <del>Excesso de SO<sub>2</sub></del>	O SO <sub>2</sub> muda a cor do tornassol de azul para rosa	1. papel tornassol rosa 2. ácido sulfuroso H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> 3. <del>excesso de SO<sub>2</sub></del>
$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$		

#### 4.7 A produção de óxidos anfóteros

A produção de óxidos de comportamento anfótero é feita a partir dos semi-metais e dos metais que dão origem a íons de carga elétrica +3 ou superior. Jogando-se o pó metálico, de alumínio ou zinco, sobre a chama do bico de Bunsen, há formação de fagulhas — queima com emissão de luz. Tal não acontece se o metal não estiver na forma de pó, se for lâmina, barra ou chapa.

Pode-se usar, nesse experimento, palitos de fósforo de cor. A produção de fogos de artifício se baseia na obtenção de fagulhas brancas pela queima de alumínio e magnésio metálico, e fagulhas coloridas devido aos íons que emitem, quando aquecidos, luz na região do visível do espectro eletromagnético:

verde-azulado	para o íon cobre II
vermelho	para o íon cálcio
carmin	para o íon estrôncio
verde-amarela	para o íon bário
amarelo	para o íon sódio
violeta	para o íon potássio

## 4.7.1 A combustão do zinco

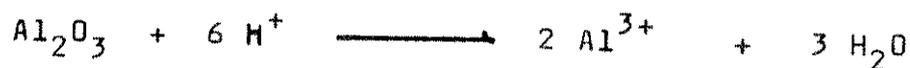
Combustão do Zinco metálico		
Sist Inicial	Processo	Sist Final
1. Espátula de aço 2. Zinco metálico Zn pó anja 3. Oxigênio $O_2$ 4. Excesso de oxigênio	1. Temp. ambiente $22^\circ C$ não se observa reação 2. Temp. do bico de Bunsen $600^\circ C$ Quando o pó se queima, faíscas alaranjadas vão se transformando num pó branco e uma parte não se queimou Levando-se a espátula direto à chama o zinco se queima formando um pó amarelo que com o resfriamento se transforma em branco	1. Espátula de aço 2. Óxido de zinco $ZnO$ brco 3. Excesso de oxigênio
$2Zn + O_2 \longrightarrow 2Zn^{2+}O^{2-}$		

## 4.7.1. B- A combustão do alumínio

Combustão do Alumínio metálico		
Sist Inicial	Processo	Sist Final
1. Espátula de Aço 2. Alumínio metálico em pó Al 3. Oxigênio 4. Excesso de oxigênio	1. Temp Ambiente $22^\circ C$ não se observa reação 2. Temp da Chama do bico de Bunsen $600^\circ C$ Quando o pó se queima sai faíscas prateadas e se transforma em um pó branco, algumas partes não se queimam. Soltando-se o alumínio diretamente sobre a chama saem faíscas prateadas	1. Espátula de aço 2. Óxido de Alumínio $Al_2O_3$ 3. Excesso de Oxigênio
$4Al + 3O_2 \longrightarrow Al_2^{3+}O_3^{2-}$		

## 4.7.2 O comportamento anfotérico

Os óxidos anfóteros tem um comportamento ambíguo, ou seja, têm caráter parcialmente básico e parcialmente ácido. Reage tanto com um como com outro, como nas equações abaixo:



Reação do óxido de zinco com ácidos:



Reação do óxido de zinco com hidróxidos:



Reações do óxido de antimônio III com ácidos e hidróxidos:



Reações do óxido de antimônio V com ácidos e hidróxidos:



Os óxidos anfóteros são o melhor exemplo de como os conceitos de ácido e base não são fechados, ou seja, dependem de com quem se relacionam.

Os óxidos anfóteros formados são recolhidos e, colocando-se sobre eles água e fenolftaleína, podemos determinar o comportamento ácido-base em relação à água, e tentar neutralizar posteriormente pela adição de um hidróxido ou um ácido conforme o caso.

Quando um metal forma vários óxidos, nota-se que o caráter do óxido passa gradativamente de básico para anfótero e depois para

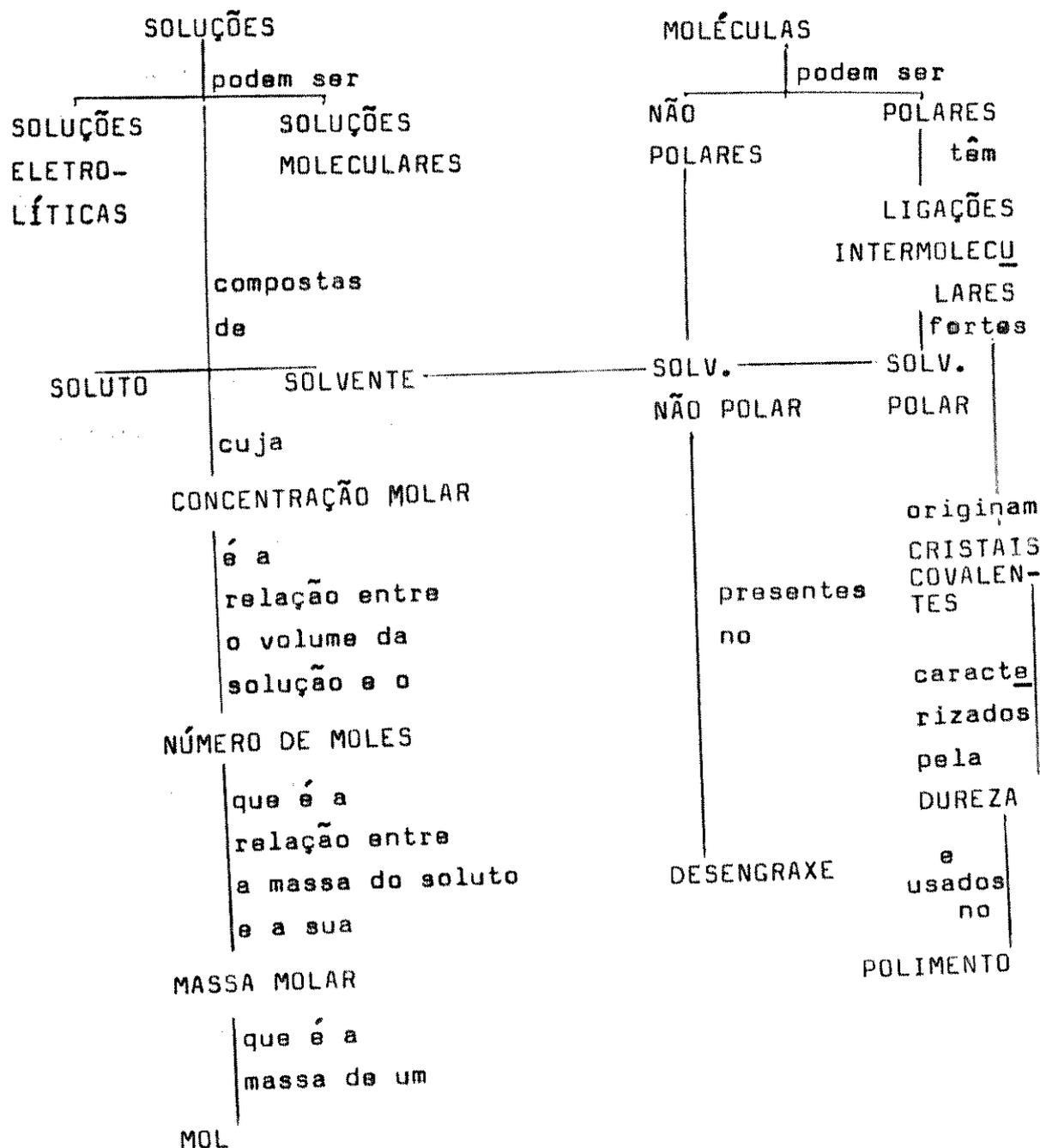
ácido à medida que a carga elétrica, ou o número de oxidação, vai aumentando. Ex:

CrO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CrO <sub>3</sub>
Cr II	Cr III	Cr VI
óxido básico	óxido anfótero	óxido ácido

Isso nos leva a pensar que o caráter ácido/base está relacionado com o tamanho do íon, já que quanto menor o raio iônico, mais ácido é o óxido:

raio iônico do Cr<sup>+3</sup> 0.65 A      do Cr<sup>+6</sup> 0.52 A

5. QUANDO PASSA A SER NECESSÁRIOS CONTROLAR AS MASSAS ?

QUADRO 5 Relações ponderais

Com esses conceitos vamos entender a composição dos banhos, como se preparam as soluções dos banhos, e o porque só alguns líquidos servem para desengraxe.

### 5.1 O conceito de mol

Através dos textos do Chem Study, 1963, houve uma inversão na ordem histórica com que se conceituava mol e massa molar. Dada a nossa impossibilidade de determinar experimentalmente, em nossas condições de laboratório, o número de Avogadro, optamos por seguir a orientação dada pelo projeto Chem Study. Nele, o número de Avogadro,  $6,02 \cdot 10^{23}$ , aparece como dado, assim como dúzia é doze. O número de Avogadro é chamado mol e se aplica a qualquer entidade: um mol de átomos, de moléculas, de íons, de elétrons, etc. Mol perdeu a conotação original de abreviação de massa molecular.

A partir daí, define-se massa molar como a massa de um mol de qualquer coisa. Massa molar do elemento: cloro, enxofre, ferro; massa molar de substância: água, ácido clorídrico, cloro, ácido sulfúrico, etc. Elimina-se com isso toda uma nomenclatura específica (peso atômico, massa atômica, átomo-grama, íon-grama, massa molecular, peso molecular, molécula-grama). Perde também seu sentido original de massa relativa, que indicava quanto um átomo era mais pesado que uma fração do outro.

Massa atômica e massa molecular passaram a ser respectivamente a massa de um átomo e a massa de uma molécula.

O interessante nesse caso é que os alunos sempre acharam que era isso mesmo. Nós, professores, é que queríamos que eles achassem que era outra coisa, que era a massa do número de Avogadro de átomos ou o número de Avogadro de moléculas respectivamente.

## 5.1.1 A massa molar

A determinação exata das massas molares para os elementos e substâncias químicas envolveu o trabalho exaustivo de muita gente, em função do elevado número de compostos químicos e das deficiências dos instrumentos de medida. Um dos que mais contribuiu para a determinação desses valores foi Berzelius.

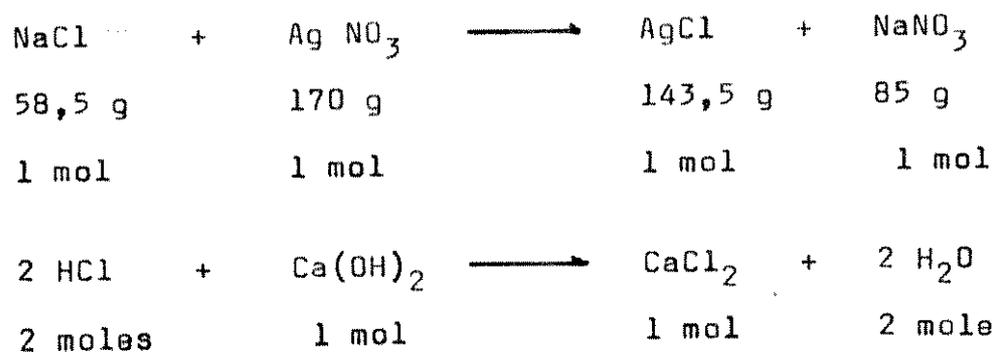
Dispomos dos valores de massa molar nas tabelas periódicas, que por sinal foram organizadas por Mendeleev, na ordem crescente de suas massas molares. A partir dos dados de massa molar podemos partir para a preparação de soluções de concentração molar.

Molaridade será a forma de expressar a concentração de uma solução. Será a relação entre o número de moles do soluto e o volume da solução, expressa em litros.

$$M = \frac{n}{V(\ell)}$$

O número de moles  $n$  se obtém dividindo-se a massa do soluto pela sua massa molar.

O interesse em se definir massa molar está em que a estequiometria (proporção) de uma reação química não se dá em relação à massa dos reagentes e produtos, e sim entre as suas massas molares, sendo uma relação de número simples.



### 5.1.2 A preparação de soluções de concentração conhecida

Para aprender a preparar uma solução é interessante partir inicialmente de substâncias sólidas. Uma substância que se presta a esse aprendizado é o cloreto de sódio, partindo-se do sal grosso. Também a soda cáustica é um bom exemplo. Apesar de não serem substâncias puras, podemos usá-las para fins de aprendizagem do manuseio da balança, da trituração em almofariz, da dissolução e diluição num balão volumétrico.

Assim sendo, o aprendizado das relações ponderais, concentração de soluções e uso da balança ficam ligadas por um objetivo, que é o da preparação de soluções.

E a preparação de soluções nos remete à preparação dos banhos na galvanoplastia: banhos de decapagem, com soluções de ácido clorídrico ou sulfúrico; banhos de desengraxe, com solução de soda cáustica; banhos de eletrodeposição de metais, com soluções de sais de cobre II, de níquel, de cianeto.

#### PREPARAÇÃO DE SOLUÇÃO POR DILUIÇÃO

Uma preparação que envolve mais etapas é aquela do ácido clorídrico, que parte de uma solução mais concentrada para chegar à uma solução mais diluída, ou seja, uma preparação que envolve uma diluição.

A determinação das massas molares aparecem à medida que se torna necessário saber, não mais empiricamente, mas previamente, quanto se tem que usar de cada reagente para produzir a massa que se deseja de produto. Só é possível predizer, no caso de reações que ocorram com rendimento de 100%, a partir de relações molares, ponderais.

5.2 John Dalton, 1808 : Novo sistema de filosofia química

No século XIX, a química foi objeto de considerável desenvolvimento ao longo de duas linhas principais: a teoria atômica da matéria foi revivida, mas sob uma forma nova e poderosa, e o estudo da química orgânica foi iniciado. Ambas deveriam ter grandes implicações, não só para a química, mas também para a física e a biologia.

O renascimento da teoria atômica deveu-se ao professor quacre John Dalton (1766-1844). Nascido em Eaglesfield, Cumberland, onde seu pai era tecelão, Dalton foi mandado para a escola da aldeia, onde parece que se tornou professor quando tinha doze anos de idade, embora sem muito sucesso. Depois de trabalhar por algum tempo em pequenas propriedades locais, mudou-se, com a idade de quinze anos, para lecionar em um internato de Kendal. A escola era bem provida de livros e equipamentos científicos — inclusive um telescópio, um microscópio e uma bomba de vácuo —, e parece que foi lá que Dalton aprendeu ciência como autodidata, com o auxílio de John Gough, um naturalista local. Foi nessa época que começou a manter um registro meteorológico diário. Em 1792, já tinha progredido o suficiente para ser nomeado professor do Nonconformist New College, em Manchester, e envolver-se com a Sociedade Filosófica e Literária de Manchester, uma das mais antigas instituições eruditas da Inglaterra.

O trabalho científico de Dalton incluía observações sobre a auro-  
ra, os ventos alísios e as causas da chuva; ele descobriu a lei das pressões parciais relacionadas com os gases e outra sobre sua expansão (esta última é agora conhecida como Lei de Charles, pois tinha sido descoberta independentemente e mais cedo — cerca de 1787 — por Jacques Charles). Dalton também fez o primeiro estudo sistemático do daltonismo, distúrbio de que ele próprio sofria. Mas é evidente que a teoria atômica foi sua mais importante contribuição, embora, muito estranhamente, ele tenha sido conduzido a ela, não por qualquer estudo de química, mas por seu interesse pela meteorologia. Sabendo que Lavoisier tinha descoberto que o ar era composto por pelo menos dois gases de pesos diferentes, Dalton colocou-se algumas questões básicas sobre a atmosfera, referentes mais ao aspecto da física do que ao da química. Por exemplo, quais eram as proporções em que esses gases apareciam? O vapor de água no ar era quimicamente combinado com os gases, ou apenas estava misturado com eles? Verificara-se também que a quantidade de gás absorvido pelo vapor de água variava em relação a diferentes gases; por que isso acontecia? E, no que diz respeito à própria atmosfera, uma vez que dois gases — oxigênio e nitrogênio — diferiam em peso, por que a gravidade não separava o mais pesado do mais leve? A experiência de Dalton, ao examinar as pressões resultantes, quando os gases eram combinados, além da reflexão sobre todos os problemas mencionados, levou-o a concluir que os gases se misturavam, mas não se combinavam quimicamente. A razão por que isso acontecia era, segundo pensava, o fato de o calor circundar todas as partículas de gás (ou "átomos", como as chamou), mantendo-as separadas e, assim, impedindo-as de se estabelecerem como grupos distintos. Dalton, então, ampliou essa idéia, presumindo que cada gás fosse composto por suas próprias espécies de átomos; quanto mais pesado fosse o gás, mais pesados seriam seus átomos, e os de uma mesma espécie se atrairiam mutuamente.

ELEMENTS					
	Hydrogen	1		Strontian	86
	Azote	5		Barites	68
	Carbon	4		Iron	50
	Oxygen	7		Zinc	56
	Phosphorus	9		Copper	56
	Sulphur	13		Lead	98
	Magnesia	24		Silver	197
	Lime	28		Gold	196
	Soda	28		Platina	196
	Potash	47		Mercury	167

*Lista original de Dalton dos pesos atômicos dos elementos*

O resultado foi que Dalton formulou um poderoso conceito que explicava não só o estado da matéria como também por que uma substância química diferia de outra em peso e, na verdade, em comportamento químico.

Ele anunciou suas idéias pela primeira vez em 1803, em um documento sobre a absorção de gases que apresentou à Sociedade Filosófica e Literária de Manchester, e depois em conferências que fez em Londres e Edimburgo, mas a publicação completa da teoria não apareceu com seu nome até 1808, quando surgiu em seu *Novo sistema de filosofia química*. No entanto, ela tinha sido mencionada no ano anterior por Thomas Thomson em uma nova edição de seu *Sistema de química*, e isso a ajudou a se tornar mais amplamente conhecida.

A essência da teoria de Dalton não era apenas que todos os elementos químicos eram compostos por sua própria espécie de átomos, mas também que as reações químicas nada mais faziam do que separar ou unir essas partículas elementares. "Nenhuma nova criação ou destruição da matéria está dentro do alcance da atividade química", escreveu. Essa teoria era mais que uma idéia engenhosa, como provou a pesquisa subsequente. Era uma teoria que explicava as leis quantitativas da química. Pois, embora Dalton não pudesse precisar o peso de um determinado átomo, uma vez que não sabia quantos bilhões de átomos havia em uma amostra de material, era capaz de medir seus pesos relativos, supondo que a mesma quantidade estava sempre presente em um dado volume. Isso deu aos químicos uma explicação simples e básica, fundamentada em regras definidas. Certamente a teoria atômica não era novidade; os gregos tiveram uma, e Boyle também tinha adotado uma idéia atômica primitiva, mas agora ela estava sendo proposta com um grau de precisão nunca alcançado antes. Isso significava que os pesos relativos dos átomos podiam ser encontrados pesando-se as substâncias envolvidas em uma reação química, o que causou uma revolução em termos de precisão e aprofundamento.

### 5.2.1 A confirmação da Teoria Atômica de Dalton

Quando a utilidade e a validade da teoria foram confirmadas por pesquisas posteriores, seu círculo de defensores aumentou. Dois dos principais homens que contribuíram para a sua aceitação foram Gay-Lussac (1778-1850) e Amedeo Avogadro (1776-1856).

Joseph Gay-Lussac nasceu em Saint-Léonard, perto de Limoges, na França, e entrou na nova Escola Politécnica aos dezenove anos de idade. Ingressou na instituição depois de obter sucesso no concorrido exame de admissão, e manteve o brio inicial, pois se transferiu para a elitista Escola de Pontes e Estradas, onde gozou da proteção de Berthollet. Com trinta e um anos de idade, foi designado professor de química da Politécnica e, muitos anos depois, do Jardim des Plantes. Antes de assumir a cadeira de química na Politécnica, realizou vôos de balão para estudar a atmosfera superior, e isso o levou a realizar pesquisas sobre as propriedades de combinação dos gases, nas quais foi auxiliado pelo cientista, explorador e naturalista prussiano Alexander von Humboldt (1769-1859). Como parte de suas

pesquisas, Gay-Lussac e Humboldt fizeram passar uma corrente elétrica pela água — experiência que estava sendo repetida por outros, agora que se dispunha de uma fonte constante de energia elétrica, que era a pilha voltaica — e depois, na Politécnica, ele ampliou seu trabalho. Em 1811, Gay-Lussac tinha reunido suficientes evidências experimentais para provar não somente que a água era composta por duas partes de hidrogênio e uma de oxigênio, mas também que, depois de examinar outras substâncias, estava claro que todos os gases se combinavam em volumes que mantinham entre si uma relação simples. Como ele declarou, isso era exatamente o que se podia esperar, se a teoria de Dalton estivesse correta.

O conde Amedeo Avogadro, nascido em Turim, no ano de 1776, filho de um distinto administrador e advogado eclesiástico, seguiu a profissão do pai até 1806, quando um interesse pela ciência e especialmente pelas recentes descobertas de Volta o levou a esquecer o direito e estudar a física matemática. Ele é lembrado hoje pelo que ainda se chama de "hipótese de Avogadro", uma poderosa idéia que esclarecia um problema não resolvido por Gay-Lussac. O trabalho deste não explicava por que, quando se combinam, os gases parecem, algumas vezes, ocupar menos espaço. Por exemplo, quando dois volumes de hidrogênio e um de oxigênio se combinam para originar vapor, este ocupa menos espaço que o hidrogênio e o oxigênio separadamente. Isso não era de se esperar, se iguais volumes de gases contivessem igual número de átomos. Mas o que Avogadro verificou foi que os átomos podiam combinar-se quando os gases eram misturados para originar grupos de átomos. Assim, no caso da água, dois volumes de átomos de hidrogênio combinados com um volume de átomos de oxigênio davam dois volumes de água (ou, em símbolos,  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ ). Incidentalmente, a palavra "molécula" (do latim "*molecula*", pequena massa), usada agora para descrever grupos de átomos, foi criada por Avogadro, se bem que, para ele, os átomos fossem "moléculas elementares", e as combinações de átomos, "moléculas integrais". Mas, qualquer que seja a denominação dos grupos, a hipótese de Avogadro era importante não somente por explicar uma anomalia, mas também por abrir caminho para uma medição mais precisa dos pesos atômicos do que a teoria original de Dalton podia fazer sozinha. Avogadro ficou entusiasmado com esse aspecto de sua idéia, mas não havia dados disponíveis suficientes para que ele obtivesse os resultados dignos de confiança que desejava. Não foi senão no fim da década de 1850 que se passou a dispor de evidências suficientes. Stanislao Cannizzaro reviu, então, todas as informações disponíveis e foi capaz, afinal, de realizar uma série de medidas satisfatórias de pesos atômicos.

Com a precisão que agora caracterizava a química, com a nova nomenclatura que Lavoisier havia introduzido no final do século XVIII e com a própria teoria atômica, tornou-se cada vez mais desejável dispor de alguma forma de taquigrafia com a qual se pudesse descrever precisamente o que estava acontecendo em uma reação, tal como fizemos acima com respeito à hipótese de Avogadro. A teoria atômica proporcionava uma oportunidade ideal para isso, e o próprio Dalton mostrou o caminho, usando símbolos circulares para representar os elementos referidos, embora isso apresentasse certas desvantagens. Foi o químico sueco Jöns Jakob Berzelius (1779-1848) quem imaginou um método realmente satisfatório. Sua taquigrafia química era a própria simplicidade, e constitui a base do método usado ainda hoje; o átomo de cada elemento era representado pela primeira letra (ou letras) de seu nome. Assim, H representava um átomo de hidrogênio, O, um átomo de oxigênio, Zn, um de zinco, e assim por diante. Era uma notação imensamente eficaz, e permitia que se identificasse, num relance, o que estava acontecendo em determinada reação química.

### 5.2.2 As relações ponderais

Enquanto, desde a segunda metade do século XVIII, se desenvolvia a técnica de produção industrial, a técnica de análise química, e o conhecimento de novos fatos experimentais e posterior estabelecimento de leis de comportamento químico, a teoria era formulada muito lentamente. A Teoria Atômica proposta por John Dalton em 1803 foi muito lentamente se impondo como modelo explicativo. Suas bases de sustentação eram as leis ponderais: a Lei de conservação das massas ( Lavoisier-1774) que afirmava "Num sistema fechado, a soma das massas dos reagentes é igual a soma das massas dos produtos de reação"; e a Lei da Proporções Definidas ( Proust-1797 ) que diz " A quantidade de um elemento que se combina com uma quantidade fixa de outro elemento é sempre a mesma"; e a lei das Proporções Múltiplas ( Dalton-1807) que afirma " Quando uma mesma massa  $m$  de um elemento A se combina com massas  $m_1$  ,  $m_2$  ,  $m_3$ , ..., de um elemento químico B, dando origem a diversos compostos, as massas do elemento B estão entre si numa relação de números inteiros e simples."

Mas, com o surgimento da indústria química no século XIX , veio também a necessidade de se estabelecer relações ponderais precisas. Para se saber o quanto se obteria de um produto, era necessário saber de quanto se deveria partir, de modo que não houvesse desperdício de matéria-prima.

### 5.3 O surgimento da indústria química no século XIX (1)

Até o início do século XVIII, a química vivia ainda envolta em certo mistério. Nessa época, as mudanças que afetaram a indústria abriram um setor imenso ao trabalho industrial: o da química, com todas as suas ramificações.

Os alquimistas, embora soubessem lidar com algumas substâncias como ácidos e álcalis, não chegaram a investigar a estrutura delas e muito menos sistematizar conhecimentos capazes de compor novas substâncias. Ora, como você sabe, é o conhecimento da composição dos corpos e das reações existentes entre eles que permite a resolução de problemas químicos.

A química só tomou rumos novos em meados do século XVIII, quando o francês Lavoisier (1743-1794) deu-lhe uma outra orientação: trabalhando em seu laboratório particular, demonstrou que a matéria pode se transformar, mas que nada se perde nem se cria. Foi o grande passo dado para levar à composição de novas substâncias. Em 1777, Lavoisier conseguiu identificar os componentes do ar e, seis anos após, a composição da água.

Com a Revolução Industrial, a química, da fase experimental de Lavoisier, passou para a fase industrial. E na base da indústria química, dois produtos desempenharam o papel que o aço e a fundição representaram na indústria metalúrgica: os ácidos e os álcalis.

O ácido sulfúrico se tornou matéria industrial por causa de suas propriedades de agente reativo muito poderoso. E a soda adquiriu uma importância enorme quando o químico Ernest Solvay, em 1865, descobriu um procedimento de fabricação fácil e barato. Ele concluiu em suas pesquisas, que o carbonato de sódio se obtém tratando o sal com amônia e gás carbônico. O êxito desse processo foi fulminante: em quarenta anos a produção mundial passou a ser seis vezes maior do que era. Hoje, esses dois produtos são produzidos aos milhões de toneladas com muitos processos químicos dependendo deles.

O desenvolvimento dessa indústria exigiu a constituição de equipes de investigação científica que passaram a trabalhar em laboratórios caros de pesquisa, financiados pelos donos do capital, ou pelas universidades, deixando longe o tempo em que o sábio podia trabalhar em laboratórios próprios. Nos laboratórios industriais, a tecnologia tornou-se não só desejável como possível, desde que passasse

(1) Letícia B. Canêdo. A revolução industrial. (Ed. Atual e Ed. da UNICAMP, 1985) .p.45 a 48. ( Texto adaptado)

a se desenvolver de acordo com as necessidades do mercado. Neles se criaram os corantes sintéticos, estimulados pelo desenvolvimento da indústria têxtil.

Uma explicação de um diretor de uma grande empresa alemã de produtos químicos ajuda a esclarecer essas afirmações. Disse ele a um engenheiro francês que visitava as instalações da empresa: "Temos em nossa fábrica 145 químicos: a metade deles trabalha no serviço corrente e no controle das matérias-primas e das fabricações; empregamos os demais nas investigações e esses setenta investigadores nos saem por uns 350 mil francos anuais. 9/10 deles não produz nada, mas a décima parte restante pode encontrar o suficiente para nos fazer ganhar uns quatro milhões cada ano".

No fim do século XIX, com a expansão da economia mundial trazendo à indústria novas matérias-primas, que exigiam processamento científico para serem utilizadas de maneira eficiente (borracha, petróleo), a química demonstrou para todos que a era das invenções simples, fruto da habilidade, da experiência prática, sem qualquer base teórica complexa, estava terminada. O progresso tecnológico passava a depender do insumo de mão-de-obra com qualificação científica, equipamento e dinheiro em projetos de pesquisa sistemática.

Porque o importante era produzir. Produzir mais, mas antes de tudo, produzir a preços reduzidos. Os laboratórios vinculados às fábricas, símbolo da sujeição da técnica à produção, se converteram em armas no clima da luta pela concorrência. Não são os processos de fabricação mais baratos a chave do êxito numa economia de mercado?

Em toda parte se experimentava, se inventava, se aperfeiçoava. E o grande mérito dos inventos estava no fato de que eram utilizados imediatamente: tinha um alcance prático e industrial, servindo ao mesmo tempo para o desenvolvimento teórico futuro. Pela primeira vez, a técnica e a ciência passaram a caminhar juntas. E a ciência se enriqueceu pelo contato com os problemas postos pela técnica. Progrediu. Não era um progresso linear, pois não foram soluções de problemas antigos que colocaram novos problemas para a ciência. Com a Revolução Industrial, as ciências se viram colocadas diante de novas e específicas exigências, que lhes abriram novas possibilidades ao se confrontarem com novos problemas, novas maneiras de enfocar os antigos, novos instrumentos práticos e teóricos de investigação.

Na verdade, para as ciências, o processo revolucionário da indústria foi a abertura de novos pontos de partida radicais. Assim, por exemplo, os problemas com o aperfeiçoamento da máquina a vapor levaram físicos como Ampère, Carnot (na França) e Faraday (Inglaterra) a demonstrarem que o calor, a luz, a eletricidade, o magnetismo são formas diversas de energia, passíveis de mensuração, podendo também passar de uma forma a outra. Os problemas técnicos colocados pela mineração, pela metalurgia do ferro e do aço, bem como aqueles ligados à indústria têxtil e à necessidade de alimentação de uma população urbana crescente contribuíram para que químicos como Gay-Lussac e Berthelot demonstrassem que a química dos minerais e aquela dos corpos que constituem os vegetais e os animais obedecem às mesmas leis, isso é, a vida podia ser analisada em termos de ciências inorgânicas. O que levou à realização de trabalho sobre sínteses de corpos orgânicos. Também o descobrimento dos microrganismos levou Pasteur a demonstrar a ação dos micróbios sobre as substâncias químicas e os seres vivos.

A obra de Pasteur mudou radicalmente a indústria química de alimentos, porque o estudo das fermentações transformou a produção da cerveja, do pão e a manipulação do leite. O alimento acondicionado surgiu com as latas de conserva, a carne congelada e o leite condensado. Graças ao descobrimento dos microrganismos, Berthelot pode revolucionar a química dos adubos, dando impulso à agronomia e apresentando soluções ao problema secular da humanidade: o da alimentação.

É difícil acompanhar todas essas conquistas. Só foram lembradas algumas, para demonstrar como as aplicações práticas dos resultados científicos modificaram a vida dos homens a partir do século XIX.

## CONCLUSÃO

Nessa tese, busquei saber se é passível de ser despertada nos alunos a preocupação com as questões sociais, relacionando-se conceitos de química adquiridos em sala de aula com as condições de trabalho humano em que esses conhecimentos são utilizados industrialmente. Busquei também saber como se dá a produção social e a apropriação privada do conhecimento químico em nossa sociedade e em que condições se dá a transmissão institucional desse conhecimento dentro da escola de 2º grau.

Para investigar a preocupação com questões sociais, deixamos à parte as motivações religiosas e morais, além da maturação cognitiva e a superação do subjetivismo, e nos fixamos na via escolar, institucional. Aí, a preocupação com as questões sociais estará ligada à capacidade de essas questões permearem a escola, pois senão a separação entre trabalho e escola pode reforçar nos alunos os mecanismos de alienação que a estrutura da vida cotidiana apresenta.

Nesse trabalho de educação, lidei com objetos e componentes galvanizados, materiais presentes no cotidiano do aluno. Através desse trabalho, pretendo que ele perceba que os objetos são construídos, têm uma história, que esses objetos são resultado de trabalho de homens em sociedade. Com ele temos a possibilidade, não de romper, mas de explicitar a separação entre trabalho e escola.

A separação ocorre na produção social do conhecimento, químico no caso, entre empresas que produzem tecnologia e as que se utilizam dessa tecnologia. Continua na separação entre esse conhecimento socialmente produzido e o que dele é transmitido na escola, separação essa que aparece no formalismo quando da sistematização do conhecimento.

Finalmente, o trabalho realizado pretendeu explicitar a separação que ocorre na apropriação desse conhecimento. Apropriação privada de uma parte técnica, que resulta em um grande número de microempresas de galvanoplastia, e apropriação privada, incorporada ao capital na forma de tecnologia, do conhecimento necessário para a reprodução do capital.

Quanto à transmissão desses conhecimentos, ela se dá nains tituição escolar. A escola, estatal ou privada, constituiu-se no século XIX, segundo esquemas rígidos de produção: aulas cronometradas, alunos excluídos das tomadas de decisões, professores donos de sua área de conhecimento e prestando conta apenas aos superiores hierárquicos.

Dentro dessa escola, as vivências pedagógicas sofrem o isolamento imposto por essa estrutura administrativa, ligada ao fracionamento da vida escolar e sua separação da vida produtiva.

Conseqüentemente, posso compreender que a preocupação com as questões sociais seja apenas despertada, embora continue pequena.

E por que, apesar de não ser mensurável, previsível em um tempo precisamente demarcado, continuamos a colocar como intenção primeira de nosso trabalho? É porque em nossa própria experiência, com as pessoas que realizam conosco a construção da vida, vamos alterando nossa consciência e nossa ação. No que se refere a minha própria compreensão, pelo caminho que tomou, clareou-me as relações de poder na escola, além da desvinculação entre ensino escolar de química e o mundo da produção industrial.

Para superar o isolamento imposto pela estrutura escolar, dois caminhos foram por mim realizados simultaneamente. O primeiro, dentro da escola, com outros professores. Busquei realizar o traba-

lho, através do conteúdo e de um método de compreensão da sociedade. O segundo foi junto aos alunos. Usando métodos de aquisição de conhecimento e conceitos utilizados pelos químicos, investigamos as indústrias galvânicas. O resultado é esse trabalho que busca a totalidade concreta no que se refere ao conhecimento que esse espaço social propicia.

Essa tese é também um material para a compreensão do trabalho nas indústrias galvânicas, setor em que não há atualmente no Brasil, nem escola de formação de técnicos, nem publicações ou estudos que relacionem esse tipo de conhecimento com o ensino de química.

BIBLIOGRAFIA

## B I B L I O G R A F I A

- ABBOTT, Jack H.. No ventre da besta: cartas da prisão. Trad. Maria Célia S.Raposo. Rio de Janeiro : Francisco Alves, 1982.  
 Título original: In the belly of the beast — Letters from prison, 1981
- ABREU, Sylvio F.. Recursos Minerais do Brasil. 2ªed.; São Paulo :Edgard Blücher: EDUSP e Rio de Janeiro : Inst. Nac. de Tecnologia, 2 v . 1973.
- AICHINGER, Ernesto C. e MANGE, Gitla C.. Química Básica. São Paulo: EPU , 1980. 3v.
- ALENCAR, Francisco e CARPI, Lúcia e RIBEIRO, Marcus Venício. História da Sociedade Brasileira. Rio de Janeiro : Ao Livro Técnico 1979.
- ALI, Salim A. e GROTTI, Augusto e RISCALA, Célia M.. "O níquel e suas ações sobre o organismo humano — Revisão." in Anais Brasileiros de Dermatologia, vol.62, nº 2 ( mar-abr, 1987), p. 85-96.
- ALMEIDA, Milton J.de . "O corpo, a aula, a disciplina, a ciência..." in Educação e Sociedade, nº 21 ( mai-ago, 1985), p.146-149.
- \_\_\_\_\_. " Ensinar Português?" O texto na sala de aula. Org.por João Wanderley Gerardi. 2ªed. Cascavel : ASSOESTE, 1984.

AMBROGI, Angélica e VERSOLATO, Elena e LISBÔA, J.C.F.. Unidades Modulares de Química. São Paulo : Hamburg:CECISP. 1986. 4 v

APPLE, Michael. Ideologia e Currículo. Trad. C.E. Ferreira de Carvalho. São Paulo : Brasiliense, 1982.

Título original: Ideology and curriculum. 1979.

ASHTON, T.S.. A Revolução Industrial — 1760 - 1830. Trad. Jorge de Macedo. Lisboa : Europa-América. 2ª ed. 1971.

Título original: The Industrial Revolution. Oxford Press Un.1947

ASIMOV, Isaac. Breve historia de la Química. Trad. Alfredo Cruz y M. Isabel Villena — Madrid : Alianza Ed.,1975.

Título original: A short history of chemistry — An introduction to the ideas and concepts of chemistry. New York : Doubleday & Co 1965.

BARTHES, Roland. Mitologias. Trad. Rita Buongermino e Pedro de Souza. 3ª ed. Rio de Janeiro : DIFEL, 1978.

Título original: Mythologies. Paris : Ed. du Seuil, 1956.

BAILLY, A. Dictionnaire Grec-Français. Paris : Hachette, 1963.

BALZAN, Newton C.. "Alunos do noturno ( ou "Excluídos da escola" ) : Quem são eles? " in Cadernos do CEDES nº 16. Org. Célia Pezzolo de Carvalho, 1986.

BANDEIRA, Moniz. Cartéis e Desnacionalização. A experiência brasileira: 1964-1974. 2ª ed. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira 1975. ( Coleção Retratos do Brasil, v.96 )

BARTHELMESS, Artur. Química. Curitiba : Semeador. 6 v. 1969

BATES, Henry W.. Um naturalista no rio Amazonas. Trad. Regina R. Junqueira. Belo Horizonte : Itatiaia : São Paulo : EDUSP, 1979.

( Coleção Reconquista do Brasil, v. 53)

Título original: The naturalist on the River Amazons. London: J. Murray, 1876.

BAUDRILLARD, J.. " A moral dos objetos" O sistema dos objetos. São Paulo : Perspectiva. .( Debates, v. 70)

BENJAMIN, Walter. Pequena história da fotografia. in Walter Benjamin. Trad. Flávio R. Kothe. São Paulo : Ática, 1985.

( Grandes Cientistas Sociais v.50)

Título original: Kleine Geschichte der Photographie. 1977.

- BERGER, Manfredo. Educação e Dependência. São Paulo : DIFEL , Porto Alegre : Co-edições URGs, 1976.
- BERNARDO, João. Para uma teoria do modo de produção comunista. Porto : Afrontamento, 1975.
- \_\_\_\_\_. Capital, Sindicatos Gestores. São Paulo : Vértice:Revista dos Tribunais, 1987.
- BERTAUX, Daniel. Destinos Pessoais e Estrutura de Classe: Para uma crítica da antropologia política. Rio de Janeiro : Zahar, 1979. Trad. M. José da Silveira Lindoso. Título original: Destins personnels et structure de classe. Trad. da 1ª ed. francesa. Paris : Press Univ. de France. 1977.
- BIRMINGHAM, Donald J.. " Occupational "Dermatoses" in Environmental dermatoses, vol 4, section 19, unit 19-12, 1985. p. 1-25.
- BITTENCOURT, Circe M.F.. Pátria, Civilização e Trabalho. O ensino de História nas escolas paulistas. 1917-1939. Dissertação de Mestrado. São Paulo : Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, 1988.
- BOÉTIE, Etienne de la. Discurso da servidão voluntária ou O contra um. Trad. Laymert G. dos Santos. 2ª ed. São Paulo : Brasiliense . 1982. Título original: Discours de la servitude volontaire. 1574?
- BOLTANSKI, L. Prime education et morale de classe. Cahier du Centre de Sociologie Européenne. Paris : Mouton, 1969.

- BOVET, P.( e outros). "Spirometric alterations in workers in the plating industry". in Int.Arch. Occup. Environ. Health. vol.40, nº25 ( 1977).
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Projeto de Ensino de Física; eletricidade. Rio de Janeiro : MEC :FENME : PREMEN, 1979. 6 v
- \_\_\_\_\_. Projeto de Ensino de Física; mecânica. Rio de Janeiro : MEC FENAME: PREMEN, 1972. 12 v
- BRAVERMAN, Harry. Trabalho e Capital Monopolista: a degradação do trabalho no século XX. Trad. da 1ª ed. Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro : Zahar, 1977.
- Título original: Labor and Monopoly Capital: The Degradation of Work in the Twentieth Century. New York : Monthly R.P. 1974.
- BRECHT, Bertold. "La excepción y la regla" in Teatro Completo. Buenos Ayres : Nueva Visión, 1977.
- BRYAN, Newton A.P. Operações e processos unitários no ensino de engenharia química. Monografia. Campinas : Fac.de Educação, UNICAMP, 1986. 8 p.
- BURTON, Richard F.. Viagem do Rio de Janeiro a Morro Velho. Trad. David Jardim Jr. São Paulo : EDUSP : Belo Horizonte : Itatiaia , 1976. (Reconquista do Brasil, v.36)
- Título original: Explorations of the highlands of the Brazil with A full account of the gold and diamond mines. London : Tinsley Brothers, 1869.

. Las mil y una noches. Trad. Jesús Cabanillas. Madrid : Siru  
ela, 1985. (La Biblioteca de Babel).

Título original: Qitab alif laila ua laila. Trad. Burton: The  
book of the Thousand Nights and a Night. 1872.

CAMPANHOLE, A. Consolidação das Leis do Trabalho. CLT. 60ª ed. São Paulo: Atlas. 1983.

CANDIDO, Antonio. Os parceiros do Rio Bonito. 5ª ed. São Paulo : Duas Cidades, 1979.

CANÊDO, Letícia B. A Revolução Industrial: tradição e ruptura : adaptação da economia e da sociedade : rumo a um mundo industrializado. São Paulo : Atual : Campinas : Ed.da UNICAMP, 1985. (Discutindo a História)

CAPODAGLIO, E.( e outros). " La alterazione della funzione respiratoria in cromatori". in Lav.Umano 16, 57 ( 1964).

CARVALHO, Célia Pezzolo. O difícil acesso à escola primária pública : Estado de São Paulo, 1945-1964. Tese de Doutorado. Campinas : Fac. Educação, UNICAMP, 1989. 220 p.

\_\_\_\_\_. Ensino noturno, realidade e ilusão. 2ª ed. São Paulo : Cortez: Autores Associados, 1984. ( Polêmicas do nosso tempo, v.12)

\_\_\_\_\_. " O último trem parte às 19 horas: o ensino regular de 1º e 2º graus no período noturno". O ensino noturno: conquistas, problemas ou solução? Org. C.P.de Carvalho. Caderno CEDES, nº 16. 1986.

CARVALHO, M.Cecília M.de.(org.) Construindo o saber. Campinas : Papirus, 1988.

- CASTORIADES, Cornelius. As encruzilhadas do labirinto. Trad. Carmen Sylvia Guedes e Rosa M. Boaventura. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1987. 2 v ( Rumos da Cultura Moderna v.53)  
Título original: Les carrefours du labyrinthe. Paris : Seuil , 1978.
- CAVAZZANI, M. e VIOLA, A.. "Aspetti clinici della patologia da cromo". in Med.Lavoro, 61, 168 ( 1970).
- CHAGAS, Aécio P.. O que é química. Campinas : Ed. UNICAMP, 1988.
- CHAUI, Marilena. O que é ideologia. 6ª ed. São Paulo : Brasiliense (Primeiros passos)
- CHEMICAL DBOND APPROACH PROJECT. Chemical Systems & Investigation Chemical systems. Química CBA - Sistemas Químicos. Trad. Astrea e Ernesto Giesbrecht e Lélia Mennucci. São Paulo : EDART, 1969. 3v  
Título original: CBA-Project. Webster Div.-McGraw-Hill Book Co. 1964.
- CHEMICAL EDUCATION MATERIAL STUDY. Química, uma ciência experimental. Trad. Anita R. Berardinelli e Andrejus Korolkovas. São Paulo : EDART, 1969. 3v.  
Título original: Chemistry- an experimental science. Univ.California: The Regents, 1960.
- COHN, Gabriel. " Problemas da industrialização do Brasil no século XX". in Brasil em Perspectiva. 9ªed. Org. por Carlos G.Mota. Rio de Janeiro : DIFEL, 1977. ( Corpo e Alma do Brasil) v. 23

COLE, A.R.H.. "Good chemistry is easily-understood chemistry". in Ninth International Conference on Chemical Education- Abstracts. São Paulo : IUPAC, 1987.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES— INDUSTRIAL HEALTH & SAFETY. Human biological monitoring of industrial chemicals series. Edited by L.Alessio, A.Berlin, R.Roi, M.Boni. Joint Research Centre Ispra Establishment EUR 8476 EN, 1983.

CORBIN, Alain. Saberes e odores: o olfato e o imaginário social nos séculos XVIII e XIX. Trad. Lígia Watanabe. São Paulo : Companhia das Letras, 1987.

Título original: Le miasme et la jonquille. L'odorat et l'imaginaire social XVIII-XIX siècles. Aubier Montaigne, 1982.

CUNHA, Luiz Antonio. Educação e Desenvolvimento social no Brasil. 3 ed. Rio de Janeiro : Francisco Alves, 1978. ( Educação em Questão)

DE DECCA, Edgar. O nascimento das fábricas. . São Paulo : Bra-  
siliense, 1982.( Tudo é história, v.51)

DEFFUNE, Daisi e CATAPANI, Solange C.. Demanda e perfil dos técni-  
cos- químicos e afins no Estado de São Paulo. Monografia. São  
Paulo : SENAI, 1985.

DEWEY, John. Vida e Educação. 8ª ed. Trad. Anísio S. Teixeira. São  
Paulo: Melhoramentos, 1973.

título original: The child and the curriculum ; Interest and Ef-  
fort in Education;

DONGHI, Halperin. História da América Latina. Trad. Carlos N. Couti-  
nho. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1975.

Título original: Storia dell'America Latina. G.Einaudi, 1974.

DOYLE, A.Conan. O cão dos Baskervilles. Trad. Arnaldo V. Medeiros.2  
ed. Rio de Janeiro : Francisco Alves, 1982.

Título original: The hound of Baskervilles

ECO, Umberto. Viagem na irrealidade cotidiana. 6ªed. Trad. Aurora F Bernardini e Homero F.de Andrade. Rio de Janeiro : Nova Fronteira, 1984.

ESCHWEGE, Wilhem L.von. Pluto brasiliensis. Trad. Domício de D.Murta. Belo Horizonte: Itatiaia: São Paulo : EDUSP, 1979.

(Reconquista do Brasil v. 58 e v.59 )

Título original: Pluto brasiliensis. Berlin : Reimer, 1833.

ESPERIDIÃO, Yvone M. e ALVES DE LIMA, Naídes de C.e S.. Química: dos experimentos às teorias. São : Paulo : Nacional, 1977. 2 v.

- FARIA, Roberto de B.. "Eletrolises com eletrodos ativos. Uma aula prática de Química Geral". in Química Nova, vol. 8 nº 3 ( jul-1985). p.167-170.
- FAUSTO, Boris. Trabalho urbano e conflito social: 1890-1920. - Rio de Janeiro : DIFEL, 1976. (Corpo e Alma do Brasil v. 46 )
- FAZENDA, Ivani C.A.. Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia. São Paulo : Loyola,1979.
- FELTRE, Ricardo. Química. São Paulo : Moderna, 1988. 3 v.
- FERNANDES, Florestan. " A formação política e o trabalho do professor". in Universidade, escola e formação de professores. Org.por Denice B.Catani e outros. São Paulo : Brasiliense, 1986.
- FERRO, Marc. A manipulação da história no ensino e nos meios de comunicação. Trad. Wladimir Araújo. São Paulo : IBRASA, 1983. Título original: Comment on raconte l' histoire aux enfants à travers le monde entier. Paris : Payot,1981.
- FEYERABEND, Paul . Contra o método. Trad. Octanny S.da Mota e Leô \_nidas Hegenberg. Rio de Janeiro : Francisco Alves, 1977.
- FIGUEIREDO NETO, Aníbal F.. A física, o lúdico e a ciência no 1º grau. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Inst. de Física e Fac de Educação, USP, 1988. 489 p.

- FLAVELL, John H.. A psicologia do desenvolvimento de Jean Piaget. Trad. M.Helena S. Patto. São Paulo : Pioneira, 1975.  
Título origina: The development psychology of Jean Piaget, 1965.
- FOUCAULT, Michel. Vigiar e punir; nascimento da prisão. Trad. Lígia M.P.Vassallo. Petrópolis : Vozes, 1977.  
Título original: Surveiller et punir, 1975.
- FORTE, L.R.Salinas. " Fazer o homem ou o cidadão". in Perspectiva, vol.6 nº 11, ( jul-dez, 1988). p. 9-12.
- FREINET, Celestin. A educação pelo trabalho. Trad. Antonio Pescada. Lisboa : Presença, 1974. 2 vol.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 10ª ed. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1981 ( O mundo, hoje v.21)
- \_\_\_\_\_. Cuidado, escola! Apresentação, in. Harper, B. e outros. São Paulo : Brasiliense, 1980.
- FREUD, Sigmund. A Aquisição e o controle do fogo. in Obras completas Rio de Janeiro : Imago, 1976. v.22.
- GABEL, Joseph. A falsa consciênica. Trad. Alfredo Margarido. Lisboa : Guimarães, 1979.

GALEANO, Eduardo. As veias abertas da América Latina. Trad. Galeno de Freitas. 8ª ed. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1979.

( Estudos Latino-americanos)

Título original: Las venas abiertas de America Latina. Siglo Veinteuno, 1976, 14ªed.

GALLO NETTO, Carmo. Química básica, São Paulo : Scipione, 1989, 3v

GAMA, Ruy.Org. História da técnica e da tecnologia: textos básicos.

São Paulo : EDUSP: T.A.Queiroz, 1985.

GARCIA, Pedro B.. Educação: modernização ou dependência, Rio de Janeiro : Francisco Alves, 1977. ( Educação em questão)

GIANELOS, Louis. " Controle de banhos de níquel". Trad. Elfriede Soldtner. Noticiário de Galvanoplastia e proteção superficial, a no 7 , nº 27 ( abr-1978). p.25-31.

GILLES, Gaston. Pensée formelle et sciences de l'homme. Paris : Aubier, 1967.

GOETHE, J.W.. Fausto. Trad. Silvio Meira. São Paulo : Abril Cult. 1983. Título original: Faust

GOFFMAN, Erving. Manicômios, prisões e conventos, Trad. Dante M. Leite. São Paulo : Perspectiva, 1974. ( Debates v.91 )  
título original: Asylums on the social situation of mental patients and other inmates, 1961

- GOLDFARB, Ana M. Alfonso. Da alquimia à química: um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanismo. São Paulo : Nova Stella: EDUSP, 1987.
- GOMES, E.R. Incidência de lesões orgânicas na galvanoplastia em São Paulo. Dissertação de Mestrado. São Paulo : Fac.de Higiene, USP 1970. 142 p.
- GRAMSCI, Antonio. Os intelectuais e a organização da cultura. Trad. Carlos N. Coutinho. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira, 1968. ( Perspectiva do Homem v. 48)  
Título original: Gli intellettuali e l'organizzazione della cultura.
- \_\_\_\_\_. Concepção dialética da história. 2 ed. Trad. Carlos N. Coutinho. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira, 1978.  
Título original: Il materialismo storico e la filosofia de Benedetto Croce. Ed. Giulio Einaudi, 1955.
- GRF GRUPO DE REFORMULAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. Mecânica, física-térmica, eletricidade. Versão preliminar, Inst. Física, USP, 1987
- GRIGNON, Claude. L'ordre des choses: les fonctions sociales de l'enseignement technique. Paris : Minuit, 1971.
- GUARANÁ, Cecília V. . "Participação e democracia no cotidiano escolar". in Universidade, Escola e formação de professores. Org. por Denice B. Catani. São Paulo : Brasiliense, 1986.

- HILL, John W. Chemistry for changing times. 2 ed. Minneapolis :  
Burgess, 1975.
- HOBBSAWN, Eric e RANGER, Terence. ( org.). A invenção das tradições.  
Trad. Celina C.Cavalcante. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1984.  
( Pensamento crítico v. 55)  
Título original: The invention of tradition.
- HOFACKER, Ursula. " Why do went to introduce chemistry to the citi-  
zen, and who is the citizen? " in Ninth International Conference  
on Chemical Education- Abstracts. São Paulo : IUPAC, 1987.
- HOMERO . A Odisséia. Lisboa : Publicações Europa-América.
- HUBERMAN, Leo. História da riqueza do homem. Trad. Waltensir Dutra.  
5 ed. Rio de Janeiro : Zahar, 1969.  
Título original: Man's wordly goods, 3 ed. :Montly, 1959, 1ª 1936

IARC : INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to man .  
v. 23: Some metals and metallic compounds. Lyon: IARC.

IDAC : INSTITUTO DE AÇÃO CULTURAL. A vida na escola e a escola da vida. Petrópolis : Vozes: São Paulo : IDAC, 1982.

\_\_\_\_\_. Cuidado, escola! 8 ed. São Paulo : Brasiliense, 1ª ed.1980  
Trad. Letícia Cotrim. Título original: Attention, Ecole!

IUPAC INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. Abstracts. Ninth International Conference on Chemical Education. São Paulo : IUPAC, 1987.

JANIUK, Ryszard M.. " New chemistry curriculum for elementary school in Poland". in 9ª Int.Conf. on Chem Educ.-Abstracts. São Paulo: IUPAC, 1987.

JARRY, Alfred. Ubu-rei. Trad. José R.Fonseca. São Paulo : Max Limó-  
nad, 1986. Título original: Ubu roi.

KOTSCHO, Ricardo. Serra Pelada, uma ferida aberta na selva. São  
Paulo : Brasiliense, 1974.

KOWARICK, Lúcio. A expoliação urbana. Rio de Janeiro : Paz e Ter-  
ra, 1979 ( Estudos brasileiros v.44)

KUHN, Thomas. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo :  
Perspectiva, 1975. ( Debates v. 115) . Trad. Beatriz V. Boeira e  
Nelson Boeira.

KOSIK, Karel. Dialética do concreto. Trad. Célia Neves e Alderico  
Toríbio, 2 ed. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1976.  
Título czeco original: Dialektika Konkrétního, 1963

- LAPASSADE, Georges. Grupos, organizações e instituições. Trad. Henrique A.A. Mesquita. Rio de Janeiro : Francisco Alves, 1977.  
Título original: Groupes, organizations et institutions, 1974.
- LEFEBVRE, Henri. La vida cotidiana en el mundo moderno. Trad. Alberto Scudero. Madrid : Alianza, 1984.
- \_\_\_\_\_. Lógica formal/ lógica dialética. Trad. Carlos N. Coutinho. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira, 1975. ( Perspectivas do homem, série filosofia, v. 100)
- LEITE, Dante M. O caráter nacional brasileiro: história de uma ideologia. 3ª ed. São Paulo : Pioneira. 1976. ( Biblioteca de Ciências sociais)
- LEITE, Lígia C.M. e Martins, M.H. e SOUZA, M.L.A. ( org). Reinventando o diálogo: ciências e humanidades na formação dos professores. São Paulo : Brasiliense, 1987.
- LEMO, Antonio e SANDELLA, Antonio. Química. 6 ed. São Paulo : Ática, 1987. 3 v
- LERZA, P.. " Contributo allo studio della alterazione dell'apparato respiratorio nel cromismo professionale". in Fol. Medica, 60, 10 (1957).
- LICHTIG, Jaim e VALENTE, J.Pedros. " Determinação de traços de cianeto em efluentes". in Química Nova vol.8 nº3 ( jul-1985).p.216.

- LIMA JR. Augusto de. A Capitania das Minas Gerais. Belo Horizonte : Itatiaia: São Paulo : EDUSP, 1978. (Reconquista do Brasil v.51)
- LOWY, Michael. Método dialético e teoria política. Trad. Reginaldo di Piero. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1975. ( Pensamento crítico v.5 ). Título original: Méthode dialectique et théorie politique, 1975.
- LUTFI, Eulina P. e PONTUSCHKA, Nídia N.. "Estudando o Peru através do livro " Bom dia para os defuntos" in revista Orientação, nº 6 ( nov. 1985) Inst.Geografia-USP. p. 59-68.
- LUTFI, Eulina P.. Ensinando Português, vamos registrando a História... O trabalho do professor: incentivo e barreira à documentação que o povo faz da História. São Paulo : Loyola, 1984.
- LUTFI, Mansur. "Proposta de curso noturno em escola pública". in " O ensino noturno: conquista, problema ou solução? Cadernos do GED - DES nº 16. Org. por Célia Pezzolo de Carvalho, 1986.
- \_\_\_\_\_. Cotidiano e educação em química. Ijuí : Unijuí, 1988.
- \_\_\_\_\_. Os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2º grau. Dissertação de Mestrado. Campinas : Fac. Educação, UNICAMP, 1982.
- \_\_\_\_\_. " Consumo e educação em química". in Educação e Sociedade, nº 21 ( mai-ago, 1985) p. 150-153.

MALDANER, Otávio A. Química 1 : roteiro de discussão e introdução à teorias e modelos em química. Ijuí-RS : UNIJUÍ, 1986.

MARTINS, José de Sousa. Sobre o modo capitalista de pensar. 3 ed. São Paulo : Hucitec, 1982.

MARX, Karl e ENGELS, Friedrich. A ideologia alemã. Trad. J.C. Bruni e M.A. Nogueira, 2 ed. São Paulo : L.E. Ciências Humanas, 1979. Título original: Die deutsche Ideologie. Kritik der neuesten Philosophie in ihren Repräsentanten Feuerbach, B. Bauer und Stirner, und des deutschen Sozialismus in seinen verschiedenen Propheten.

MARX, Karl. O 18 do Brumário de Louis Bonaparte. Trad. M.T. de Souza. Coimbra : Nosso Tempo, 1971.

\_\_\_\_\_, Manuscritos econômicos-filosóficos e outros textos escolhidos. Trad. José Carlos Bruni (e outros), 2 ed. São Paulo : Abril Cultural, 1978. ( Os pensadores)

MATSUI, Ana Nemoto e LINGUANOTO, Maria e UTIMURA, Teruko. Química, 2º grau. São Paulo : FTD, 1987. 3v.

MEDEIROS, Alexandre J.F. de. Condicionantes históricos e sociais no surgimento da Física. Dissertação de Mestrado. São Paulo : Inst. Física e Fac. Educação, USP, 1984.

MENESES, Luis Carlos. " Formar professores: tarefa da Universidade". in Universidade, Escola e formação de professores. Org. por Denice B. Catani e outros. São Paulo : Brasiliense, 1986.

MILLER, Arthur. A morte do caixeiro-viajante. Trad. Flávio Rangel.

São Paulo : Abril Cultural, 1983.

Título original: Death of a Salesman, 1948.

MOELLER, Therald. Inorganic Chemistry: an advanced textbook. NY :

Wiley , 10ª printing, 1963.

MANACORDA, Mario Alighiero. História da Educação: da antiguidade

aos nossos dias. Trad. Gaetano Lo Monaco. São Paulo : Cortez :

Autores Associados, 1989. Coleção Educação Contemporânea.

Título italiano original: Storia dell'educazione dall'antichità  
a oggi.

- NADAI, Elza. História da América. 3 ed. São Paulo : Saraiva, 1979.
- NAGEL, Ernst. "Ciência: natureza e objetivo". in Filosofia da Ciência. Org. por S. Morgenbesser. São Paulo : Cultrix, 1967.
- NAUFAL, M.A.A. Savasini. "Construção de um trabalho pedagógico no período noturno". in Cadernos do CEDES nº 16. Org. por Célia Pez zolo de Carvalho, 1986.
- NAVA, Pedro. Báu de ossos. Memórias 1. 6 ed. Rio de Janeiro : Nova Fronteira, 1983.
- NIDELKOFF, M.Teresa. A escola e a compreensão da realidade. Trad. Marina C. Celidônio, 1979.
- \_\_\_\_\_. Uma escola para o povo. Trad. João Silvério Trevisan. 10<sup>a</sup> ed. São Paulo : Brasiliense, 1978.
- NOVAIS, Vera Lúcia D. de.. Química. São Paulo : Atual, 1985.
- NUFFIELD CHEMISTRY. The sample scheme. Stages I and II: The Basic Course. Org. por H.F. Halliwell. London : Longmans, : Harmonds-worth, Middlesex: Penguin Books, 1966.
- \_\_\_\_\_. The sample scheme stage III: A course of options.

- PARLETT, Malcom e HAMILTON, David. " Avaliação iluminativa: uma nova abordagem no estudo de programas inovadores". in Avaliação de programas educacionais: vicissitudes, controvérsias, desafios. Org. por M. Amélia A. Goldberg e Clarilza P. de Souza. São Paulo : EPU, 1982.
- PASOLINI, Pier Paolo. Caos: crônicas políticas. Trad. Carlos N. Coutinho. São Paulo : Brasiliense, 1982.  
Título original: Il caos. E. Riuniti, 1979.
- PAVITT, Keith. " Sectoral patterns of technical change: toward a taxonomy and a theory". in Research Policy, vol 13 ( 1984 ), N-Holland. p.343-373.
- PECEGUEIRO, M. e BRANDÃO, M.. " Administração oral de níquel em indivíduos sensibilizados". in Medicina Cutanea Ibero-latino-americana. vol X nº 5, (1982). p. 295-298.
- PEREIRA, Diamantino A.C. e SANTOS, Douglas e CARVALHO, Marcos B. de. Geografia, ciência do espaço. São Paulo : Atual, 1988.
- PETEROSI, Helena G. e FAZENDA, Ivani C.A.. Anotações sobre metodologia e prática de ensino na escola de 1º grau. São Paulo : Loyola, 1983. ( Educ-Ação v. 10 )
- PIAGET, Jean. Fazer e compreender. Trad. Christina L. de P. Leite. São Paulo : Melhoramentos: EDUSP, 1978.
- PINTO NETO, Pedro da C. Considerações sobre ensino de química. Monografia. Campinas : F.Educ. UNICAMP, 1989. 19 p.

- \_\_\_\_\_. Apontamentos sobre química, educação e ensino. Monografia. Campinas : F.Educ. UNICAMP, 1987 . 23 p.
- POLITI, Elie. Química: curso completo. São Paulo : Ed. Moderna, 1986. 1v
- PONTUSCHKA, Nídia N.( e outros). Evasão escolar e fatores sócio-econômicos no ensino de 1º grau. Monografia. S.José do Rio Preto: Inst. de Biociências, Letras e Ciências Exatas, UNESP, 1982. ( Aqui, agora. nº 40)
- POPPER, Karl. A lógica da pesquisa científica. São Paulo : Cultrix 1975.
- PRÉVE, Orlandina da S.D.. A participação do boletim geográfico do IBGE na produção da metodologia de ensino da geografia. Dissertação de Mestrado. Campinas : Fac. de Educação, UNICAMP, 1989. 326 p.
- PUENTE, Miguel de la. O ensino centrado no estudante: renovação e crítica das teorias educacionais de Carl R Rogers. São Paulo : Cortez & Moraes, 1978.

- RAGO, Margareth. Do cabaré ao lar. A utopia da cidade disciplinar. Brasil 1890-1930. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1985.
- RIBEIRO, M. Luisa Santos. Introdução à História da Educação Brasileira. São Paulo : Cortez & Moraes, 1978. ( Educ.Universitária)
- ROCHA-FILHO, Romeu C. " Sobre o Mol e seus afins: uma proposta alternativa". in Química Nova, vol 11 nº 4 ( out-1988). p.419-429.
- ROLA, Stanislas K.de.. Alchemy: the Secret Art. London: Avon, 1973
- ROMANELLI, Otaíza de O.. História da Educação no Brasil: 1930/1973. Petrópolis : Vozes, 1978.
- RONAN, Colin A. História ilustrada da ciência. Trad. Jorge E. Fortes Rio de Janeiro : Zahar, 1987. 4 v.
- ROUSSEAU, Jean-Jacques. Do contrato social ou Princípios do Direito Político. Trad. Márcio Pugliesi e Norberto de P. Lima. São Paulo : Hemus, 1981.  
Título original: Du contrat social, 1762 e 1782.
- \_\_\_\_\_. Emílio ou Da Educação. Trad. Sérgio Milliet. Rio de Janeiro : Difusão Ed., 1979.

- SAAD, Eduardo G.. " Legislação de acidente de trabalho: esboço histórico". in Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, vol 1, nº 1 ( fev-mar. 1973). p.42-47.
- SAFFIOTTI, Waldemar. Fundamentos de Química. São Paulo : Nacional. 1968. 2v.
- SALOMÃO, Ana Maria L. A praxis educacional como tarefa histórica. Uma experiência no ensino de Língua Portuguesa para o 2º grau. Dissertação de Mestrado. Campinas : Fac. de Educação, UNICAMP, 1987. 175 p.
- SANTIAGO, M.Eliete. Conhecendo e refazendo a prática pedagógica com professores de 1ª a 4ª série. Uma proposta de intervenção curricular. Dissertação de Mestrado. São Paulo : Supervisão e Currículo, PUC-SP, 1987. 311 p.
- SÃO PAULO ( ESTADO ). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Proposta curricular para o ensino de física, 2º grau. São Paulo : SE/CENP, 1986.
- \_\_\_\_\_. Proposta curricular para o ensino de ciências, 1º grau. S. Paulo: SE/CENP, 1986.
- \_\_\_\_\_. Proposta curricular para o ensino de química, 2º grau. S: Paulo : SE/ CENP, 1988.
- SAVIANI, Dermeval. Política e Educação no Brasil. São Paulo : Cortez e Autores Ass., 1987. ( Educação contemporânea)
- \_\_\_\_\_. "Análise crítica da organização escolar brasileira através das leis 5.540/68 e 5692/71" in Educ. Brasileira contemporânea. São Paulo : Mc Graw-Hill, 1976.

- SCARLATO, Francisco C. Metropolização de São Paulo e o Terceiro Mundo. São Paulo : Iglu, 1987.
- SCHNETZLER, Roseli P. O tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros para o ensino secundário de química, de 1875 a 1978. Dissertação de Mestrado. Campinas.: Fac.de Educação, UNICAMP, 1980. 138p.
- SCORZA, Manuel. Bom dia para os defuntos. Balada 1. Trad. Hamílcar de Garcia. 5ª ed. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira, 1984. Título original: Redoble por Rancas. Barcelona : Planeta, 1970.
- SENAI-Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Divisão de Currículos e Programas. Equipe de Planos e Programas. Diretrizes para a organização e implantação de curso técnico de química, 1987
- SHREVE, R. Norris e BRINK JR, Joseph A. Indústrias de processos químicos. Trad. Horácio Macedo. 4 ed. Rio de Janeiro : Guanabara Dois, 1980. Título original: Chemical Process Industries, 4 ed. Mc Graw-Hill 1977.
- SILVA, Eduardo R.da ( e outros). "Notícia de jornal: um recurso didático". in Revista de Ensino de Ciências, nº 16 ( set-1986).p. 31-38.
- SILVA, Marcos A. da(Org.) Repensando a história. Rio de Janeiro : Marco Zero, 1984.
- SINGER, Paul. A formação da classe operária. São Paulo : Atual : Campinas: Ed.Unicamp., 1985. ( Discutindo a história).

SIQUEIRA, Priscila. Genocídio dos caiçaras, São Paulo : Massao Ohno e Ismael Guarnelli Ed., 1984.

SOARES, M. Lúcia de A.. " O continente da geografia" in Orientação nº 6 ( nov. 1985). p.49-52.

SUCHODOLSKI, Bogdan. A pedagogia e as grandes correntes filosóficas  
Pedagogia da essência e a pedagogia da existência, Trad. Liliana R. Soeiro. Lisboa : L.Horizonte, 1972.  
Título original: La pedagogie et les grands courants philosophiques.

TFOUNI, L.V. e CAMARGO, D.A.F. e TFOUNI, E.. "A teoria de Piaget e os exercícios dos livros didáticos de química". in Química Nova, vol.10 nº 2 ( abr-1987). p. 127-131.

THOMPSON, Edward P. A formação da classe operária inglesa. Trad. Denise Bottmann. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1987. 3 vol.

Título original: The making of the english class, 1963

TRAGTENBERG, Maurício. "A escola como organização complexa". in Educação brasileira contemporânea: organização e funcionamento.

São Paulo : McGraw-Hill, 1976. Edit. por W.E.Garcia.

UNESCO. Manual de la Unesco para profesores de ciencias. Paris : UNESCO, 1981.

VARGAS, Milton. "Evolução da ciência moderna". in Revista Brasileira de Filosofia, nº 77 ( jan-mar, 1970). p.16-27.

VERNANT, Jean-Pierre. Mito e pensamento entre os gregos: estudos de psicologia histórica. São Paulo : DIFEL: EDUSP: Trad. Haigamuch Sarian, 1973.

VESENTINI, J. William. "Geografia crítica e ensino" in Orientação nº 6 ( nov-1985).p.53-58.

VIDAL, Bernard. História da química. Trad. António F. Marques. Lisboa : Ed. 70, 1986. ( Bibl. Básica de Ciências v.11)

VIEZZER, Moema. "Se me deixam falar..." Depoimentos de Domitila de Chungara. 3 ed. São Paulo : Símbolo, 1978. Trad. Edimilson A. Bizelli.

Título original: " Si me permiten hablar...." Mexico : Siglo XXI 1977.

- WARDE, Mirian J., Educação e estrutura social: a profissionalização em questão. São Paulo : Cortez & Moraes, 1978. ( Educação Universitária).
- WERNER, Helena Pignatari. Raízes do movimento operário em Osasco. São Paulo : Cortez, 1981.
- WILLIAMS, Raymond. O Campo e a Cidade na História e na Literatura. Trad. Paulo H. Britto. São Paulo : Cia das Letras , 1989. Título original inglês: The country and the city , 1973
- ZYLBERSZTAJN, Arden . Concepções espontâneas em física: exemplos e em dinâmica e implicações para o ensino. Revista de Ensino de Física, São Paulo :5 ( 2) : 3 -16 ( dez-1985).

A N E X O S

ANEXO 1

RELAÇÃO DE NOMES E ENDEREÇOS DAS INDÚSTRIAS GALVÂNICAS PESQUISADAS

1.1 Indústrias da região de Osasco, Taboão da Serra e Zona Oeste:

NIQUELAÇÃO RODRIGUES Ltda

Av Pres Altino, 1565

Jaguaré São Paulo-SP

NAKAHARA, NAKABARA & Cia Ltda

Av Corifeu de Azevedo Marques, 1316

Butantã São Paulo-SP

Indústria Metalúrgica TERGAL S/A

Av Corifeu de Azevedo Marques, 3672

Butantã São Paulo-SP

MECÂNICA JAGUARIBE S/A

Av Jaguaré, 288

Distrito Industrial do Jaguaré São Paulo-SP

CROMEÇÃO UNIÃO Ltda

Av Octacílio Tomanik, 443

Rio Pequeno São Paulo-SP

CROMAP Cromação e Anodização Ltda

R Fáustolo, 367/391

Lapa São Paulo-SP

NIQUELAÇÃO TUPÃ Ind & Com Ltda(ex-) TUPÃ eletrodeposição Ltda

R Cardeal Arcoverde, 736

Pinheiros São Paulo, SP

CROMEAÇÃO GALVANIZAÇÃO NÍCRO GALVA Ltda

R Primitiva Vianco, 674

Centro Osasco-SP

CRONI

R Oswaldo Collino, 163

Presidente Altino Osasco-SP

RÓBUS Cia Ltda

Av dos Autonomistas

Quitaúna Osasco-SP

CINPAL - Cia Industrial de Peças para Automóveis

Rod Regis Bittencourt, km 273

Taboão da Serra-SP

Indústria Metalúrgica SÃO JOÃO Ltda

R Agostinho Cantu, 208

Butantã São Paulo-SP

CASCADURA Industrial e Mercantil Ltda

Av Mofarrej, 825/908

V Leopoldina São Paulo-SP

METALÚRGICA PANDORA Ltda

R Cerro Corá,

Alto da Lapa São Paulo-SP

COZINPE Comercial Zincadora de Peças Ltda

R Pio XI, 2179

Alto da Lapa São Paulo-SP

4.  
IPT Instituto de Pesquisa Tecnológica  
Av Prof Almeida Prado,  
Cidade Univesitária da USP -São Paulo-SP

BMG ARIOLA DISCOS Ltda ( ex-RCA)  
Av Engº Billings, 2227  
Distrito Industrial do Jaguaré São Paulo-SP

S/A Indústria e Comércio TRUFFI ( antenas)  
Av Imperatriz Leopoldina, 1623  
V Leopoldina São Paulo-SP

1.2 Indústrias da Zona Sul: Santo Amaro, Saúde, Aeroporto, etc.

1. CROMAÇÃO NITTO Ltda  
Av Gal Francisco Morazan, 229  
Ferreira- São Paulo-SP
2. CROMASSO Ind e Com Ltda  
R Alto do Bonfim, 26/34  
V Santa Catarina- São Paulo-SP
3. CROMIT Ind e Com de Cromação Ltda  
Av Jabaquara, 1285  
Saúde- São Paulo-SP
4. CROMOLÂNCIA Niquelação e Cromação Ltda  
Av Santo Amaro, 1327  
V N Conceição- São Paulo-SP
5. CROMEÇÃO BRAYDON Ltda  
R Engº M Sampaio, 170  
Chácara Santo Antônio: São Paulo-SP
6. GALTEC Galvanotécnica Ltda  
R Emb. João Neves da Fontoura, 235/253  
Santana São Paulo-SP
7. GIROFLEX  
R Dr Rubens Gomes Bueno, 691  
Várzea de Baixo São Paulo-SP

8. IRMÃOS VUCOVIC Ltda  
R Isabel Schmidt, 452  
Santo Amaro São Paulo-SP
  
9. ITAUTEC  
R Odorico Mendes, 540  
Moóca São Paulo-SP
  
10. MONARK S/A  
R Eng<sup>o</sup> Mesquita Sampaio, 182  
Chácara Santo Antônio São Paulo-SP
  
11. 3 H Ltda  
R Anhanguera, 65  
Santo Amaro- São Paulo-SP
  
12. WALITA Eletro-domésticos Ltda  
Av Eng<sup>o</sup> Eusebio Stevaux, 823  
Santo Amaro São Paulo-SP

ANEXO 2

AVALIAÇÃO DE ALUNOS

## 2.1 Excelente A, O aluno atingiu plenamente todos os objetivos

Nas primeiras aulas, ao mesmo tempo em que se organizam os grupos de trabalho no laboratório, recebe-se a ficha de avaliação, pela qual se fica sabendo que em cada bimestre se fará uma avaliação: do curso de Química; do professor de Química e do aluno.

As avaliações são redigidas em casa e entregues. As do curso e do professor são tabeladas, comentadas em classe e assumidas as mudanças propostas pelo conjunto.

A avaliação do aluno do noturno inclui, em média aritmética: a realização de experimentos; a autoavaliação e a avaliação pelo professor. Dentro da avaliação pelo professor estão as provas escritas; os trabalhos e pesquisas; o uso das técnicas de laboratório; os relatórios dos experimentos e a organização do material de laboratório e das pastas de relatórios.

É evidente que com 2/3 da nota dependente do aluno: realização das experiências e autoavaliação, a responsabilidade pela aprovação é principalmente dele.

A questão mais polêmica é a avaliação da realização das experiências no curso noturno. Como toda aula é experimental, isso se torna uma avaliação de frequência; e no noturno é elevado o absentismo. Ao lado de motivos justos, há motivos irrelevantes como a crônica ausência nas sextas-feiras à noite; os jogos de final de campeonato de futebol; as primeiras e últimas aulas da noite; etc.

Uma discussão sobre o resultado das avaliações será feita mais adiante.

As regras da avaliação oficial são as mesmas desde as mudanças registradas no Regimento Interno das Escolas Estaduais de Primeiro Grau. Decreto 10 623 de 26/10/77.

À mudança da menção, de numérica para literal, deveria cor  
responder uma mudança de postura na avaliação. Haveria uma diminui  
ção nos conflitos alunos x professores x pais, pois não haveria mais  
reprovação por décimos.

Na prática o que ocorreu foi a transformação, pelos profess  
sores, das letras em faixas numéricas, principalmente entre aqueles  
que lecionam Ciências Exatas, Matemática e Inglês, que fazem avaliaç  
ão com cálculos numéricos e testes.

A avaliação literal tem a desvantagem de desarmar o  
aluno, pois é muito mais subjetiva.

## 2.2 Ficha de avaliação do curso de química

### AVALIAÇÃO DO CURSO

1. Dê cinco aspectos positivos do curso que devam permanecer.
  2. Dê cinco aspectos negativos do curso que devam ser eliminados.
  3. Dê cinco sugestões do que deveria ser introduzido no curso.
- Justifique as quinze afirmações.

### AVALIAÇÃO DO PROFESSOR

1. Autoavaliação
2. Avaliação pelos alunos

### AVALIAÇÃO DO ALUNO

1/3 relatórios ; 1/3 autoavaliação; 1/3 avaliação pelo professor

1. Realização de experiências
  2. Autoavaliação
    - a-attitudes(1)
    - b-profundidade dos trabalhos e pesquisas
    - c-entendimento das aulas
  3. Avaliação pelo professor
    - a-organização do material e pastas de relatórios
    - b-entendimento das aulas
    - c-attitudes(1)
    - d-técnicas de laboratório
    - e-correção dos relatórios
- (1) As attitudes incluem: participação em aula: interesse, colaboração com o grupo, iniciativa nos trabalhos, limpeza da bancada; e pontualidade na entrega de relatórios e outros trabalhos.

### 2.3 Avaliação de química para o 1º bimestre

#### AVALIAÇÃO PRÁTICA ( 5,0 PONTOS )

Você está recebendo uma amostra de metal para identificar. Esse metal pode ser Al Pb Sn Mg Ni Zn Co Mn Na K.

Com base nas propriedades físicas e químicas dos metais que você conhece, identifique através de experiências que metal é esse.

Faça um relatório numa tabela adequada.

#### AVALIAÇÃO TEÓRICA

1. Consultando a tabela , defina e dê os pontos de fusão, e\_ bulição e densidade do metal identificado.
2. Que características o levou à identificação do metal?
3. Desenhe um cilindro graduado com líquido na marca dos 5,0 ml.
4. Qual a diferença entre ácido clorídrico concentrado e ácido clorídrico diluído?
5. Compare a maleabilidade do seu material com a de outros metais.
6. Por que saem bolhas durante a reação que você fez?
7. Por que a chama do bico de Bunsen tem uma região que não queima?
8. Por que temos que polir o metal antes da reação?
9. Por que temos que lavar o tubo de ensaio e o cilindro graduado?
10. Que fatos se repetiram em todas as reações de metais com ácido clorídrico?
11. Onde é empregado o metal que você identificou?

COMPORTAMENTO DO... Chumbo..... METÁLICO EM PRESENÇA DE ÁCIDO CLORÍDRICO

SISTEMA INICIAL	PROCESSO	SISTEMA FINAL
<p><u>TUBO DE ENSAIO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chumbo</li> <li>- Ácido clorídrico</li> <li>10 ml da solução aquosa. 1% INCOLOR</li> <li>- ÁGUA</li> <li>- AR</li> <li>- EXCESSO DE ÁCIDO CLORÍDRICO.</li> </ul>	<p>1. Temperatura ambiente 26°C 2. Pressão ambiente</p> <p>NAO HOUVE RELAÇÃO <sup>à temperatura ambiente</sup> POR AQUECIMENTO A SOLUÇÃO ESTOU EM EBULIÇÃO ✓</p> <p>O Chumbo NAO SOFRE REAÇÃO DEPOIS DO AQUECIMENTO ✓</p> <p>POR AQUECIMENTO HOUVE DESPRENDIMENTO LENTO DE GASES.</p> <p>A REAÇÃO É LENTA. O GAS É</p> <p>Precisa fazer a mistura com ácido clorídrico concentrado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. <del>Tubo de ensaio</del></li> <li>2. Cloreto de chumbo</li> <li>3. Hidrogênio</li> <li>4. ÁGUA</li> <li>5. AR</li> <li>6. EXCESSO DE ÁCIDO CLORÍDRICO</li> </ul>
<p>REAGENTES</p>		<p>PRODUTOS DA REAÇÃO</p>

Chumbo e Ácido clorídrico —————> Cloreto de chumbo e Hidrogênio

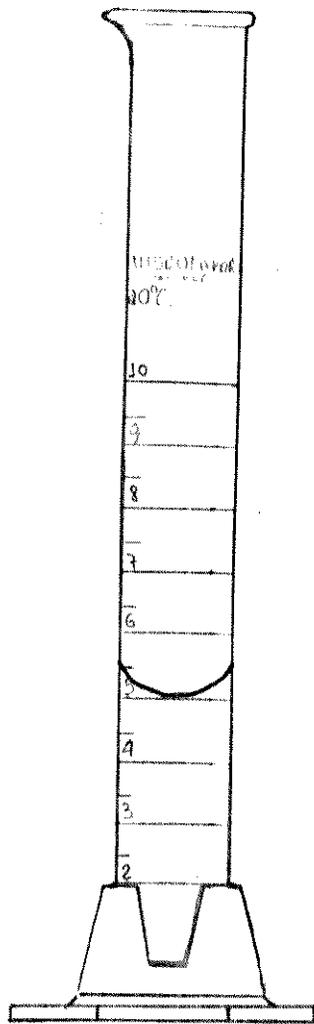
3.0

- PONTO DE FUSÃO 327,5°C
- PONTO DE EBULIÇÃO 1755°C
- PONTO DE DENSIDADE 11,34°C g/cm<sup>3</sup>

Definições

0,2

- O chumbo é maleável. EX: A UNHA RISCAR O CHUMBO. É A PESQUISA.



Onde está o nível d'água?

0,2

Concentrado é uma mistura mais forte onde se reune um maior número de substâncias e possui maior poder. É diluído. É uma mistura mais fraca onde se reune menor número de substâncias, e possui menos poder. No diluído tem mais água que no concentrado. 0,2

Comparando o chumbo com o ferro, logo se vê que o chumbo é mais maleável pelo fato que se passar o ferro no chumbo, o chumbo riscará, e uma barra de chumbo pode ser entortada com as mãos enquanto uma barra de ferro não se entorta. Isso é dureza de material.

Devido o aquecimento o material volta mais

Devido o oxigênio que se concentra no centro da chama.

~~PARA TIRAR AS IMPUREZAS E ACERDO METAL MAIS PURO~~  
oxidado)

PARA REEFICACEMOS QUE A ESPERANÇA ~~DE~~ SIFRA PURA. 14. X

~~Chuva~~ e o desprendimento de gases. 0,3  
NÃO é bulicão

chumbinho DE ESPINGARDA DE PRESSÃO  
BALA DE REVOLVER  
CAPAS DE PROTEÇÃO DE RX C 0,5

ANEXO 3

O CARÁTER ABERTO DOS CONCEITOS DISPOSICIONAIS

### 5.1 As sentenças redutoras

Na aquisição de um vocabulário específico de química, o aluno iniciante encontra três grandes problemas. O primeiro é a quantidade de nomes que lhe despertará a atenção pela primeira vez; o segundo são os termos que ele já conhece, mas com um sentido diferente, mais amplo ou mais restrito, ou até completamente diferente; o terceiro problema é a aquisição de um termo que implica num conceito abstraído de uma prática.

No primeiro caso, temos, por exemplo, o nome de elementos químicos, que o aluno pode ter ouvido falar, mas não são termos de seu uso diário: cálcio, sódio, níquel, estanho, cromo, cobalto, potássio, hidrogênio, nitrogênio, arsênio, magnésio, zinco, urânio, iodo, flúor, cloro. Ao lado desses, há aqueles bastante usados, como: ouro, prata, ferro, alumínio, enxofre, chumbo, mercúrio, cobre, oxigênio.

Em oposição a esses, o aluno terá que conhecer o nome de alguns pouco utilizados, mesmo em química. Há outros, importantes para quem trabalha com química, como: bromo, bário, argônio, xenônio, neônio, boro, titânio, antimônio, célio, rubídio, berílio, estrôncio, manganês, silício. São noventa elementos químicos presentes na natureza de nosso planeta, e mesmo um químico, dificilmente terá contato com metade deles.

O menino só pode achar que é gozação alguma coisa se chamar estrôncio (de Strontian, vila da Escócia), ou molibdênio (de μόλυβδος, que significa chumbo), ou índio, tálio, gálio, hélio, criptônio (vide "Superman"). O símbolo de uma grande parte desses elementos será útil na resolução de palavras cruzadas. Muitos alunos, diante dessa lista de nomes de elementos, por conta própria, fazem seus joguinhos, testando suas me-

mórias. Ficam tentando escrever de cor o nome que conseguem lembrar. Assim como faziam com os nomes dos vinte e seis estados brasileiros, dos cinquenta estados americanos, dos cinquenta países africanos, dos vinte times de futebol do campeonato paulista, dos jogadores da seleção do Brasil na copa de '86, das marcas de cigarro.

Quanto ao segundo problema de aquisição do vocabulário específico de Química, vamos dar alguns exemplos de como se deve estar alerta quanto a significados e como a aula expositiva mantém certas confusões.

Quando se fala em mercúrio, o metal, líquido prateado, de densidade  $13,6 \text{ g/cm}^3$ , usado em termômetros, é confundido com o medicamento mercurio-cromo, chamado simplificadaamente de mercúrio, que é uma solução de timerosal— um composto do elemento químico mercúrio—acrescido de um corante vermelho. Essa confusão é desfeita quando se mostram as duas substâncias, pois a confusão é só semântica. Quanto a termômetro há outro equívoco. Geralmente os alunos conhecem apenas o termômetro clínico, com escala entre  $35$  e  $42^\circ\text{C}$ . Esse tem um funcionamento tal que a coluna de mercúrio sobe com a temperatura do corpo e mantém-se fixa, e só baixa para o bulbo se agitado. Já no com escala entre  $-10$  e  $110^\circ\text{C}$ , a coluna de mercúrio é variável, subindo e descendo, marcando sempre a temperatura do ambiente.

Nas primeiras vezes que os alunos têm contato com esse termômetro, ficam-no agitando para a coluna de mercúrio descer. Como ela não desce, consideram que está com defeito.

### 3.2 Ferver? Fervilhar? Efervescer? Fermentar?

Numa reação entre metal e ácido, começa a haver despreendimento de pequenas bolhas de gás que vão aumentando de quantidade até estabilizar. Alunos afirmam que o líquido ferve !

Ferver ou fervilhar, sem ser em sentido figurado, é a formação de bolhas num líquido. É o caso da efervescência do gás carbônico em água produzida pelos comprimidos efervescentes; é a fermentação do mosto que gera gás carbônico na produção do álcool etílico ou da cerveja.

Mas não é ferver, o crescimento da massa de pão pelo gás carbônico produzido pela fermentação.

Mas fervura é também, e principalmente, a ebulição do líquido e aí é que aparece o perigo de identificar fervura com ebulição.

Essa mesma confusão está no dicionário que diz: "ferver |do lat. fervere| v.t.d.l. Produzir ebulição em: ferver a água. 2. Cozer em água fervente ou em outro líquido em ebulição: É preciso ferver a seringa." e não se refere aos outros casos de despreendimento de bolhas de gás em líquido, ao qual designa como efervescer. "Efervescência | do lat. effervescentia | S.F. Evolução de um gás em bolhas dentro de um líquido, quer pela diminuição da pressão, quer pela ação de um agente químico. 2. Ebulição, fervura."

Parece-nos mais conveniente reservar o termo ferver para a ebulição; fermentar, se estiverem envolvidos enzimas e microrganismos; e efervescer quando houver ação de um agente químico.

### 3.3 Soluções

O termo solução | do lat. solutione| adquire em físico-química um sentido conceitual que se choca com o linguajar cotidiano e com a terminologia usada em matemática, onde adquire o sentido de resultado de um problema ou de uma equação.

Em um sentido amplo, uma solução é uma mistura homogênea. É um sistema homogêneo de mais de um componente. Esses componentes podem estar em qualquer estado de agregação.

Num sentido mais restrito, a solução será uma pequena quantidade de substância sólida ou líquida dissolvida em água. A solução poderá ser colorida, mas será sempre transparente, pois é uma mistura homogênea.

A substância que está em menor quantidade recebe o nome de soluto e a que estiver em maior quantidade é chamada solvente.

A proporção de soluto em relação ao solvente dá origem a dois outros conceitos: o de concentrado e o de diluído.

São dois conceitos que envolvem relações quantitativas. Ao nível das operações concretas, os alunos dominam esses conceitos. Sabem adoçar um café, uma limonada. Conseguem distinguir um café forte de um café fraco. Mas não dominam a terminologia. Diluído é um termo desconhecido, que geralmente confundem com dissolvido. Concentrado já é um termo bem mais ouvido por eles. Aparece mais em propaganda de detergentes líquidos, futebol, manifestações políticas.

Mas é fácil perceber que têm conceito falho do que é concentração, no que se refere a soluções. Entendem concentrado como puro. Ácido clorídrico concentrado passa por ácido clorídrico puro. Detergente concentrado passa por detergente puro. Não está havendo conceituação correta de solução e de concentração.

Nas reações de metais com ácido clorídrico, quando o metal não reagia com o diluído, pedíamos para os alunos usarem então o ácido concentrado. Pudemos perceber que eles achavam que ácido concentrado era o nome de um outro ácido. Passamos a falar explicitamente então em ácido clorídrico concentrado a 35% e ácido clorí-

drico a 5%.

Essas conceituações vão-se formando pela preparação de soluções em laboratório e pelo manuseio delas.

### 3.4 Ferro e ferrinho

Qualquer pedaço de metal, no início do curso, é chamado pelos alunos de ferrinho. Já o latão é, por metonímia, chamado de me-tal. Isso gera uma grande confusão, pois o latão é uma liga metálica constituída de  $\frac{2}{3}$  de cobre e  $\frac{1}{3}$  de zinco. Talvez o termo seja uma redução de "metal amarelo" como é algumas vezes chamado o latão.

Não há como definir conceitualmente o que seja metal. Ou pelo menos é muito difícil. Temos que caracterizá-lo através de vá-rias propriedades físicas, pois cada uma delas isoladamente não ca-racteriza o que seja metal. Como juntar substâncias tão diferentes como mercúrio, ferro, sódio, ouro, chumbo e cobre em um mesmo con-ceito? Metálico é uma tendência do comportamento de elementos.

### 3.5 Carga elétrica dos íons

Aparece uma dificuldade também, em relação ao que o alu-no já aprendeu, quando se vai trabalhar com as cargas elétricas dos íons.

Como os alunos não pensam naquela notação em termos de car-ga elétrica positiva ou negativa e sim em termos de números relativos, aparecem as seguintes dúvidas: não lhes faz sentido escre-ver + ao invés de +1. Em matemática não é a mesma coisa. Por que es-crever +2 ou +3? E não apenas 2 ou 3. Em matemática é a mesma coisa.

Essa dificuldade de entender que não é uma representação matemática e sim de cargas elétricas acarretará uma dificuldade gran-de quando o aluno for aprender fórmulas de compostos iônicos e ti-ver que fazer o balanceamento das cargas elétricas.

### 3.6 Misturas que não se misturam

Como entender que em aula de Química, água e óleo seja uma mistura, se todos sabem que água e óleo não se misturam? Em outro momento ele aprenderá sobre líquidos imiscíveis, do qual água e óleo será o exemplo cabal. Seguramente não se está falando da mesma coisa!

Há outros termos de uso corrente em Química, com sentidos específicos, mas que na linguagem diária têm sentido diverso: base, elemento, composto, complexo, balão, capela, sal, açúcar, fusão, etc

a. Base ou básica é a substância com propriedades opostas a ácidos. É o mesmo que hidróxido, no conceito de Arrhenius. Com mesmo sentido dizemos que essas substâncias são alcalinas. Mas alcalinas são as substâncias de propriedades fortemente básicas. O termo alcalino provém de álcali, do árabe al-kali, a cinza das plantas, em que está presente o carbonato de potássio (potássio = kalium), de propriedades caracteristicamente básicas, ou seja, anti-ácidas.

b. Balão, num laboratório de química, será um equipamento de vidro, esférico ou com base achatada, e que terá uma ou mais saídas cilíndricas na parte superior. Quem procurar artefatos de papel e a rame, com mecha de breu, não vai encontrar num laboratório.

c. Capela é o compartimento localizado em parede, com janela de vidro, com exaustão, onde se realizam testes que liberam gases e se usam solventes tóxicos.

d. Sal, que originalmente designava a mistura de substâncias obtidas da evaporação da água do mar, e na qual predominava o cloreto de sódio, tem em química seu sentido ampliado e passa a designar toda substância iônica, onde o cátion não seja exclusivamente o cátion ácido,  $H^+$ , e o ânion não seja exclusivamente o ânion hidróxido  $OH^-$ . Sob outro enfoque pode ser considerado o produto da neutralização:

Outras confusões são introduzidas pelos próprios professores, tais como:

chamar, o mesmo equipamento de vidro, de cilindro graduado e de proveta. Geralmente os químicos o chamam de cilindro graduado e os biólogos o chamam de proveta;

chamar de decantação duas operações diferentes: a primeira é a de deixar um sólido pousar por gravidade, do interior de um líquido; e a segunda conotação é a de transvasar-se um líquido, ou seja, separar uma mistura de sólido com líquido, transferindo o líquido para outro recipiente, depois do sólido ter-se assentado. Esses dois sentidos são dicionarizados;

chamar de dissolver operações tão distintas como colocar cloreto de sódio em água, colocar magnésio em ácido clorídrico ou colocar um comprimido efervescente em água.

Deveríamos restringir o sentido de dissolução para as operações do primeiro caso, onde a substância pode ser recuperada quando se retira o solvente. Tal não acontece nos dois outros tipos de casos, que são reações químicas. Há aí uma ampliação do sentido, que passou a significar que não podemos ver mais o sólido que se pôs no líquido.

ANEXO 4

PRINCIPAIS MINÉRIOS E RESPECTIVOS METAIS

A função dessa tabela é fornecer uma relação sistematizada dos minérios de onde tradicionalmente se obtém metais e semi-metais, e de minerais em que o interesse econômico principal não seja obter o metal e sim usá-lo como rocha mesmo, como no caso do mármore.

Outro interesse da tabela é sua utilização como fonte de informação sobre óxidos. Os minérios no Brasil, devido a sua história geológica, são predominantemente óxidos: óxidos básicos, anfóteros e duplos, hidratados ou não.

## TABELA DOS PRINCIPAIS MINÉRIOS E OS RESPECTIVOS METAIS

METAL e SEMIMETAL	MINÉRIOS	FÓRMULAS DOS PRINCIPAIS COMPONENTES
01. ALUMÍNIO	Bauxita	$Al_2O_3 \cdot xH_2O$
02. ANTIMÔNIO	Antimonita	$Sb_2O_3$
	Estibina	$Sb_2S_3$
03. ARSÊNIO	Duro-pigmento	$As_2S_3$
	Realgar	AsS
	Mespíquel	$FeS_2 \cdot FeAs_2$
04. BÁRIO	Baritina	$BaSO_4$
05. BERÍLIO	Berilo	$3BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
06. BISMUTO	Bismutina	$Bi_2O_3$
07. BORO	Bórax	$Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$
08. CÁDMIO	Greenockita	CdS
09. CÁLCIO	Calcáreo, Calcita, Mármore	$CaCO_3$
10. CÉRIO E TERRAS RARAS	Monazita	$CePO_4 ; LaPO_4$
11. CHUMBO	Galena	PbS
	Cerusita	$PbCO_3$
12. COBALTO	Esmaltita	$CoAs_2$
	Cobaltita	$CoSAs$

13. COBRE	Malaquita	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
	Azurita	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
	Bornita	$2\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{CuS} \cdot \text{FeS}$
	Cuprita	$\text{Cu}_2\text{O}$
	Calcosita	$\text{Cu}_2\text{S}$
14. CRÔMIO	Cromita	$\text{Cr}_2\text{O}_3$
15. ESTANHO	Cassiterita	$\text{SnO}_2$
16. FERRO	Hematita	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
	Magnetita	$\text{Fe}_3\text{O}_4$
	Limonita	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
	Siderita	$\text{FeCO}_3$
	Pirita	$\text{FeS}_2$
	Goetita	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
17. LÍTIIO	Ambligonita	$2\text{LiF} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$
	Espodumênio	$\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$
18. MAGNÉSIO	Magnesita	$\text{MgCO}_3$
	Dolomita	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$
19. MANGANÊS	Psilomelano	$\text{MnO} \cdot \text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	Piroluzita	$\text{MnO}_2$
20. MERCÚRIO	Cinábrio	$\text{HgS}$
21. MOLIBDÊNIO	Molibdenita	$\text{MoS}_2$

22. NIÓBIO E TÂNTALO	Columbita(niobita+tantalita)	$(Fe, Mn)(Nb, Ta)O_6$
23. NÍQUEL	Pentlangita	$(Fe, Ni)_9S_8$
	Garnierita	$(Ni, Mg)_6(OH)_6Si_4O_{11}$
24. OURO	Ouro nativo	Au
	Calarulita	$Au_2Te_3$
25. PALÁDIO PLATINA ÓSMIO IRÍDIO RUTÊNIO RÓDIO	Sperrylita	$PtAsS_2$
26. POTÁSSIO	Silvita	KCl
	Carnalita	$MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$
27. PRATA	Prata nativa	Ag
	Acantita	$Ag_2S$
28. SÓDIO	Halita	NaCl
29. TITÂNIO	Rutilo	$TiO_2$
	Ilmenita	$FeO \cdot TiO_2$
30. URÂNIO	Uraninita, Pechblende	$UO_2$
	Autunita	$Ca_2(PO_4)_3 \cdot (UO_2)_3PO_4$
31. VANÁDIO	Carnotita	$KUO_2 \cdot KVO_4 \cdot 3H_2O$

32. ZINCO	Smithsonita	$ZnCO_3$
	Esfalerita, blenda	$ZnS$
33. ZIRCÔNIO	Zirconita	$ZrO_2$
34. WOLFRÂMIO	Wolframita	$(Fe, Mn)WO_4$
	Scheelita	$CaWO_4$

## ANEXO 5

TÉCNICAS BÁSICAS EM UM LABORATÓRIO DE QUÍMICA

## 5.1 Material utilizado

- A. Material permanente necessário para cada equipe, fornecido pela escola
  - a. Estante para tubos de ensaio
  - b. Dois tubos de ensaio de 150 mm x 16 mm
  - c. Cilindro graduado, de 10 ml
  - d. Frasco de reagentes, com solução aquosa de ácido clorídrico
  - e. Frasco conta-gotas, com detergente biodegradável
  
- B. Material de limpeza, fornecido pela equipe de alunos
  - a. Escova para tubo de ensaio
  - b. Pacote de fósforos ou isqueiro
  - c. Pacote de papel de limpeza tipo "perfex"
  - d. Esponja de aço
  - e. Detergente biodegradável
  
- C. Material individual
  - a. Pasta de relatórios, com presilha. Cada 1ª série usa uma cor
  
- D. Material de primeiros-socorros

O material permanente deve ficar, durante todo o primeiro semestre, sobre a mesa a fim de se evitar perda de tempo na organizá-lo a cada aula. São oito conjuntos de material, um para cada grupo de quatro a cinco alunos.

Cada grupo contará com o equipamento da infraestrutura do laboratório:

1. Uma pia e torneira d'água ( é raro uma escola dispor de destilador elétrico de água)
2. Um bico de gás equipado com bico de Bunsen
3. Uma tomada de 110 e/ou 220 Volts
4. Um pequeno recipiente para lixo: palitos de fósforos, papéis...

Como são dez primeiras séries que se utilizam do laboratório, tem sido difícil manter essa organização tão simples: são fósforos que se acabam, panos de limpeza que se gastam... Portanto, é melhor que o professor centralize o material de limpeza: esponja de aço, panos, detergente, fósforos, e faça a distribuição à medida que sejam necessários.

É preciso prover o gás de bujão, o que fazemos pela Associação de Pais e Mestres; fazer a manutenção dos bicos de Bunsen que frequentemente dão vazamento ou entopem com pequenas partículas sólidas que caem nele.

Quanto aos primeiros-socorros, as orientações médicas recomendam não utilizar nenhum medicamento, inclusive pomadas, nos casos de pequenas queimaduras em que não haja destruição da pele, como são os casos que ocorrem no laboratório: queimaduras por vapor d'água, por água quente ou por contato dos dedos com vidro e metal quente.

Nos casos de pequenos cortes, também não se deve medicamentar. Lava-se com água e sabão apenas.

As regras de segurança são apresentadas à medida que se vai trabalhando em processos que envolvam riscos. Por exemplo: uso da capela de gases ao se trabalhar com ácido clorídrico concentrado ou ao se fazer a combustão do enxofre, não deixar corrente elétrica em contato com encanamento d'água, etc.

## 5.2 Lavagem, medida de volume, transferência e agitação de líquido

Selecionamos as técnicas básicas para começarmos a trabalhar num laboratório de Química. São as técnicas de lavagem de material de vidro, de medida de volume, de transferência de líquidos, de agitação e de aquecimento à chama do bico de Bunsen.

A pesagem também é uma técnica básica, mas não será ensinada ainda por requerer mais tempo de explicação e porque não a usaremos no início do curso.

### A. TÉCNICA DE LAVAGEM DE MATERIAL DE VIDRO

- a. Pingar uma gota de detergente no recipiente
- b. Adicionar água
- c. Esfregar com escova para tubo de ensaio, por dentro e por fora
- d. Enxaguar
- e. Não enxugue, deixe a água escorrer com o recipiente invertido

#### CRITÉRIO DE LIMPEZA

Colocar o recipiente invertido na estante e deixar escorrer. Não deverá ficar nenhuma gota retida nas paredes.

Caso fiquem retidas gotas na parede, repita a operação usando água quente.

### B. MEDIDA DE VOLUME DE LÍQUIDOS

- a. Lavar um cilindro graduado
- b. Adicionar água até a marca dos 3,0 ml
- c. Acertar o menisco com o líquido tangenciando, por cima, a marca
- d. Ler o volume, colocando o cilindro na altura dos olhos



## C. TÉCNICA DE TRANSFERÊNCIA DIRETA DE LÍQUIDOS

- a. Segurar o tubo de ensaio na junção dos dedos indicador e polegar
- b. Segurar o frasco de reagentes com a palma da outra mão sobre o rótulo
- c. Tirar a tampa esmerilhada com a ponta dos dedos que seguram o tubo de ensaio
- d. Transferir o líquido do frasco de reagentes para o tubo de ensaio
- e. Tampar novamente o frasco
- f. Colocar o tubo numa estante para tubos de ensaio

## D. TÉCNICA DE AGITAÇÃO

- a. Prender fortemente o tubo de ensaio com líquido, entre as pontas dos dedos polegar e indicador
- b. Encostar o dedo médio dobrado no tubo
- c. Bater com os dedos da outra mão na base do tubo, provocando um rodacoinho no líquido até dissolver ou homogeneizar a mistura

### 5.2.1 Observações quanto à lavagem do material de vidro

O uso de uma quantidade mínima de detergente visa a impedir formação de muita espuma, difícil de remover de tubo, cilindro, etc. Não é a espuma que limpa e sim a abrasão, ou seja, o fato de esfregarmos fortemente com a escova, que emulsionará a gordura. Um bom detergente deve produzir pouca espuma.

A lavagem criteriosa do material de vidro é necessária principalmente nas aparelhagens calibradas, pois se ficar líquido retido nas paredes, ocorrerá um erro na medida do volume.

Na maioria dos casos a responsável pelo não escoamento to tal do líquido é a gordura das paredes do frasco. Por isso usa-se um tensoativo para remover a gordura.

A gordura da pele dos dedos, geralmente é a responsável pelo engorduramento das paredes do vidro. O critério de limpeza será, portanto, o fato de não ficar nenhuma gota de líquido retida nas paredes do vidro. Caso não se consiga remover a gordura com detergente e água quente, deve-se usar um solvente para gordura.

Geralmente os alunos não se sentem na obrigação de limpar o material usado durante os testes; isso é mais pronunciado entre os rapazes que sempre querem que as moças limpem. Esse hábito é reflexo da situação que vivem em casa e não há na escola quem faça a limpeza. Acreditamos que seja benéfico aprender a organizar o material que se vai usar.

### 5.2.2 Observações quanto à técnica de medida de volume

A convenção estabelece que a leitura deve ser feita com o menisco tangenciando por cima a marca da leitura. O menisco se forma por causa da tensão superficial dos líquidos.

Por capilaridade, em tubos estreitos, é perceptível a curvatura, pois o líquido parece subir pelas paredes do tubo. A leitura a nível dos olhos é para evitar o erro de paralaxe.

A necessidade de um critério de limpeza do material de vidro pode ser melhor exemplificado com o material graduado. Ao medirmos um volume qualquer de água em um cilindro graduado de 10 ml e transferirmos esse volume de água para outro recipiente, veremos ficarem gotas nas paredes do cilindro. Isso quer dizer que o volume medido não foi transferido totalmente, havendo um erro de medida causado pela não limpeza das paredes do cilindro.

O menisco, formado por capilaridade, pode ser eliminado. Quando perguntamos aos alunos "— Por que a superfície do líquido num tubo de ensaio fica côncava?", ou seja, "Por que existe o menisco?", quase que unanimemente se obtém a resposta "Porque a base do tubo também é curva".

Essa resposta evidencia uma fase de desenvolvimento cognitivo, de operações concretas. Pode ser rebatida colocando-se o líquido num cilindro graduado que tem base plana, e o menisco continua a existir. A seguir adicionam-se uma ou duas gotas de detergente diluído, e observa-se que o menisco se desfaz pela diminuição da tensão superficial provocada pela adição de tensoativo.

Outro exemplo ilustrativo da diminuição da tensão superficial se dá ao colocarmos água num béquer e rasparmos grafite sobre a superfície. O grafite, apesar de mais denso que a água não conse-

que vencer a tensão superficial e fica boiando, mesmo se agitarmos a água. Ao adicionarmos gotas de detergente diluído, é diminuída a tensão superficial e o grafite vai lentamente ao fundo.

Essas observações simples têm a pretensão de mostrar como agem os tensoativos — sabões, detergentes, sabões em pó, xampus, sabonetes. Além de emulsionarem a gordura, removem partículas sólidas, pela diminuição da tensão superficial.

Essa busca de fazer emergir o que existe de não evidente em nossa prática cotidiana, tanto nesse nível de interpretação dos fenômenos como ao nível do uso que se faz desse conhecimento será a utopia que buscaremos nesse curso.

### 5.3 Aquecimento à chama não luminosa do bico de Bunsen.

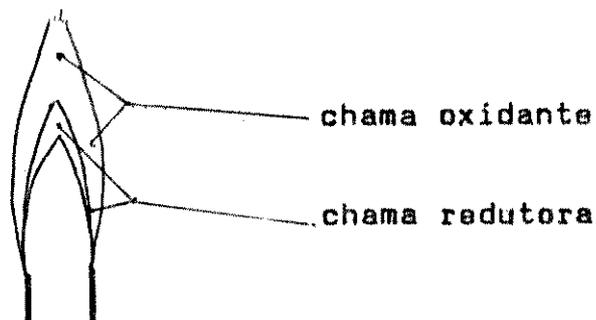
A chama no bico de Bunsen deve ser permanentemente azul, ou seja, a chama não pode ser amarela, o que revelaria uma combustão incompleta que produziria fuligem, pó preto de carvão finamente dividido.

#### 5.3.1 A regulagem da chama

- a. Fechar a(s) janela(s) do bico de Bunsen
- b. Ligar a torneira que fornece gás
- c. Acender o fósforo ou isqueiro e aproximar a chama ao bico de Bunsen. A chama ficará amarela e fuliginosa
- d. Abrir as janelas do bico, até que a chama fique totalmente azul

A abertura da janela fornece o ar que queimará o gás. Se a queima for total, a chama ficará azul e não irá iluminar; se a queima for parcial, a chama ficará amarela e fuliginosa.

A chama não luminosa do bico de Bunsen tem regiões distintas e um contorno não definido na parte superior.



No cone central predomina o gás não queimado.

ENSAIO: apoiar um palito de fósforo, já usado, na boca do bico. Observar a parte central do palito. O que você conclui sobre o poder de combustão de cada região da chama?

### 5.3.2 A técnica de aquecimento

1. Deixar a estante de tubos próxima ao bico de Bunsen ;
2. Aproximar a base do tubo com líquido à chama oxidante ;
3. Inclinar a boca do tubo em direção à parede; nunca dirigir a boca do tubo em direção a uma pessoa ;
4. Agitar o líquido permanentemente ;
5. Após aquecer, colocar o tubo na estante.

No caso de substâncias não cáusticas, pode-se aquecer o líquido segurando o tubo com os próprios dedos; a sensibilidade da pele indicará o momento em que o tubo deve deixar de ser aquecido , pois o vapor d'água aquecerá a parte superior do tubo.

O uso de pegadores de madeira costuma causar mais acidente que o não uso. Geralmente eles não são firmes e também é mais comum o líquido ser emitido para fora do tubo pela pressão do vapor, pois não se consegue controlar bem o aquecimento. No caso do líquido ser cáustico, não se devem usar os dedos para segurar o tubo.

### 5.3.3 A utilização do bico de Bunsen: informações práticas.

#### O QUE NÃO DEVE OCORRER

##### 1. A CHAMA ESTÁ AMARELA !

É sinal que está havendo falta de ar na mistura com o gás. Deve-se abrir a entrada de ar e verificar se há entupimento com ciscos, insetos mortos, etc.

##### 2. A CHAMA ESTÁ SE DESPRENDENDO DA CHAMINÉ DO BICO !

Ocorre geralmente quando se troca de botijão de gás. Diminua a entrada de gás, pois ele está com muita pressão.

##### 3. HÁ VAZAMENTO DE GÁS !

Se o vazamento é na junção da mangueira com o bico, deve-se usar uma braçadeira metálica.

Se o vazamento é junto à base do tubo de ignição, deve-se ajustar o orifício de saída de gás que provavelmente está deslocado de sua posição correta, vertical.

Quando se for conectar a mangueira ao bico, deve-se amolecê-la em banho-maria e nunca diretamente à chama; deve-se lubrificar os encaixes com vaselina.

A mangueira não deve ser de látex, tripa de mico, pois há o perigo de inchar no caso de muita pressão interna; usa-se mangueira de polietileno azul, a mesma de uso doméstico, ou as de borracha revestida de lona internamente.

Um cuidado especial temos que dedicar aos vazamentos de gás na válvula do botijão, na torneira da bancada e no bico de Bunsen.

ESQUEMATIZE UM BICO DE BUNSEN MONTADO E UM DECOMPOSTO

5.4 Preços de material usado no laboratório

V I D R A R I A				PREÇO(OTN)
tubo de ensaio	de	16 x	150 mm	0,02150
cilindro graduado	de		10 ml	0,3526
			50 ml	0,3978
			100 ml	0,4623
frasco de reagentes	de		150 ml	0,2655
funil		∅	75 mm	0,4387
vidro de relógio		∅	80 mm	0,07849
erlenmeyer			250 ml	0,4817
bêquer	de		100 ml	0,2494
			250 ml	0,4774
			400 ml	0,5247
balão volumétrico	de		250 ml	1,2795
			500 ml	1,703
balão de fundo chato	de		250 ml	0,7881
			500 ml	0,9118
balão de destilação	de		500 ml	1,2419
condensador reto	de		110 mm	1,5956
condensador de bolas			300 mm	4,2795
cuba	de ∅		200x200 mm	2,2258
tubo para dobrar	∅i 5 ∅e 7		500 mm	0,0913
bureta			50 ml	1,6870
pipeta graduada			10 ml	0,2881
			25 ml	0,3182
pipeta volumétrica			25 ml	0,4892

## F E R R A G E N S

PREÇO ( D T N )

tela de amianto	180 x 180 mm	0,2473
tripé		0,3483
bico de Bunsen		0,6989
base de suporte	10 x 500 mm	1,3473
haste	10 x 500 mm	0,3247
	12 x 500 mm	0,4107
mufa		0,3526
pinça para mufa		0,6688
borboleta		0,2311

## C E R Â M I C A S

almofariz com pistilo	180 ml	2,122
cápsula de evaporação	115 ml	1,212
cadinho	30 ml	0,967

## O U T R O S

estante de madeira	12 tubos	0,2903
escova para tubos	∅ 15 mm	0,1064
espátula plástica		0,1064
balança de um prato e duas escala		17,75
termômetro apolo a álcool de -10 a 110°C		0,9258