



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**A INTER-RELAÇÃO DOS CONHECIMENTOS
CIENTÍFICOS, COTIDIANO E ESCOLAR NO ENSINO DE
GASES**

HELENA CRISTINA ARAGÃO DE SÁ

Brasília – DF

**Dezembro
2006**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

A INTER-RELAÇÃO DOS CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS, COTIDIANO E ESCOLAR NO ENSINO DE GASES

HELENA CRISTINA ARAGÃO DE SÁ

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

Dezembro
2006

HELENA CRISTINA ARAGÃO DE SÁ

**A INTER-RELAÇÃO DOS CONHECIMENTOS CIENTÍFICO,
COTIDIANO E ESCOLAR NO ENSINO DE GASES.**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 11 de dezembro de 2006

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva
(Presidente)

Prof.^(a) Dr.^(a) Joyce de Aguiar Baptista
(Membro interno – PPGEC/UnB)

Prof. Dr. Romeu C. Rocha-Filho
(Membro externo – UFSCar)

Prof.^(a) Dr.^(a) Jeane Cristina Gomes Rotta
(Suplente – UnB-Planaltina)

DEDICATÓRIA

A meu amado esposo Wagdo

A meus filhos Mateus e Amanda

A meus pais Loidir e Cristina

A minha irmã Luiza

A meu orientador Roberto Ribeiro da Silva.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela graça da vida;

Ao meu pai Loidir, que me ensinou a ser perseverante, para trilhar e alcançar meus objetivos;

Á minha querida mãe Cristina, pela dedicação, amor e apoio em todos os momentos;

A meu amado esposo Wagdo, pela paciência; incentivo e carinho;

Aos meus filhos Mateus e Amanda, que me dão esperança de sonhar com um mundo melhor, mais humano, alegre e feliz;

A minha irmã Luiza, pelas palavras amigas;

Ao Professor Roberto Ribeiro da Silva, pela motivação, orientação e por ter acreditado na realização deste trabalho;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação no Ensino de Ciências da UnB, que me proporcionaram novos horizontes do saber;

Aos meus amigos do mestrado, em especial o Cláudio e a Roseli, com os quais dividi horas de estudo;

Aos amigos de trabalho, em especial a equipe da área de Ciências da Natureza do CEAN, pelo profissionalismo e amizade;

A todos que de alguma forma colaboraram para a execução desse trabalho.

Muito obrigada!

“Se não morre aquele que escreve um livro ou planta uma árvore, com mais razão não morre o educador que semeia a vida e escreve na alma”.

Bertold Brecht

RESUMO

Este trabalho tem como origem a pouca aprendizagem dos alunos do Ensino Médio no estudo do tema gases.

Esta dificuldade foi investigada em entrevistas com professores de Química do Ensino Médio.

Os resultados mostraram que os professores não entendem com clareza o significado do conceito interdisciplinar e sua metodologia, a relação da experimentação com o ensino de Química e como se processa a construção social do conhecimento, a construção histórica dos conceitos científicos, bem como a legitimação ou não dos diferentes saberes.

Assim, como resultado desta investigação e com o intuito de contribuir para a melhoria do ensino do tema gases, elaborou-se uma Proposta de Ação Profissional constituída por um módulo de ensino.

Este módulo de ensino é composto de 6 unidades e possui as seguintes características: tem como base para o estudo o tema gerador “Atmosfera Terrestre”; o processo de ensino-aprendizagem é organizado com o auxílio de um paradidático; centraliza em uma abordagem teórico-prática contextualizada, com ênfase na experimentação e na exploração de vivência dos alunos e apresenta duas seções chamadas de “Pitadas da História” e “Leituras Complementares”. A primeira seção apresenta aspectos históricos e filosóficos, enquanto a segunda traz informações complementares que contribuem para um melhor desempenho do professor ao propor suas atividades.

ABSTRACT

This work has its origin in the insufficient learning of the subject gases by high school students. Specific difficulties were investigated in interviews with high school Chemistry teachers.

Results have shown that teachers do not understand clearly the meaning of the interdisciplinarity concept and its methodology, the role of the experiments in Chemistry teaching and the social construction of the scientific knowledge. Thus, as a result of this investigation, a teaching module was elaborated aiming to improve the teaching of gases. The module contains six units, all of them having the terrestrial atmosphere as a basis. A paradidactic book is used to provide the necessary interdisciplinary approach. Simple experiments involving gases and aspects of History of Science are also included.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. A inter-relação entre os saberes sociais inerentes ao conhecimento	
escolar em Ciência	16
1.1. O Conhecimento Científico	17
1.2. O Conhecimento Cotidiano	24
1.3. O Conhecimento Escolar	29
2. Interdisciplinaridade	37
2.1. A fragmentação do saber e o conceito de interdisciplinaridade	37
2.2. A polissemia do tema interdisciplinaridade	45
2.3. A Interdisciplinaridade e a Educação	49
2.4. As concepções dos professores sobre a interdisciplinaridade	59
3. O papel da Experimentação no Ensino de Ciências	69
3.1. A trajetória histórica da experimentação	69
3.2. A inter-relação entre os saberes teóricos e práticos no ensino experimental	79
4. O ensino por temas	86
4.1. O uso de livros paradidáticos	92
4.2. A interdisciplinaridade	94
4.3. A contextualização da Química	97
4.4. A experimentação	99
4.5. A História da Ciência	101

4.5. Estratégica educacional: O Mapa Conceitual	104
5. Procedimento Metodológico	116
6. Descrição e Discussão dos Resultados: Análise das Concepções do Professores	
sobre o processo de Ensino-Aprendizagem do Conteúdo de Gases	120
6.1. A relevância do conteúdo de gases.....	120
6.2. Desenvolvimento do conteúdo de gases	121
6.3. Dificuldades no desenvolvimento do conteúdo	125
6.4. O papel da experimentação	126
6.5. Articulação entre o assunto abordado e o cotidiano	131
6.6. Interdisciplinaridade	133
6.7. Recursos Didáticos	137
CONSIDERAÇÕES FINAIS	141
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
APÊNDICE	150
MÓDULO DE ENSINO: OS GASES E A ATMOSFERA TERRESTRE	177

INTRODUÇÃO

A minha experiência como professora de Química foi fundamental para a escolha do tema da pesquisa, pois durante os sete anos em que atuei em sala de aula, no Ensino Médio, tive contato com diversos problemas. Dentre os quais se destacou o baixo rendimento escolar dos alunos da 1ª série, no conteúdo de gases, fato esse que demonstra a deficiência no processo ensino-aprendizagem do conteúdo em questão.

Surgiu então uma reflexão sobre o tema e o desejo de realizar uma pesquisa buscando conhecer porque a aprendizagem não é satisfatória em relação ao conteúdo de gases no ensino de Química. Em função disto apresentei ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) o interesse pela realização deste trabalho.

Partindo da constatação dos baixos rendimentos, pode-se considerar a existência de deficiência na aprendizagem do conteúdo de gases, bem como a necessidade da realização de ações que procurem facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

É importante ressaltar que este processo está condicionado à compreensão do professor de seu papel mediador, fator necessário para o desenvolvimento deste trabalho, que procura investigar elementos relacionados à sua prática, com o intuito de encontrar estratégias de mediação para o encontro do aluno com o objeto de conhecimento.

A identificação de tais elementos se fez por meio de depoimentos recolhidos na aplicação de entrevistas semi-estruturadas com professores de Química que detêm as informações sobre o processo de aprendizagem do conteúdo gases. Estas entrevistas visavam atender aos seguintes objetivos:

- Verificar como é desenvolvido em sala de aula o tema;
- Identificar o grau de importância atribuída pelos professores ao conteúdo de gases;
- Identificar as dificuldades encontradas pelos professores no desenvolvimento do tema;
- Identificar o grau de utilização da experimentação na prática pedagógica;
- Identificar o grau de articulação entre o assunto abordado e o cotidiano dos alunos;
- Identificar o grau de importância atribuída à interdisciplinaridade na prática pedagógica;
- Conhecer os recursos didáticos utilizados na prática pedagógica.

A partir dos depoimentos recolhidos nas entrevistas, foi possível observar algumas das dificuldades que os professores encontram em desempenhar seu papel mediador.

Os resultados mostraram que as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem não se resumem às questões metodológicas. É necessário que o professor tenha uma visão ampla do processo de ensino, procurando compreender como se processa a construção social do conhecimento, a construção histórica dos conceitos científicos bem como a legitimação ou não dos diferentes saberes.

Nessa perspectiva, torna-se imprescindível que a comunidade escolar não considere o aluno como tábula rasa, procurando conhecer suas idéias prévias e entender as razões para sua resistência a mudanças em suas concepções cotidianas. E assim, trabalhar com conhecimentos que podem ser produzidos em outras instâncias e ter por

objetivo torná-lo acessível ao nível de compreensão do aluno, exigindo, necessariamente, a reconstrução dos saberes.

Outra condição extremamente importante para o aprendizado é o caráter interdisciplinar do ensino. Porém, é um grande desafio no contexto escolar, trabalhar a interdisciplinaridade, pois os professores não têm, com clareza, conhecimento do significado do termo e da metodologia inerente ao tema.

A partir das falas dos professores, foi possível perceber que o ensino de Química e o das demais Ciências possuem imagem e conteúdo em separado, de forma tal, que as relações entre as diversas disciplinas científicas parecem ter sido abruptamente cortadas. Com muita frequência, os conteúdos de Química são ensinados de maneira estanque, divorciada completamente da realidade que nos cerca, sem a preocupação de aguçar a capacidade de observação do ensino experimental e, o que é mais grave, sem chamar a atenção para a inter-relação que ela possui com outras Ciências.

Esta inter-relação deveria ser obtida por meio da interdisciplinaridade, porém, no contexto educacional, a atividade interdisciplinar não consegue transformar o mundo vivido pelos alunos em estruturas de pensamento, de ciência e de conhecimento. Isto faz com que estes se tornem máquinas de algoritmos, de regra, de leis, etc.

Outro aspecto que também chamou a atenção no decorrer dos depoimentos foi a desvalorização do papel da experimentação no processo de aprendizagem, o que dificulta a construção do conhecimento no nível teórico-conceitual, tornando as atividades práticas superficiais, mecânicas e repetitivas.

Podemos perceber que a relação da experimentação com o ensino de Química é predominantemente tratada como via de mão única, em que “a prática comprova a teoria”, feita por intermédio de uma atividade física em que os alunos manipulam,

“vêm a teoria com seus próprios olhos”. Dessa forma, o ensino de Química transmite uma visão dogmática, como a única forma verdadeira e definitiva para qualquer questão.

Da maneira que a experimentação está sendo utilizada no processo de ensino-aprendizagem, acaba prejudicando a interação e a atividade cognitiva do aluno, nas quais há a valorização de sua capacidade criadora que se transforma ao (re)criar o mundo real colocado em discussão.

Como foi dito anteriormente, muitos dos problemas encontrados no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de gases são ocasionados pelas dificuldades que os professores encontram em desempenhar seu papel de mediador. Assim, considerando os depoimentos e observando a posição do professor enquanto agente ativo no processo de ensino-aprendizagem, estas dificuldades podem ser resumir nas seguintes ações:

- Falta de contextualização do conteúdo com o cotidiano do aluno;
- Falta de um ensino que favoreça uma abordagem interdisciplinar;
- Falta de experimentação ou uso inadequado dela que impede a construção de um conhecimento dinâmico.

Por isso, faz-se necessário buscar na literatura a compreensão das relações existentes entre os diferentes saberes (cotidiano, científico e escolar), a interdisciplinaridade e o papel da experimentação no ensino de Química. Isso indicará caminhos para que os professores se libertem de padrões únicos de aprendizagem, passando a enxergar as várias possibilidades de se questionar, interagir e solucionar, bem como procurar a melhor maneira de selecionar, organizar e abordar o conteúdo. Tudo isso, com o intuito de aperfeiçoar e facilitar o ensino, fazendo assim com que o aluno venha realmente conhecer a Química.

Essa dissertação, que apresenta o percurso e a conclusão da presente pesquisa, está estruturada em seis capítulos, organizados da maneira descrita a seguir:

Os quatro capítulos iniciais apresentam a revisão de literatura desenvolvida em relação a três eixos temáticos de análises: a inter-relação entre os saberes sociais inerentes ao conhecimento escolar em Química, a interdisciplinaridade, o papel da experimentação e o ensino por temas.

No capítulo V é apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho e a forma como os dados foram dispostos e analisados.

No capítulo VI são apresentadas as respostas obtidas nas entrevistas e traçado um paralelo entre estas respostas e o levantamento bibliográfico.

E, para finalizar, será apresentado um material desenvolvido para o estudo de gases que tem como base os princípios teóricos tratados inicialmente.

CAPÍTULO 1

A INTER-RELAÇÃO ENTRE OS SABERES SOCIAIS INERENTES AO CONHECIMENTO ESCOLAR EM CIÊNCIAS

Muitos dos problemas existentes atualmente no ensino de ciências são reflexos de processos contraditórios de valorização e desvalorização do conhecimento observados na sociedade. Concomitante ao discurso de que a escola pode salvar o país, presente nas políticas governamentais, encontramos a mídia a salientar a má qualidade do ensino e o despreparo dos professores como fatores justificadores destas políticas.

Percebemos então, que os problemas de ensino-aprendizagem não se resumem a questões metodológicas. É necessário ter uma visão mais ampla do processo de ensino, procurando compreender como se processa a construção social do conhecimento, a construção histórica dos conceitos científicos, bem como a legitimação ou não, de diferentes saberes.

O conhecimento escolar se constitui pelo embate com os demais saberes sociais, seja o conhecimento científico ou o conhecimento cotidiano, porém diferenciando-se dos mesmos.

A escola precisa trabalhar para socializar o conhecimento científico e dialogar com o conhecimento cotidiano, permitindo assim que, no ensino de ciências, o aluno seja capaz de construir um conhecimento que identifique quando a ciência assume papel apenas mitificador, ou quando a ciência tenta conferir a outros saberes a lógica científica, como forma de lhes conferir o poder de ciência.

Portanto, na tentativa de entender melhor a inter-relação entre os saberes inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciências, torna-se necessário discutir neste trabalho as concepções pertinentes a cada conhecimento bem como suas influências no meio educacional.

1.1. O CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Entende-se por conhecimento científico o significado mais específico de ciência, usualmente identificada como um conjunto ou sistema organizado de conhecimento. Eis algumas definições:

Ciência é um corpo de conhecimentos sistematizados relativos a um determinado objeto de estudo (Houaiss, 2001, p. 111).

Ciência é o conjunto de conhecimentos concernentes a um objetivo específico de estudo, obtidos segundo princípios e métodos de investigação sistemática da realidade (Alves, 1987, p. 12).

Assim, o sentido aqui discutido de ciência, faz qualificarmos, por exemplo a Sociologia ou a Lingüística além da Química como partes integrantes deste conhecimento.

De acordo com Lopes (1999), é importante também enfatizar que a ciência considerada como conhecimento tem forte relação com métodos e técnicas de descoberta e com fatores sociais e psicológicos. Tal relação é evidenciada pelo poder que a ciência possui na nossa sociedade ocidental.

Mesmo que, neste começo de século XXI, verifiquemos que a ciência não é mais a redentora de todos os males, capaz de dar respostas definitivas e verdadeiras a todos os problemas que envolvem a humanidade, não podemos negar que ela ainda exerce seu poder. Ainda persiste um cientificismo que presta um desserviço à ciência, na medida em que a mitifica. E todo mito é perigoso, porque induz o comportamento e inibe o pensamento.

As idéias científicas que deveriam ser compreendidas como relativas e provisórias retiradas de tipos familiares de experiências, essencialmente humanas, são transformadas em objeto de culto e seu sucesso social contradiz o próprio conhecimento científico, por reconduzi-lo ao plano de mito. Segundo Polanyi¹ (1962):

As premissas da ciência determinam os métodos segundo os quais ela é praticada e vice-versa [...] Encarada sob uma certa perspectiva, a 'metodologia' parece uma questão puramente técnica, sem nenhuma relação com a ideologia; pressupõe-se que ela tem a ver apenas com métodos para extrair informações fidedignas do mundo, métodos para coligir dados, construir questionários, amostragem e analisar os resultados. Entretanto, ela é sempre muito mais do que isto, pois comumente está carregada de pressuposições que todos aceitam... (Polanyi, citado por Alves, 1987, p. 106-7).

Para Lopes (1999), convivemos atualmente com uma visão de ciência constituída de um conjunto de discursos obscuros, embasados em uma racionalidade irrefutável, expressas em uma linguagem exotérica. Isto dá um poder imenso à ciência, pois através dela se vende produtos, idéias e mensagens. Ela pode também ser utilizada como método de persuasão da mídia ou das classes dominantes para assuntos econômicos, políticos e sociais, levando-nos a aceitar as argumentações, ainda que sequer consigamos compreender a linguagem utilizada.

¹ POLANYI, M. *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. Nova York, Harper & Row, 1962. p. 166.

À medida que a ciência amplia sua complexidade, torna-se mais difícil a sua compreensão. Tal fato ocasiona um distanciamento de todos nós do mundo científico, deixando-nos à mercê de “informações” mais ou menos neo-exotéricas que se divulgam em publicações nas quais encontramos uma mescla de magia, pseudociência e de charlatanismo. Ou seja, nos entregamos a todos os tipos de compensações rotuladas de científicas.

A partir dos fatos ilustrados acima fica nítida a necessidade do domínio do conhecimento científico, para nos defendermos da retórica científica que age ideologicamente em nosso cotidiano. Para obter uma melhor expectativa de vida e para reivindicarmos e atuarmos no sentido de desconstruir processos de opressão e constrangimento de natureza política, econômica e social é preciso o conhecimento científico.

Por isso é de total relevância a preocupação com os processos de ensino-aprendizagem de ciências e de divulgação científica. Não no sentido de transformar alunos em pequenos cientistas capazes de compreender todos os avanços da ciência, mas no que diz respeito à formação de uma postura crítica perante as mudanças pertinentes à ciência contemporânea, permitindo, assim, uma melhor interpretação e avaliação de mundo.

Na busca desta visão mais crítica de mundo, faz-se necessário enfatizar traços determinantes da ciência, denominada visão científica. Componentes desta visão são apresentadas por Granger² (citado por Lopes, 1999) e descritas a seguir:

1. A ciência é uma forma de ver o mundo e não uma metodologia. De acordo com Perls³, citado por Alves (1987, p. 167): “A ciência, por mais pura que seja, é

² GRANGER, G. G. *A ciência e as ciências*. São Paulo: UNESP, 1994. p. 45 a 51.

produto de seres humanos engajados na fascinante aventura de viver suas vidas pessoais”.

2. A ciência é uma visão da realidade: uma representação abstrata, sob a forma de conceitos, que se apresenta como representação e não como reflexo do real.

A ciência não é um sistema de declarações certas e bem estabelecidas, nem é ela um sistema que avança para um estado final. Nossa ciência não é conhecimento: ela não pode nunca pretender haver atingido a verdade, nem mesmo um substituto para ele, como a probabilidade (Popper⁴, citado por Alves, 1987, p. 45).

Esta idéia é reforçada pela questão aqui discutida, de não termos uma forma de dizer quando é que temos a verdade em nossas mãos.

Na visão de Hesse⁵, citado por Alves (1987, p. 45): “Sob a luz da física moderna não se pode mais considerar a ciência como uma descrição literal do que existe na natureza, como se admitia em séculos passados. Teorias científicas descrevem a natureza em termos de analogias retiradas de tipos familiares de experiências

Para Bachelard⁶ (citado por Lopes, 1999), a ciência é um discurso verdadeiro sob fundo de erro, no qual os erros compõem um magna desorganizado e as verdades se organizam em um sistema racional. Dessa maneira, o autor afirma que a ciência não reproduz uma verdade, seja ela a verdade dos fatos ou das faculdades do conhecimento, não existindo assim, critérios universais ou exteriores para julgar a verdade de uma ciência. Cada ciência produz sua verdade e organiza os critérios de análise da

⁴ POPPER, K. *The Logic of Scientific Discovery*. Nova York, Harper & Row, 1968. p. 278.

⁵ HESSE, M. B. *Science and e the Human Imagination*. Londres, SCM Press, 1954. p. 12-3.

⁶ BACHELARD, G. *Lê rationalisme appliqué*. Paris: Press Universitaires de France, 1986. p. 48.

veracidade de um conhecimento. Mas a lógica da verdade atual da ciência não é a lógica da verdade de sempre: as verdades são provisórias.

3. A ciência visa a objetos para descrever e explicar e não para agir como conhecimento soberano. Na verdade, os cientistas buscam os fatos que são decisivos para a confirmação de suas teorias. De acordo com Mead⁷ citado por Alves (1987, p. 40): “A investigação científica não termina com o seus dados; ela se inicia com eles. O produto final da ciência é uma teoria ou hipótese de trabalho e não os assim chamados fatos”.

4. A ciência se preocupa com critérios de validação, na qual há verificação de um fato científico.

Um fato só tem significado na medida em que acrescenta ou diminui a plausibilidade de uma teoria. Os cientistas que fotografaram as estrelas próximas do sol, durante um eclipse não fotografaram pelo prazer de colecionar fatos. O que estava em jogo era a teoria da relatividade, e os fatos obtidos pelas fotografias que poderiam corroborá-la ou negá-la (Alves, 1987, p. 42).

A validação descrita acima não é obtida pelo experimento, mas sim por uma interpretação ordenada dentro de uma teoria. A exigência de ordem se faz necessária pela própria necessidade de sobrevivência. Conforme descreve Lecky⁸ (1969):

A habilidade para prever e predizer os acontecimentos ambientais, de entender o mundo em que se vive, e assim, a capacidade de antecipar eventos e evitar a necessidade de reajustamento brusco é um pré-requisito absoluto para que o indivíduo se mantenha inteiro. O indivíduo deve sentir que vive em um ambiente estável e inteligível, no qual ele sabe o que fazer e como fazê-lo... (Lecky, citado por Alves, 1987, p. 35).

⁷ MEAD, G. H. *On Social Psychology*. Chicago, The University of Chicago Press, 1965. p. 93.

⁸ LECKY, P. *Self-Consistency: A Theory of Personality*. Garden City, Doubleday, 1969. p. 83.

De acordo com Bachelard (citado por Lopes, 1999), a construção do objeto de conhecimento na ciência é realizada na relação sujeito-objeto, mediada pela técnica. A ciência não descreve, ela produz fenômenos por um duplo processo instrumental e teórico.

Estes traços característicos discutidos acima levam-nos a refletir, no que consiste realmente a Ciência, quais são suas perspectivas e, assim, entendermos a sua produção pela comunidade científica e incorporarmos aspectos deste conhecimento que propiciem uma leitura melhor do mundo.

Temos uma visão melhor do mundo quando percebemos que a ciência é um empreendimento aplicado nas mesmas redes que (des)estruturam a sociedade global. A Ciência não é um empreendimento neutro, puro e inocente, como muitos já cansaram de repetir, mas que outros tantos teimam em mascarar.

É importante salientar o fato de os cientistas vestirem a máscara do desinteresse quando se dirigem ao público em atividades pedagógicas ou de divulgação. Como o público está excluído das redes que estruturam a atividade científica, os cientistas não se preocupam em interessá-los e, por isso, transmitem essa idéia de ciência neutra e desinteressada. Nesse caso, o único objetivo é a divulgação, com dois intuitos não excludentes: manter o interesse pela ciência, visando a formação de novos cientistas, e manter o respeito social pela ciência. Desta exclusão, fazem parte os professores, que aceitam essa visão equivocada e a retransmitem da mesma forma aos seus alunos.

Na visão de Lopes (1999), a transmissão aqui colocada é de uma interpretação de continuísmo da cultura e o monismo metodológico, na qual compreendemos que o real é um todo único e a cultura um processo acumulativo, havendo um único método de compreensão desse todo e da cultura. Nessa concepção é constatada uma

continuidade entre o conhecimento comum e o conhecimento científico. Compreendendo, assim, a ciência como um refinamento das qualidades e possibilidades do conhecimento comum.

Pessanha⁹ (citado por Lopes, 1999) ressalta que o continuísmo na interpretação da cultura e do conhecimento é marca da tradição filosófica ocidental. Uma manifestação clara dessa marca continuísta é a tentativa constante da escola de fazer do conhecimento escolar a ponte capaz de mascarar a ruptura entre conhecimento comum e científico.

No âmbito escolar, além de se empregar a continuidade entre conhecimento comum e conhecimento científico, procura-se reforçá-la, buscando considerar a ciência como uma atividade fácil, simples, extremamente acessível, nada mais que um refinamento do senso comum. Esta perspectiva é a divulgação de uma falsa imagem da ciência, capaz de estimular processos de vulgarização excessivamente simplificadores e, por isso mesmo, crivados de equívocos.

Para Lopes (1999), essa idéia se reforça também pela utilização de mecanismos que procuram manter a ciência como um conhecimento obscuro e inacessível, transmitida como um refinamento do senso comum. Dessa forma, os alunos tentam compreendê-la, fazendo uso de sua razão cotidiana, o que impede que a compreensão ocorra. Ao tentar fazer do conhecimento científico uma extensão do conhecimento elementar, aparentemente os continuístas da cultura valorizam o senso comum e, na maior parte das vezes, é isso que objetivam. Mas, em verdade, apenas evitam constrangê-lo, questioná-lo e acabam por dificultar a aprendizagem da racionalidade científica, o que favorece o poder da ciência.

⁹ PESSANHA, J. A. M. *Bachelard e Monet: o olho e a mão*. In: NOVAES, A. (org). *O olhar*. São Paulo: campanha das Letras, 1988. p. 149 – 166.

Ao negar a turbulência ensejada pelas rupturas epistemológicas, o continuísmo pensa fazer da práxis científica um processo de convergência intelectual. Crê enaltecê-la quando na verdade a embota. Sem a polêmica, a consciência se converte em mera aquiescência, o conhecimento em reconhecimento de verdades absolutas estabelecidas para todo o sempre (Oliveira¹⁰, citado por Lopes, 1999, p. 120-1).

É necessário que hajam modificações pertinentes a essa visão, sendo fundamental a obstrução do irracional, marcada por uma ruptura nítida e clara entre o conhecimento científico e o conhecimento comum nas ciências.

O conhecimento comum é fundamentado no mundo dado, constituído por fenômenos, que é contraditório ao conhecimento científico que trabalha em um mundo recomeçado, estruturado em uma fenomenotécnica. Assim, o conhecimento comum acaba por se constituir em um obstáculo epistemológico ao conhecimento científico.

A suplementação deste obstáculo só é obtida pela retificação dos erros de experiências comuns e pela construção de experiência científica em diálogo constante com a razão.

1.2. O CONHECIMENTO COTIDIANO

O conhecimento cotidiano é a soma de nossos conhecimentos sobre a realidade que utilizamos de um modo efetivo na vida cotidiana. É o conhecimento-guia de nossas ações, nossas conversas, nossas decisões.

¹⁰ OLIVEIRA, R. J. *A nova ciência precisa de uma nova filosofia*. In: Ensino: o elo mais fraco da cadeia científica. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: IESAE/FGV, 1990. p. .98.

O conhecimento cotidiano é norteado por um motivo prático, pois é marcado pela necessidade de uma série de atos que devemos realizar para viver bem. Esses atos têm por objetivo realizar a integração do nosso corpo com o mundo que o rodeia.

Os nossos movimentos corporais – sinestésicos, locomotivos, operativos – nos engatam, por assim dizer, no mundo, modificando ou alterando os seus objetivos e as suas relações mútuas. Por outro lado, estes objetos oferecem resistência aos nossos atos, resistência que temos que vencer ou aceitar. Assim, podemos dizer, corretamente, que a nossa atitude natural para com o mundo é governada por um motivo pragmático (Schutz¹¹ citado por Alves, 1987, p. 48).

O conhecimento cotidiano se articula por intermédio de palpites e apostas baseadas na crença de que existe uma relação de analogia entre aquilo que conhecemos e aquilo que desejamos conhecer. Isto faz com que o nosso conhecimento tenha o caráter de ferramenta: instrumento para a ação. Enquanto essa ferramenta funciona bem e os problemas são resolvidos, não a abandonamos.

A utilidade do meu conhecimento acerca da vida cotidiana é simplesmente aceitar, sem qualquer dúvida, até que aparece um problema que não pode ser resolvido segundo as suas instruções. Na medida em que o meu conhecimento funciona de forma satisfatória, geralmente suspendo todas as minhas dúvidas a seu respeito (Berger e Luckman¹² citados por Alves, 1987, p. 49-50).

Portanto, os processos de pensamento da vida cotidiana são preparativos realizados em função de objetivos práticos e não se tornam independentes de problemas a resolver, não constituem uma ordem própria, não produzem uma esfera autônoma.

¹¹ SCHUTZ, A. *Collected Papers*. Haia, Martinus Nijhoff, 1970. p. 209.

¹² BERGER, P. e THOMAS, L. *The Social Construction of Reality*. Garden City, Doubleday, 1967. p. 44.

O conhecimento cotidiano se prende no aparente, no evidente, no imediato, limitando assim a compreensão da realidade, no que diz respeito a seu caráter complexo e múltiplo.

Segundo Kosik¹³ (citado por Lopes, 1999, p. 144): “A práxis utilitária imediata e o senso comum a ela correspondente colocam o homem em condições de orientar-se no mundo, de familiarizar-se com as coisas e manejá-las, mas não proporcionam a compreensão das coisas e da realidade”.

Na visão de Lopes (1999), existem outras características inerentes à estrutura da vida cotidiana que nos fazem entender a relevância do conhecimento adquirido nesse processo de familiarização das coisas. Como exemplificado a seguir.

A vida cotidiana é espontânea: não podemos estar a todo o momento refletindo sobre o conteúdo de verdade material ou formal de cada uma de nossas formas de atividade, pois isso tornaria impossível a reprodução e a produção da vida da sociedade humana. Desta forma, o nosso modo de viver é caracterizado pela espontaneidade de nossas ações diárias, através das quais expomos os nossos sentimentos, nossas capacidades intelectuais, idéias e habilidades.

Na vida cotidiana, nós, homens e mulheres, organizamos nossas ações e as repetimos diversas vezes ao longo do tempo. De acordo com o tempo, distribuimos nossas ações organizadamente, ainda que irrefletidamente, e assim compomos nossa cotidianidade. Essa irreflexão é histórica e necessária. Precisamos automatizar nossas ações, pois não seria possível refletirmos sobre cada pequena tomada de decisão cotidiana (Lopes, 1999, p. 145).

A vida cotidiana não existe sem imitação. Imitamos as outras pessoas, porém em vários momentos é necessário sabermos se somos capazes de uma individualização, escapando à mesmice.

¹³ KOSIK, K. *Dialética do Concreto*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986, p. 10.

A vida cotidiana favorece a alienação: todas as características imanentes à vida cotidiana são transportadas para outras esferas da vida, como a arte, a ciência e a filosofia, acarretando a alienação da vida cotidiana. De todas as esferas da realidade, a vida cotidiana é aquela que mais se presta à alienação, apesar de não ser necessariamente, por si, alienada. Existe alienação quando se limita a possibilidade do indivíduo se desenvolver e agir de maneira consciente em relação às áreas de produção humana.

A vida cotidiana tende à universalidade que se dá, principalmente, por dois motivos. Primeiro porque o senso comum é a filosofia que atende às massas, uniformizando-as. Segundo porque a própria interpretação do mundo gerado pelo senso comum tende a ser vista como uma filosofia totalizante, no sentido de uma totalidade fechada, capaz de dar respostas a todas as questões cotidianas, que não se autoquestiona.

Contudo, isso não nos permite afirmar a existência de um único senso comum. Podemos ter, ao mesmo tempo, em diferentes lugares, mais de um senso comum, elaborados a partir das relações sociais de dados grupos.

O senso comum não é uma concepção única, idêntica no tempo e no espaço: é o 'folclore' da filosofia e, como folclore apresenta-se em inumeráveis formas. Seu traço fundamental e mais característico é o de ser uma concepção desagregada, incoerente, inconseqüente, adequada à posição social e cultural das multidões, das quais ele é filosofia. Quando na história se elabora um grupo social homogêneo, elabora-se também, contra o senso comum, uma filosofia homogênea, isto é, coerente e sistemática (Gramsci¹⁴ citado por Lopes, 1999, p. 151).

A vida cotidiana modifica-se no decorrer da história: à medida que a sociedade se torna mais complexa, que a tecnologia invade nosso cotidiano de maneira avassaladora, o mínimo de saber cotidiano exigido pelas relações sociais se modifica.

¹⁴ GRAMSCI, A. *Concepção dialética da história*. São Paulo: Civilização Brasileira, 1978. p. 143.

Assim, o senso comum modifica-se, mas permanecem suas características de ser, acima de tudo, opinião.

Para Lopes (1999), a partir das características apresentadas, pode-se perceber que as concepções do senso comum permeiam diferentes classes e grupos sociais, mantendo-se resistentes a mudanças. Estas concepções estão presentes entre cientistas, filósofos, artistas, que precisam ter uma vigilância epistemológica constante a fim de produzirem ciência, filosofia e arte.

Com base nesse pressuposto, para se produzir ciência ou qualquer conhecimento fora desse âmbito cotidiano, torna-se necessário romper com o conhecimento aparente do senso comum, sendo de fundamental importância manter os saberes cotidianos nos limites possíveis de sua atuação, evitando a tendência de universalização de suas concepções.

Esta ruptura permite que se produza abstração duradoura como ciência. Todavia não nos permite traçar um limite absoluto entre a ciência e o pensamento cotidiano, pois os cientistas possuem uma vida cotidiana; e suas obras retornam para o cotidiano. Isso indica que o processo de ruptura com o cotidiano implica sempre o retorno modificado ao próprio cotidiano. E é nesse retorno que temos o enriquecimento da esfera cotidiana da vida.

Mesmo que não exista um limite absoluto entre ciência e o pensamento cotidiano, podemos firmar que há uma ruptura entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano pelo seguinte fato: o ser humano lida com diferentes saberes, instâncias próprias do conhecimento, cotidianas e não-cotidianas que muitas vezes se interpenetram. Isto não significa, porém, ser possível que diferentes esferas da vida se igualem, evidenciando-se como diferentes formas de uma única matriz.

Os primeiros obstáculos ao desenvolvimento do conhecimento científico são a opinião e o empirismo imediato, características inerentes ao conhecimento cotidiano. O conhecimento científico contradiz o conhecimento cotidiano e suas primeiras impressões, sempre na perspectiva epistemológica de retificação de seus primeiros erros. O conhecimento comum, ao contrário, é feito de observações justapostas, preso ao empirismo das primeiras impressões. Nesse sentido, a ciência se opõe à opinião. Não podemos formular opiniões sobre problemas que realmente não conhecemos, sem que isso redunde em obstáculo ao conhecimento científico.

Enfim, as concepções pertinentes ao conhecimento científico e ao conhecimento cotidiano, discutidas no texto, permitem realçar as contradições do conhecimento escolar: ter por objetivo a socialização do conhecimento científico, bem como a constituição do conhecimento cotidiano.

1.3. O CONHECIMENTO ESCOLAR

A ruptura nítida entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico expõe a necessidade de não ultrapassarmos os limites da vida cotidiana além do seu contexto, podendo o mesmo ser dito em relação ao conhecimento científico.

O conhecimento científico e o conhecimento cotidiano são históricos, sofrem interações mútuas, mas interpretar a ciência com os pressupostos da vida cotidiana é incorrer em erros, assim como é impossível, em cada ação cotidiana, tomarmos decisões científicas, ao invés de decidirmos com base na espontaneidade no pragmatismo (Lopes, 1999, p. 157).

Portanto, faz-se necessária a compreensão dessa pluralidade de saberes, a partir de questões decorrentes de suas inter-relações, objetivo este do conhecimento escolar.

Todos os saberes sociais fazem parte da cultura que é transmitida às gerações, e a escola é um dos canais institucionais dessa transmissão. O papel da escola é preponderante na construção desse conhecimento, pois, por interações contínuas, elabora um *habitus* comum a todos os indivíduos. É necessária, portanto, uma discussão sobre as relações entre o conhecimento escolar, conhecimento cotidiano e conhecimento científico.

O conhecimento escolar, terreno fértil de embate entre saberes, expressa nitidamente as dificuldades de conviver com essas rupturas de conhecimento, mesmo porque, o discurso dominante se impõe como um discurso homogêneo e uniforme, campo de verdades estabelecidas para todo o sempre (Lopes, 1999, p .227).

Na visão de Lopes (1999), a análise de elementos como a disciplinarização e a mediação didática, torna-se relevante no que diz respeito ao entendimento do conhecimento escolar, pois estes constituem os saberes escolares de forma distinta dos saberes de referência.

A noção de disciplina aqui exclui aspectos como controle de conhecimento, limites rígidos e atemporais e passa a considerar a disciplina como campo de saber, área de estudo e conjunto de problemas a serem investigados, que inter-relacionam aspectos das disciplinas tradicionais com outros aspectos, tal como a interdisciplinaridade.

O papel da disciplina escolar é reorganizar o conhecimento científico em novas subdivisões, que não necessariamente correspondem às divisões dos saberes acadêmicos. Nesse processo sofrem influência de fatores intrínsecos às instituições de

ensino, de questões político-econômicas, bem como daqueles oriundos das universidades e dos centros de pesquisa.

É nítido também que o objetivo das disciplinas escolares tende a ser bem distinto do conhecimento científico. À comunidade científica cabe a construção do novo conhecimento, a busca do desconhecido, a retificação do já sabido. A comunidade escolar trabalha com a aceitação prévia do conhecimento produzido em outras instâncias e tem por objetivo torná-lo ensinável, acessível ao nível de compreensão do aluno. Esse processo de tornar o conhecimento ensinável, entretanto, não se constitui apenas um processo de transmissão. É exigida a (re)construção de saberes.

Nesta perspectiva, o conhecimento escolar pode ser definido como uma despersonalização e de uma descontemporização dos conceitos, objetos de ensino. O saber ensinado aparece como um saber sem produtor, sem origem, sem lugar, transcendente ao tempo.

Para combater a falsa idéia de homogeneização epistemológica dos saberes é necessário promover uma permanente tensão disciplinaridade-interdisciplinaridade. Pois assim é possível nortear o conhecimento escolar no combate à compartimentalização e à estratificação do conhecimento.

A mediação didática realizada nas escolas implica na facilitação do processo ensino-aprendizagem. Essa facilitação é realizada por intermédio da vulgarização da ciência, da sua aproximação fácil e corriqueira com o universo do aluno.

No âmbito escolar, as ações que visam à vulgarização da ciência incluem os procedimentos de ensino que partem do concreto ao abstrato, bem como várias estratégias de ensino que visam o cotidiano.

Contudo, na tentativa de superar as dificuldades do ensino das ciências, a mediação se transforma em mera transposição do conhecimento científico ao conhecimento cotidiano.

Permanecer em uma conduta meramente facilitadora do conhecimento pode acarretar a continuidade entre o senso comum e o conhecimento científico, a falta de participação do aluno, a dinâmica cultural do conhecimento científico e a simplificação da ciência, comparando-a às ações do dia-a-dia.

Tais fatos levam-nos a repensar a metodologia de ensino que está sendo utilizada, propondo estratégias de ensino-aprendizagem que levem em conta a dinâmica da construção do conhecimento pelo aluno. É imprescindível não considerar o aluno como “tábula rasa”, conhecer suas idéias prévias e entender os motivos para sua resistência a mudanças em suas concepções cotidianas.

A mediação didática não deve, portanto, ser interpretada como um mal necessário ou como um defeito a ser suplantado. A didatização não é meramente um processo de vulgarização ou adaptação de um conhecimento produzido em outras instâncias (universidades e centros de pesquisa). Cabe à escola o papel de tornar acessível um conhecimento para que possa ser transmitido. Contudo, isso não lhe confere a característica de instância meramente reprodutora de conhecimento. O trabalho de didatização acaba por implicar, necessariamente, uma atividade de produção original. Por conseguinte, devemos recusar a imagem passiva da escola como receptáculo de subprodutos culturais da sociedade. Ao contrário, devemos resgatar e salientar o papel da escola como socializadora/produtora de conhecimento (Lopes, 1999, p. 218).

Dessa forma, os processos de mediação didática são modificadores do conhecimento científico por significarem a tradução da linguagem formal (científica) em linguagem não-formal e por organizarem padrões explicativos que não interessam aos cientistas. Isto faz com que a cultura científica formada seja capaz de colocar em crise o conhecimento cotidiano, avançando em suas concepções, mesmo que não o

modifique completamente e que na esfera cotidiana da vida, mesmo que apegado a princípios do senso comum, seja capaz de entendê-lo como limitado e passível de mudança.

Segundo Lopes (1999), a escola tem o objetivo explícito de ministrar uma formação científica, ao mesmo tempo que possui por objetivo implícito formar o conhecimento cotidiano, fazer com que o aluno incorpore cotidianamente não apenas conhecimentos científicos, mas valores e princípios de uma dada sociedade.

Em vista disso, algumas das possíveis formas de permitir o questionamento do conhecimento cotidiano e a assimilação do conhecimento científico são a aproximação do aluno com as condições de produção das ciências e suas relações com a tecnologia e a introdução da história das ciências no processo de ensino-aprendizagem, pois através disto o aluno situa-se no processo de construção das teorias científicas.

A relação ciência e tecnologia tem como objetivo desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno na apropriação de conhecimentos e no desenvolvimento de habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões. A proposta identifica, assim, três objetivos gerais: a aquisição de conhecimento, a utilização de habilidades e o desenvolvimento de valores.

A tomada de decisão pública pelos cidadãos em uma democracia requer: uma atitude cuidadosa, habilidades de obtenção e uso de conhecimentos relevantes, consciência e compromisso com valores e capacidade de transformar atitudes, habilidades e valores em ação. Todos esses passos podem ser encorajados se uma perspectiva de tomada de decisão for incorporada ao processo educacional (McConnel¹⁵ citado por Santos e Mortimer, 2000, p. 138).

¹⁵ MCCONNEL, M. C. *Teaching about science, technology and society at the secondary school level in the United States: an education dilemma for the 1980s*. Studies in Science Education, n.09.

Dentre os conhecimentos e as habilidades a serem desenvolvidos, Hofstein, Aikenhead e Riquarts¹⁶ (citados por Santos e Mortimer, 2000) incluem a auto-estima, a comunicação escrita e oral, o pensamento lógico e racional para solucionar problemas, a tomada de decisão, o aprendizado colaborativo/cooperativo, a responsabilidade social, o exercício da cidadania, a flexibilidade cognitiva e o interesse em atuar nas questões sociais.

O processo de reforma na educação em ciências deverá ser elaborado de modo a criar condições para que os próprios praticantes reflitam criticamente, deliberem de maneira colaborativa e se engajem em pesquisa participante sobre os potenciais e os limites das propostas de reforma CTS para a educação em ciência. Assim, como os alunos devem ser envolvidos na tomada de decisões sociais relacionadas à ciência e a tecnologia, também os professores devem ser envolvidos na tomada de decisões sobre a educação em ciência (Hart e Robottom¹⁷ citados por Santos e Mortimer, 2000, p. 157).

Para Mathews (1992), a introdução da história da ciência, dentro de uma perspectiva crítica, contribui para o aluno desconstruir a idéia de ciência como produto pronto e acabado, destituído de conflito, para definição do que se entende como verdade. Além disso, podemos facilitar o processo de ensino-aprendizagem se não nos apegarmos a uma perspectiva continuísta de interpretação da história da ciência. Assim, colocamos o aluno diante dos processos históricos de construção de teorias científicas, de forma a situá-los, não apenas internamente à ciência, mas em relação à sociedade como um todo.

Ainda de acordo com o autor, a história da ciência não tem todas as respostas para a crise do ensino contemporâneo, porém possui algumas delas, pois pode

¹⁶ HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G. RIQUARTS, R. *Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium International Journal of Science Education*, v. 10. n. 4. p. 357 – 366.

¹⁷ HART, E. P; ROBOTOM, I. M. *The science-technology-society movement in science education: a critique of the reform process*. *Journal of Research in Science Teaching*, v.27, n. 06, 1990, p. 575-588.

humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; pode tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo o desenvolvimento do pensamento crítico; pode contribuir para a superação do “mar de falta de significação”, no qual as fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; pode melhorar a formação do professor, auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica.

Os estudantes devem desenvolver seu conhecimento e entendimento sobre como o pensamento científico mudou através do tempo e como a natureza desse pensamento e sua utilização são afetadas pelos contextos sociais, morais, espirituais e culturais em cujo seio se desenvolvem (Conselho Britânico de Currículo Nacional¹⁸ citado por Matthews, 1992).

As diferenças entre o conhecimento escolar e saberes de referência não são necessariamente indesejáveis à formação científica dos cidadãos. Tais diferenças são capazes de contribuir para a formação de valores e saberes que não poderiam ser formados apenas pelo contato com o conhecimento científico. O desafio do professor de ciências está muito mais em contribuir para desconstruir o dogmatismo e o autoritarismo da ciência sem, porém, enveredar pela perspectiva da ciência-espetáculo, facilmente próxima do conhecimento comum.

A partir do processo de problematização das relações entre essas esferas do conhecimento, podemos procurar pensar nas possíveis contribuições do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. No mínimo, o conhecimento cotidiano é capaz de conferir ao conhecimento científico a noção do circunstancial e imediato e de evitar sua tendência à onipotência. Quando estamos cientes dos limites de cada uma dessas esferas do conhecimento, podemos enxergar o lado cotidiano da vida dos cientistas, aquilo que tentam deixar fora de seus laboratórios, e frequentemente não conseguem, os obstáculos que precisam suplantar para construir o conhecimento científico. De certa forma, a admissão da existência de uma

¹⁸ National Curriculum Council: 1988, Science in the National Curriculum, NCC, York.

esfera cotidiana da vida, que possamos pensar e fazer, inclusive de forma excessivamente banal, nos torna mais humanos, menos desejosos de agir como deuses oniscientes (Lopes, 1999, p. 231).

Enfim, o conhecimento escolar envolve a (re)construção tanto do conhecimento científico, quanto do conhecimento cotidiano, concebendo a mudança do conhecimento cotidiano em virtude das alterações nas relações com diferentes saberes sociais e a escola como instituição que tem por objetivo contribuir para questionar as concepções cotidianas de todos nós.

CAPÍTULO 2

INTERDISCIPLINARIDADE

Atualmente, o ensino de ciências faz com que a Química e as demais ciências tenham conteúdos em separado, de forma tal que as relações entre as diversas disciplinas científicas parecem ter sido abruptamente cortadas. Com muita frequência, as disciplinas de ciências são ensinadas de maneira estanque, divorciada completamente da realidade que nos cerca e, o que é mais grave, sem chamar a atenção para a inter-relação que existe entre a teoria e a prática.

Esta inter-relação poderia se obtida, segundo alguns autores, por meio da interdisciplinaridade, tendo como elemento mediador a comunicação do conhecimento das diferentes disciplinas entre si, bem como entre estas e a linguagem do cotidiano. Porém, no contexto educacional, as atividades não conseguem transformar o mundo vivido pelos alunos em estruturas de pensamento, de ciências, de conhecimento, fazendo com que estes se tornem máquinas de algoritmos, de regras, etc.

O caráter interdisciplinar do ensino tem sido considerado como uma condição extremamente importante do aprendizado, tendo em vista a finalidade de desenvolver campos de ações antes inexplorados, produzindo novas formas de dizer e fazer. Portanto, a interdisciplinaridade do ensino seria uma condição extremamente importante para a aprendizagem, sendo essencial termos consciência do que seja trabalhar de forma interdisciplinar.

2.1. A FRAGMENTAÇÃO DO SABER E O CONCEITO DE INTERDISCIPLINARIDADE

A interdisciplinaridade no ensino é um conceito relativamente novo. Sua gênese deu-se junto às reivindicações estudantis, contra a especialização e a fragmentação do conhecimento, no movimento de maio de 1960, principalmente na França, depois estendido para outros contextos.

A idéia fundamental deste movimento europeu era a crítica à fragmentação do conhecimento, pela ruptura que esta acarreta na relação entre conhecer e intervir, conhecer e poder. Essa fragmentação consistia em dividir um grande problema em muitas partes, em problemas-parte separados e com objetos específicos, a serem resolvidos por equipes isoladas, para depois em alguma outra instância reunir os resultados, com objetivos diferentes daqueles com que foram desenvolvidos. Isso ocorreu, principalmente em questões ligadas à corrida armamentista. A necessidade de se repensar a produção científica de uma forma mais integrada levou ao conceito de interdisciplinaridade, estendido depois ao cruzamento de dois saberes para fazer um terceiro, à junção de dois métodos para um novo conhecimento. A trajetória dessa proposta é longa, envolvendo termos como inter-, pluri-, multi-, ou trans-disciplinar.

George Gusdorf foi o primeiro a sistematizar uma proposta de trabalho interdisciplinar, baseado na constituição de um grupo de especialistas voltado para a pesquisa interdisciplinar nas ciências humanas. O projeto, apresentado à Unesco em 1961, não foi implementado, mas a produção individual do autor marcou o surgimento efetivo da área. Em 1970 a OCDE (Organization et Cooperación du Développement

Economique), organização econômica dos países desenvolvidos, promoveu em Nice um seminário internacional sobre o tema e constituiu um grupo de trabalho, que lançou dois anos depois o primeiro documento que apresentou uma sistematização interdisciplinar.

A concepção interdisciplinar consagrada neste seminário ganhou amplitude no Brasil com a produção e a divulgação do tema por Hilton Japiassu.

Japiassu publicou no Brasil, em 1976, a obra *Interdisciplinaridade e Patologia do Saber*, na qual apresenta a interdisciplinaridade como um desafio e uma proposta.

Sua obra contém críticas à especialização e apresenta a disciplinarização como um mal a ser combatido, chegando a colocá-la como “câncer, uma patologia do saber”, uma vez que esta impedia o desenvolvimento da interdisciplinaridade como solução para combater a fragmentação do saber.

O autor atribui o desprezo às pesquisas interdisciplinares aos preconceitos positivistas e ao fato de se ensinar um saber alienado e em processo de *cancerização galopante*. Em seu pensamento, o domínio do interdisciplinar é extenso, variado e complexo, sendo um projeto complicado para ser delimitado com precisão.

São chamadas de pesquisas interdisciplinares aquelas que aproximam as especialidades (disciplinas), fazendo-as interagir e estabelecendo métodos comuns a elas. Têm assim dupla origem: uma interna (remanejamento das ciências) e outra externa (mobilização dos saberes para a ação).

A interdisciplinaridade é vista como um tríplice protesto, a saber: primeiro contra o saber fragmentado presente “numa multiplicidade crescente de especialidades”; segundo, contra a “esquizofrenia intelectual” entre uma universidade compartimentada e a sociedade complexa; terceiro, contra o “conformismo das situações adquiridas e das idéias impostas”.

São apontados também na obra os objetivos a que se propõe a pesquisa interdisciplinar registrada pelos estudos patrocinados pela OCDE, a partir de um questionário denominado *Estudo sobre as atividades interdisciplinares de ensino e da pesquisa nas universidades*. Dentre os objetivos estão o de estimular professores e estudantes à aplicação de sua disciplina a uma outra; promover o vínculo estreito da matéria estudada; eliminar o trabalho cansativo e repetitivo da especialização em determinada disciplina.

Quanto à origem da fragmentação do conhecimento representada pela disciplina, temos como responsável o positivismo que limita o campo das disciplinas, reduzindo-as aos fenômenos observáveis.

A contestação à base da fragmentação do saber (o positivismo) pretende mostrar que a objetividade científica não deve basear-se somente nos fatos ou fenômenos observáveis, mas nas relações que podemos observar na realidade e que o real objetivo da ciência está longe de ser compreendido como aquilo que é observável através dos métodos de uma disciplina determinada.

Para Japiassu (1976), o mérito da pesquisa interdisciplinar é que ela requer diversos pesquisadores debruçando-se cada um sobre o mesmo problema, na linha de sua especialidade.

Assim, a prática interdisciplinar viabiliza tomar de empréstimo às outras disciplinas, certos instrumentos metodológicos, fazendo uso dos esquemas conceituais e das análises, que se encontram nos diversos ramos do saber, a fim de fazê-los se integrarem, convergirem, depois de terem sido comparados e julgados. Também possibilita incorporar os resultados de várias especialidades.

Há também os obstáculos que se opõem à realização de um projeto interdisciplinar de pesquisa e de ensino, tais como:

- Os obstáculos psicológicos, sociológicos e lingüísticos, que se refletem na competição, na falta de informação e na comunicação entre docentes, e na formação diferenciada dos pesquisadores;
- A inércia das situações adquiridas e das instituições de ensino e de pesquisa que valorizam a especialização, culminando na fragmentação das disciplinas;
- A própria pedagogia, que só leva em conta a descrição ou a análise objetiva dos fatos observáveis para deles extrair leis funcionais, o que implica uma repartição das disciplinas com fronteiras fixas e rígidas.

Apesar de reconhecer tais obstáculos, há possibilidade de se criar uma metodologia interdisciplinar, a qual passa pelas seguintes etapas:

1. A constituição do grupo de pesquisadores, preferencialmente de alguma forma institucional, para garantir sua estabilidade;
2. O estabelecimento de “conceitos-chaves” para a pesquisa, o que chamamos hoje de domínio lingüístico mínimo;
3. A formulação do problema da pesquisa a partir dos universos disciplinares presentes;
4. A organização e repartição das tarefas, ou seja, a distribuição das coordenações gerais e setoriais e a produção disciplinar de conhecimento;
5. A apresentação dos resultados disciplinares e discussão pela equipe.

Enfim, Japiassu expôs as vantagens das pesquisas interdisciplinares, entendidas essencialmente como “trabalho em equipe”. Para a época, o modelo interdisciplinar era inovador perante o sistema de ensino em uso.

Anos mais tarde, em 1979, Ivani Catarina Fazenda publicou a obra *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?* Essa obra é apoiada ainda na influência européia, que parte da crítica à disciplinarização utilizando a dicotomização entre disciplina e interdisciplinaridade.

Para Fazenda (2001), a união dos sujeitos pensantes tem autonomia para superar o conhecimento fragmentado, possibilitando assim o surgimento da interdisciplinaridade, que só desenvolveria com o trabalho em equipe. Este, por sua vez, permitiria o aparecimento do sujeito coletivo (trabalho interdisciplinar em equipe).

Nas obras de Fazenda, “o sujeito coletivo é capaz de viver a interdisciplinaridade em qualquer espaço de atuação, não se diferenciando no ensino, na pesquisa e na extensão” (Fazenda¹⁹, citado por Oliveira, 2002, p .48).

Assim, o conhecimento interdisciplinar é fundamentado na busca da totalidade do conhecimento, respeitando as especificidades das disciplinas. Portanto, a interdisciplinaridade não seria uma categoria de conhecimento, mas uma ação que transforma e constrói o novo.

A prática interdisciplinar envolveria o exercício de relações de associação, colaboração, cooperação, complementação e integração entre as disciplinas. No ensino, seria concebida através da troca entre professores com o objetivo de integrar as disciplinas em projetos comuns.

Desta forma, podemos perceber que as concepções pertinentes ao modelo interdisciplinar de Japiassu e Fazenda podem ser sintetizadas por duas categorias: a de coordenação solidária e a de relações de parcerias entre as diversas percepções de realidade construídas pelas disciplinas presentes no processo. A leitura da realidade

¹⁹ FAZENDA, I. C. *Interdisciplinaridade: um projeto em parceria*. São Paulo: Loyola, 1991.

continua disciplinar, unidimensional e multireferencial. O esforço de integração é sobre as subjetividades objetivas dos sujeitos envolvidos e não sobre o objeto. O resultado final é a formação interdisciplinar do sujeito, a partir de trocas intersubjetivas. O compromisso deste modelo é resgatar a unicidade do conhecimento, superando a fragmentação e a disjunção,

Além dos trabalhos de Japiassu e Fazenda, outras pesquisas foram realizadas sobre interdisciplinaridade. Na década de 90, autores como Jantsch e Branchetti (1995), Etges (1995), Follari (1995), Pereira (1999) e Ferreira (1991) pesquisaram e escreveram sobre a busca de uma interdisciplinaridade que atenda às mudanças para a qualidade de ensino na realidade brasileira.

Os autores Jantsch, Branchetti, Etges, Severino e Frigotto propõem uma interdisciplinaridade que seja histórica, processual e dialética, e que não se polarize com a disciplina, mas que se torne complementar a ela, pois nem todo espaço de ensino comportaria a aplicação de projetos interdisciplinares. Tal crítica é fundada na filosofia do sujeito. Pois essa filosofia privilegia a ação do sujeito em relação ao objeto, de modo a tornar o sujeito absoluto na construção do conhecimento e do pensamento.

No intuito de exemplificar esta relação dialética, a educadora Freire²⁰ fez um poema para ilustrar a relação do movimento dialético e a interdisciplinaridade.

Eu não sou você, você não é eu
Eu não sou você, você não é eu
Mas seu muito de mim, vivendo com você
E você, sabe muito de você, vivendo comigo?
Eu não sou você, você não é eu

²⁰ FREIRE, M. In: GROSSI, E.P; BORDIN, J. (orgs). *Paixão de aprender*. Petrópolis: Vozes, 1992.

Mas encontrei comigo e me vi
 Enquanto olhava para você
 Na sua, minha, insegurança
 Na sua, minha, desconfiança
 Na sua, minha, competição
 Na sua, minha, birra infantil
 Na sua, minha, omissão
 Na sua, minha, firmeza
 Na sua, minha, impaciência
 Na sua, minha, prepotência
 Na sua, minha, fragilidade doce
 Na sua, minha, nudez aterrorizada
 E você se encontrou e viu, enquanto olhava para mim?
 Eu não sou você, você não é eu
 Mas foi vivendo minha solidão que conversei com você
 E você conversou comigo
 Na sua solidão ou fugiu dela?
 Eu não sou você, você não é eu, mas sou mais eu, quando consigo lhe ver,
 porque você me reflete
 No que eu ainda sou, no que já sou e
 No que quero vir a ser...
 Eu não sou você, você não é eu
 Mas somos um grupo, enquanto somos capazes de, diferencialmente, eu ser
 eu,
 Vivendo com você e você ser você, vivendo comigo.

(Freire, citada por Oliveira, 2002, p. 51)

Freire (1992) demonstra com este poema que a prática interdisciplinar é possível sem que em cada disciplina “você” e “eu” percam suas características.

Para Jantsch e Bianchetti (1995), a vivência interdisciplinar não se trata, pois, de procurar os pontos de exclusão, mas de ver na tensão o “motor epistemológico”, o avanço do conhecimento.

Isso vem ao encontro das palavras de Siebeneichler ²¹, citado por Jantsch e Bianchetti (1995, p. 197):

A interdisciplinaridade é antes de tudo uma perspectiva e uma exigência que se coloca no âmbito de um determinado tipo de processo. Ela tem basicamente a ver com a procura de um equilíbrio entre a análise fragmentada e a síntese simplificadora. Entre especialização e saber geral, entre o saber especializado do cientista, do expert e o saber do filósofo.

²¹ SIEBENEICHLER, F. B. *Encontros e desencontros no caminho da interdisciplinaridade*. G. Gusforf e J. Habermas. *Tempo Brasileiro*. n. 98, jul.-set., 1989. p. 153-180

2.2. A POLISSEMIA DO TEMA INTERDISCIPLINARIDADE

A partir das tendências aqui referenciadas, podemos perceber que o termo interdisciplinaridade é polissêmico, ou seja, não há somente um conceito sobre o tema e as interpretações podem variar de acordo com o contexto e o sujeito que o decodifica.

Para Fazenda (2002, p. 25): “o termo interdisciplinaridade não possui um sentido único e estável. Trata-se de um neologismo cuja significação nem sempre é a mesma e cujo papel nem sempre é compreendido da mesma forma”.

Desde o início da discussão sobre o tema no Brasil, Japiassu abordava a questão da interdisciplinaridade e conceitos vizinhos à sua prática, procurando desfazer a polissemia da palavra.

Parece ter chegado o momento de clarificar nosso vocábulo: [...], com efeito, ele coloca um grave problema às relações interdisciplinares [...]. A melhor maneira de procedermos parece-nos a de estabelecer um quadro das atividades que hoje recobrem o termo ‘interdisciplinaridade’, precisando [...] o sentido restrito, e os conceitos vizinhos, tais como o de disciplinaridade, pluridisciplinaridade, multidisciplinaridade e transdisciplinaridade (Japiassu, 1976, p. 72).

Na obra de Japiassu (1976) verifica-se a tentativa de explicar o significado da palavra interdisciplinaridade, bem como a de elucidar também os termos correlatos que são: disciplinaridade, multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade e a transdisciplinaridade.

A multidisciplinaridade representa uma série de disciplinas operando simultaneamente, contudo sem relações ou comunicação entre elas. É o sistema de um só nível, sem nenhuma cooperação, mas de objetivos múltiplos.

A pluridisciplinaridade consiste na justaposição de várias disciplinas (com a mesma hierarquia) e agrupadas de tal modo que ressaltam as relações recíprocas.

A interdisciplinaridade é definida por Japiassu (1976) como um sistema de dois níveis: axioma comum e um grupo de disciplinas conexas e definidas no nível hierárquico superior.

Em se tratando da distinção dos três casos, pode-se exemplificar:

[...] A interdisciplinaridade se caracteriza pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas, no interior de um projeto específico de pesquisa. A distinção entre as duas primeiras formas de colaboração e a terceira está em que o caráter do multi- e do pluridisciplinar de uma pesquisa não implica outra coisa senão o apelo aos especialistas de duas ou mais disciplinas: basta que justaponham os resultados de seus trabalhos, não havendo integração conceitual, metodológica, etc. Por outro lado, podemos retornar essa distinção se fixarmos as exigências do conhecimento interdisciplinar para além do simples monólogo de especialistas ou do 'diálogo paralelo' entre dois dentre eles, pertencendo a disciplinas vizinhas (Japiassu, 1976, p. 74).

A transdisciplinaridade em Japiassu (1976) pode ser definida como um sistema de níveis e objetivos múltiplos, uma coordenação com intuito de um objetivo comum, coordenação de disciplinas e interdisciplinas sobre a base de um axioma geral.

Por interdisciplinaridade, entende-se aquelas situações do conhecimento que conduzem à transmutação ou ao traspasse das disciplinas, à custa de suas aproximações e freqüentações. Pois, além de sugerir as idéias de movimento, da freqüentação das disciplinas e da quebra de barreiras, a transdisciplinaridade permite pensar o cruzamento de especialidades, o trabalho nas interfaces, a superação das fronteiras, a migração de um conceito de um campo de saber para outro, além da própria unificação do conhecimento [...]. Trata-se, portanto, de uma interação dinâmica contemplando processos de auto-regulação e de retroalimentação e não de uma integração ou anexação pura e simples (Ivan, 2001, p. 18).

Como menção crítica da transdisciplinaridade, pode-se citar Fazenda (2001, p. 31):

O nível transdisciplinar seria o mais alto das relações iniciais nos níveis multi, pluri e interdisciplinares. Além de se tratar de uma utopia, apresenta uma incoerência básica, pois a própria idéia de uma transcendência pressupõe uma instância científica que impunha sua autoridade às demais, e esse caráter impositivo do transdisciplinaridade negaria a possibilidade do diálogo, condição sine qua non para o exercício efetivo da interdisciplinaridade.

Além das definições teóricas conceituais sobre multi, pluri, inter e transdisciplinaridade descritas acima, Japiassu (1976) enfatiza a importância da significação de questões sobre a disciplinaridade do conhecimento e interdisciplinaridade.

Assim, para Japiassu (1976, p. 83) os termos disciplinaridade e interdisciplinaridade podem ser caracterizados da seguinte maneira: “A disciplinaridade é a exploração científica especializada de determinado domínio homogêneo de estudo [...] A interdisciplinaridade se caracteriza pela intensidade das trocas entre especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas, no interior de um projeto específico de pesquisa”.

Na procura de um conceito para a palavra interdisciplinaridade, notamos que vários autores tendem a não emitir uma definição explícita para o termo.

A interdisciplinaridade é uma ‘tarefa inacabada’, e que até hoje não conseguimos definir com precisão o que vem a ser essa vinculação, essa reciprocidade, essa interação, essa comunidade de sentido ou essa complementaridade entre as várias disciplinas (Severino, 2001, p. 12).

Trata-se [...] de uma noção mal definida, que se reveste do aspecto e da função de um slogan utilizado a torto e a direito no debate ideológico (Gusdorf²², citado por Japiassu, 1976, p. 14)

²² GUSDORF, G. *Introduction aux sciences humaines*. Ophrys, Paris, 1974, p. 14.

Apesar de sua polissemia, vários outros autores procuram definir a palavra interdisciplinaridade.

Trata-se de uma atitude de predisposição a intersubjetividade (Severino, 2001, p. 12).

A interdisciplinaridade pressupõe uma atitude diferente frente ao problema de conhecimento [...] atitude fundamentada na intersubjetividade [...] onde é possível o diálogo condição esta para que exista a interdisciplinaridade. Ela consiste num trabalho em comum (Sampaio²³, citado por Oliveira, 2002, p. 20).

A interdisciplinaridade é antes de tudo, uma perspectiva e uma exigência que se coloca no âmbito de um determinado tipo de processo. Ela tem basicamente a ver com a procura de um equilíbrio entre a análise fragmentada e a síntese simplificadora. Entre especialização e saber geral, entre o saber especializado do cientista e o saber do filósofo (Sicheneichler²¹, citado por Jantsch e Bianchetti, 1995, p. 197).

A conceituação do termo interdisciplinaridade feita pelos diversos autores aqui citados defende a idéia que a interdisciplinaridade é o caminho para uma nova postura ou atitude frente ao conhecimento.

Na visão de Luck (1994, p.89), “a interdisciplinaridade corresponde a essa imagem no contexto do ensino, que leva à construção da humanização pela visão globalizada [...]”.

Portanto, a partir das diversas visões de interdisciplinaridade e pelo conhecimento de conceitos vizinhos à sua prática, podemos começar neste trabalho a refletir sobre o que seja trabalhar de forma interdisciplinar.

²³ SAMPAIO, C. C. *et al...* *Interdisciplinaridade em questão: análise de uma política de saúde voltada á mulher*. In: Veiga Neto. *A ordem das disciplinas*. Tese de doutorado. Faculdade de Educação. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1996.

2.3. A INTERDISCIPLINARIDADE E A EDUCAÇÃO

A interdisciplinaridade surge nos dias atuais como uma discussão emergente no meio educacional: uma forma de superar a abordagem disciplinar fragmentária, apontada, freqüentemente, como incapaz de atender às demandas por um ensino contextualizado.

Segundo Luck (1994), a interdisciplinaridade tornou-se uma “idéia-força” que procura engajar professores numa prática conjunta. Por isso, neste trabalho, reservamos um espaço para a discussão de elementos pertinentes à questão interdisciplinar na educação.

Ao provocar a discussão deste tema, torna-se necessário, primeiramente, ter clareza da importância da disciplinarização na aquisição do conhecimento e sua relação com a prática interdisciplinar.

Para isso, devemos conhecer melhor o termo disciplina. Este termo é utilizado para mostrar dois enfoques relacionados ao conhecimento: o epistemológico e o pedagógico.

O enfoque epistemológico relaciona-se ao modo como o conhecimento é produzido. Segundo Luck (1994, p. 38): “A palavra disciplina significa uma ciência ou atividade de investigação e ainda cada um dos ramos do conhecimento”.

Enquanto ciência, a disciplina produz um conhecimento específico, profundo e parcelado, ou seja, as especializações. Este conhecimento especializado se limita, geralmente, em analisar a realidade somente sob uma óptica, esquecendo o todo de que faz parte.

Graças a esse conhecimento especializado obtemos uma diversidade de informações. Porém, falta usar esses conhecimentos numa visão de conjunto suficiente para destacar todos os aspectos interativamente.

O segundo enfoque da palavra disciplina é o pedagógico. Este se refere à maneira como o conhecimento é organizado no ensino a fim de promover a aprendizagem dos educandos.

Conforme Luck (1994, p. 38): “a disciplina é uma atividade de ensino ou o ensino de uma área da Ciência, ordem e organização de comportamento”.

No contexto pedagógico, o conhecimento já produzido (enfoque epistemológico) é submetido ao tratamento metodológico analítico com o intuito de permitir sua aquisição pelos educandos.

Sabe-se que os conteúdos das disciplinas de ensino repassado aos alunos é o resultado do processo de atomização, com ênfase sobre informações isoladas que valem por si mesmas e não por sua capacidade de auxiliar o homem a entender o mundo que o cerca e sua realidade para posicionar-se frente aos problemas sociais.

Centrado apenas na reprodução do conhecimento já produzido, o ensino resvala pela ineficiência e alienação, não contribuindo para a formação de cidadãos aptos para elaborar novas idéias e conceitos.

No entanto, a disciplina em seu uso é que vai determinar sua importância. Por isso, torna-se necessário descobrirmos qual o paradigma que constitui a disciplina, para que haja uma melhor compreensão desta enquanto conhecimento especializado.

As disciplinas e seu paradigma teórico-metodológico com a visão especializada de mundo estão embasados nas proposições de Descartes, combinando empirismo e lógica formal.

A origem da fragmentação do conhecimento é citada freqüentemente na literatura como sendo cartesiana, embora não haja consenso sobre essa origem. Descartes propõe no livro *Discurso do Método*, em 1637, que para resolver uma questão complexa deve-se decompô-la em partes menores a fim de simplificar o problema. A união da resolução das partes daria a resolução do todo.

Para Augusto e colaboradores (2004), sendo esta influência cartesiana ou não, é fato que a especialização das Ciências marcou o século XIX, com a industrialização e a conseqüente divisão do trabalho, que se acentuou no século XX. Essa divisão refletiu-se no ensino escolar disciplinar, que se consolidou primeiramente no século XIX nas universidades modernas e com os avanços das pesquisas científicas, ampliou-se no século XX.

Considerando a história da Ciência, Morin²⁴ (citado por Augusto *et al.*, 2004) afirma que as disciplinas nasceram de uma tentativa de organizar o conhecimento, sendo que elas tendem a ter linguagem, metodologia e teorias próprias.

Ainda na visão de Morin (citado por Augusto *et al.*, 2004, p.278): “O grande problema é encontrar a difícil via de interarticulação entre as ciências, que têm, cada uma delas, não apenas sua linguagem própria, mas também conceitos fundamentais que não podem ser transferidos de uma linguagem à outra”.

De acordo com Luck (1994), os pressupostos ora citados deram base a um método de construção do conhecimento disciplinar. Dentre estes pressupostos epistemológicos estão a fragmentação ou atomização gradativa da realidade em suas unidades menores, a fim de desvendá-las.

²⁴ MORIN, E. *A cabelabem-feita. Repensar a reforma, reformar o pensamento*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002, p.113.

Tal atomização resultou nas variáveis: unidade mínima de análise (reducionismo); percepção sensorial como base do conhecimento da verdade; isolamento do fenômeno estudado em relação ao seu contexto (a-historicidade); organização das partes estudadas segundo leis causais unidirecionais (linearidade); distanciamento do observador em relação ao objeto observado (objetividade); identificação de regularidade, estabilidade e permanência; análise quantitativa e explicação estatística da realidade, simplificação dos dados (cada estágio da produção do conhecimento é visto como independente); lógica dedutiva (experimentação).

Compreende-se que o objetivo desta construção disciplinar positivista é explicar os fenômenos na tentativa de controlá-los e antevê-los. Contudo, percebe-se que tal construção se embasa em dois enfoques: o epistemológico e o pedagógico. De fato, ambos apontam problemas ou conseqüências, fruto da disciplinarização de origem positivista.

Tais conseqüências seriam: o estudo das disciplinas em subconjuntos, em que as disciplinas se sobrepõem, estudando o mesmo tema sob diferentes enfoques, o que cria ambigüidades que não são observadas; surgimento de teorias em cada disciplina que não se relacionam entre si, o que possibilita o aparecimento de teorias ambíguas e contraditórias.

Desse modo, o ensino por disciplinas dissociadas é constituído através da aplicação dos princípios da delimitação interna, na rigidez da análise, pela composição de problemas em partes e posterior ordenação, pelo raciocínio lógico-formal e pelo princípio da certeza.

Segundo Luck (1994), quando o saber é compartimentado em disciplinas, pode levar a conhecimentos bastante específicos focalizados em uma só área. Essa

compartimentalização está presente na escola por meio das disciplinas específicas e, entre as temáticas da sala de aula e a realidade vivida pelos estudantes, acaba por gerar a alienação e a irresponsabilidade dos aprendizes, que não se sentem parte dos fenômenos e, portanto, capazes de mudá-los.

Para Petraglia²⁵ (citado por Augusto *et al.*, 2004, p. 279): “O currículo escolar é mínimo e fragmentado [...] Não favorece a comunicação e o diálogo entre os saberes. As disciplinas com seus programas e conteúdos não se integram [...], dificultando a perspectiva de conjunto e de globalização, que favorece a aprendizagem”.

Dessa forma, a disciplinarização representa uma visão limitada que não dá conta da compreensão da realidade complexa de nossos dias. Entretanto, mesmo não dando conta de explicar toda realidade complexa em que vivemos, coube à disciplinarização o mérito de ter contribuído para a aquisição do conhecimento adquirido até os nossos dias.

Acreditamos ser pertinente a crítica de que é necessária a superação da fragmentação e da linearidade do conhecimento, mas sem anular o saber adquirido através das disciplinas.

Assim, a proposta interdisciplinar aplicada ao ensino busca promover a compreensão da unidade na diversidade, através da visão do conjunto que possa garantir ao ser humano o encontro do saber na multiplicidade de conhecimentos.

Para Luck (1994, p. 60): “O objetivo do processo interdisciplinar é o estímulo à superação da visão limitada, fragmentada do mundo e a compreensão da complexidade da realidade, trazendo de volta o homem como centro dessa realidade e da produção do conhecimento”.

²⁵ PETRAGLIA, I. C. *Edgar Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber*. 7^a ed. Petrópolis: Vozes, 2002, p.69.

Portanto, as contribuições da interdisciplinaridade na área da ciência e do ensino estão no fato de a interdisciplinaridade auxiliar no estabelecimento da unidade do conhecimento construído, possibilitando o diálogo entre educadores e “suas” disciplinas para facilitar o acesso aos conhecimentos já produzidos individualmente por eles, além de promover o avanço do conhecimento, confrontando-o permanentemente e propiciando a qualidade do ensino.

Para Luck (1994), a qualidade, alvo das instituições de ensino, está relacionada com a prática interdisciplinar porque para se enfrentar os limites e barreiras colocadas pela fragmentação do saber necessita-se de um projeto pedagógico interdisciplinar que permita a intercomunicação dos docentes, alunos, conteúdos e práticas disciplinares.

A participação efetiva dos professores e alunos em um trabalho pedagógico interdisciplinar permite fluir da aprendizagem contribuindo para a prática do diálogo, da discussão, da dúvida do raciocínio em torno de questões substâncias, da investigação, da criatividade, do hábito de indagar com o espírito crítico.

Portanto, para uma superação da fragmentação na educação é primordial professores e alunos terem a vivência da educação enquanto projeto e da pesquisa científica enquanto “processo interdisciplinar”.

A superação da fragmentação da prática da escola só se tornará possível se ela se tornar o lugar de um projeto educacional, entendido este como o conjunto articulado de propostas e planos de ação em função de finalidades baseadas em valores previamente explicitados e assumidos, ou seja, de propostas e planos fundados numa intencionalidade. Por intencionalidade está se entendendo a força norteadora da organização e do funcionamento da escola provindo dos objetivos estabelecidos (Severino, 2001, p. 170).

Dessa forma, a superação da fragmentação não está na distribuição das especialidades ou especificidades das disciplinas, mas sim no desenvolvimento de uma interdisciplinaridade entendida como um diálogo entre as disciplinas.

Jantsch e Bianchetti (1995) esclarecem que tanto a disciplinaridade quanto a interdisciplinaridade se impõem historicamente e são “duas filhas do tempo”.

As disciplinas são vistas como critério para avaliar a necessidade interdisciplinar, a história e o objeto científico historicamente constituído.

Esta visão refuta as análises que captam a disciplinaridade como uma patologia e/ou cancerização, como também colocam a filosofia do sujeito em questão, pois consideram que “nem todos os objetos exigem um tratamento interdisciplinar, os objetos que exigem esse tratamento não demandam o ato da vontade de um sujeito (pensante) ou coletivo” (Jantsch e Bianchetti, 1995, p. 23).

A compreensão do processo de produção do conhecimento só poderá ser aprofundado à luz da própria materialidade histórica. A necessidade do tema já não depende de decisão do sujeito individual ou coletivo, mas é uma imposição do momento.

Não podemos considerar a interdisciplinaridade separada do modo de produção em vigor, uma vez que este demanda determinada produção de conhecimento (filosofia e ciência) e de tecnologia. Nem mesmo os modos de produção já superados podem ser desconsiderados. Em outras palavras, precisamos pensar a interdisciplinaridade a partir de uma totalidade histórica (Jantsch e Bianchetti, 1995, p. 195).

Outro ponto que deve ser discutido é que a interdisciplinaridade em parceria, por si só, não dá conta de explicar a realidade do mundo científico. Desse modo, verifica-se a importância de se ter uma concepção na qual o trabalho interdisciplinar esteja presente

na produção e na socialização do conhecimento da área de Ciências, bem como na produção do homem enquanto ser social, sujeito e objeto de conhecimento.

Para Etges (1995), a linguagem comum é o caminho para que os homens comuniquem aos outros as novas ações de organização do universo que eles criaram.

O objeto criado ou projetado exigiu uma adequação na linguagem ao seu conteúdo [...] a exigência desta comunicação para outros impele o cientista a transpor, a deslocar, a traduzir seu sistema para o campo de suas representações e experiências familiares, para assim atingir as representações e experiências familiares dos outros (Etges, 1995, p. 64).

Esta transposição ou deslocamento de um sistema construído para outro são definidos como “ações entre disciplinas e ações interdisciplinares”. Para o autor, a interdisciplinaridade tem seu fundamento na própria base da produção do saber e não somente na busca de “elementos comuns” ou uma unidade global. Desta forma, na sua visão, a interdisciplinaridade consiste precisamente na transposição, no deslocamento de um sistema construído para outro.

Etges (1995) acredita que as ciências não são fragmentos de um saber unitário e absoluto, indicando desta maneira que podem haver elementos comuns entre si, mas que isto não será a base para ações propriamente interdisciplinares. Do ponto de vista do autor, existem formas equivocadas de “interdisciplinaridade”, sendo as mais comuns a generalizadora e a instrumental.

A interdisciplinaridade generalizadora ou universalizante parte do pressuposto de que é possível se chegar a um saber absoluto dando acesso ao conhecimento do mundo em sua totalidade. Inerente a essa concepção está a pressuposição de uma ciência única, todo-poderosa e universal. Desta maneira, só é possível haver

interdisciplinaridade, segundo esta visão, com a superação das especificidades da disciplina ou teoria mediante um método comum.

Para Etges (1995), ao absolutizar a ciência e o método, tenta-se impor uma interdisciplinaridade generalizadora, totalitária, tal como a teologia, quando impunha sua forma de abordar a natureza como única.

A interdisciplinaridade instrumental insere-se em uma concepção da ciência como mero instrumento, denominada razão instrumental. Parte do pressuposto de que todo o esforço intelectual, como toda ação humana, se reduz basicamente a servir de meio para um fim visado pelo homem. Racionalidade de fins e meios, que visam interesses práticos e imediatos. Não é o conhecimento enquanto estrutura que interessa, mas apenas seu funcionamento em vista de fins subjetivos e previamente postos. A ciência existe para resolver problemas.

Tal concepção deixa de lado a concepção generalizadora, mas também abandona o estudo da estrutura e do sentido imanente da ciência e se reduz à relação de meios e fins, importando fundamentalmente a questão do meio, ser ou não adequado ao fim subjetivamente posto.

Para Etges (1995) a interdisciplinaridade generalizadora apela para um metanível, para um além que não existe e historicamente fracassou. Já a interdisciplinaridade instrumental não passa de uma ação técnica de meios adequados para fins preestabelecidos. Ou seja, ambas foram e são inócuas em termos de diálogo entre as ciências e não conseguem propor desenvolvimento sistemático nem do conjunto nem de cada uma em particular.

Na visão do autor, a interdisciplinaridade é, em primeiro lugar, uma ação de transposição do saber posto na exterioridade para as estruturas internas do indivíduo,

constituindo o conhecimento. Nesta perspectiva, a interdisciplinaridade é fundamental para mediar a comunicação entre os cientistas e entre eles e o senso comum. Para isto, faz-se necessária uma linguagem comum entre os cientistas de diferentes campos ou disciplinas para que um entenda o construto do outro.

Ainda segundo Etges (1995, p. 73): “Para se comunicar com outro cientista, o pesquisador precisa deslocar seu conjunto de preposições para fora de sua linguagem específica: ela passa a abrir sua ‘caixa preta’ para outro cientista, tornando-a acessível a este”.

Desta forma, cria-se a compreensão do que cada um está fazendo, bem como a descoberta de estratégias de ação que lhes eram desconhecidas, tanto no interior de sua própria ciência, como em relação às outras e ao mundo exterior do cidadão comum.

Para Etges (1995, p. 73), a interdisciplinaridade representa a mediação para a compreensão da ciência, bem como o estabelecimento de estratégias de cooperação mais criativas e críticas entre os cientistas, ou seja: “é o princípio da compreensão da ciência para o próprio cientista, de seus pressupostos e limites”.

Todos os pressupostos descritos acima podem ser transpostos para o âmbito escolar, pois o ato de ensinar é um processo de transposição do saber posto, é essencialmente um processo de deslocamento do saber para estruturas inerentes à vida e ao conhecimento escolar.

Porém, de acordo com Etges (1995), a interdisciplinaridade na escola não pode consistir na criação de uma mistura de conteúdos ou métodos de diferentes disciplinas. Este procedimento não só destrói o saber posto, mas acaba com qualquer aprendizagem. Só depois de aprendido o construto, o educando deve ser encorajado a transcodificá-lo para sua vida cotidiana.

Portanto, nesta perspectiva, o mundo do vivido, o do analógico, o do imediato são contextos que a atividade interdisciplinar precisa atingir, para dissolvê-los e transformá-los em estruturas de pensamento, de ciência, de conhecimento.

2.4. AS CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE

Mesmo que a abordagem interdisciplinar seja hoje, uma questão muito debatida, percebemos que um dos grandes desafios encontrados no contexto escolar é como trabalhar a interdisciplinaridade se os professores não têm, com clareza, conhecimento do significado do termo e da metodologia inerente ao tema.

Na visão de Nogueira (2001), não há consenso sobre a interdisciplinaridade, em face da dicotomia teoria/prática existente nas definições teóricas conceituais sobre multi, pluri, inter e transdisciplinaridade com variações sutis, mas com relevantes distorções na prática.

Para equalizar estes diferentes conceitos, o autor apresenta as definições teóricas relacionadas com algumas práticas no ensino.

O termo multidisciplinaridade no ensino pode ser utilizado quando há integração de diferentes conteúdos de uma mesma disciplina escolar. Neste caso podemos citar o professor de ciências que trata de temas *água, ar e solo* de forma a integrá-los no contexto, por exemplo, do meio ambiente, não tratando cada um dos três conteúdos de forma estanque e compartimentalizada.

Outra possibilidade para o emprego do termo seria a justaposição de diferentes conteúdos de disciplinas distintas, porém sem nenhuma preocupação de integração. Desta forma cada disciplina teria objetivos próprios,

Neste caso, não existe nenhuma relação entre as disciplinas, assim como todas estariam no mesmo nível sem a prática de um trabalho cooperativo.

Na prática pluridisciplinar, já existem sinais de uma pequena cooperação entre as diferentes disciplinas, que ainda mantêm objetos distintos. Nela não existe uma coordenação, as possíveis e raras cooperações ocorrem de forma intuitiva. Exemplo típico é quando todas as disciplinas estão trabalhando com um mesmo tema – Copa do Mundo – sem integrá-lo, ou seja, o professor de Matemática reserva alguns minutos de sua aula para medir algumas bandeiras dos países participantes da Copa, solicitando de seus alunos a relação entre as medidas; o professor de Geografia solicita uma pesquisa sobre algumas capitais dos países participantes; o professor de Português solicita uma redação sobre a Copa; o professor de Ciências, como estava trabalhando com poluição, solicita aos alunos que realizem uma pesquisa sobre qual país participante é mais poluído etc.

Como não existe uma coordenação dos trabalhos, as bandeiras trabalhadas em Matemática não correspondem aos países tratados em Geografia, a redação falará sobre o cachê dos jogadores e a poluição de Ciências não será sobre nenhum dos países mencionados nas disciplinas anteriores, ou seja, não existirá nenhuma integração dos temas abordados, como também não existirá nenhuma correlação das diferentes disciplinas com a Copa do Mundo. Nenhuma das disciplinas “emprestou” para outra seus “diferentes saberes”.

Portanto, mesmo trabalhando com um tema único, ele não foi unificador. Não foi possível demonstrar aos alunos as relações existentes entre as diferentes áreas do conhecimento e elas continuaram a ser tratadas de forma compartimentada. Eventualmente, neste tipo de trabalho pode ocorrer alguma “troca” até pela própria força exercida pelo tema único, mas esta não chegará a um nível de real integração e fusão de diferentes conhecimentos.

Outra possibilidade na pluridisciplinaridade acontece quando um mesmo assunto é abordado por diferentes disciplinas, por exemplo, um determinado tipo de arte sendo abordado pela óptica da História da Matemática, da Ciência, etc. As disciplinas continuam no mesmo nível, com pequenas e raras contribuições, mas sem coordenação.

No caso da interdisciplinaridade, a tônica é o trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento em um real trabalho de cooperação e troca, aberta ao diálogo e ao planejamento. As diferentes disciplinas não aparecem de forma fragmentada e compartimentada, pois a problemática em questão conduzirá à unificação.

Neste caso, é necessária uma coordenação que integre objetivos, atividades, procedimentos, planejamentos e que propicie o intercâmbio, a troca, o diálogo, etc. Na interdisciplinaridade existe uma coordenação, as demais disciplinas interagem entre si em diferentes conexões.

Já na prática transdisciplinar as relações não são apenas de integração das diferentes disciplinas, mas um sistema sem fronteiras, em que a integração chegou a um nível tão alto que é impossível distinguir onde começa e onde termina uma disciplina. A finalidade a ser atingida é comum a todas disciplinas e interdisciplinas.

Assim, percebemos ser essencial que os professores antes de tentarem construir trabalhos interdisciplinares, sejam capazes *dediferenciá-los* das práticas multi, pluri e transdisciplinares. Enxergando assim, sua magnitude e sua relação com o cotidiano escolar.

Segundo Severino (2001, p. 41), “se o sentido do interdisciplinar precisa ser redimensionado quando se trata do saber teórico, ele precisa ser construído quando se trata do fazer prático”.

Em tese, a interdisciplinaridade é a necessidade de integrar, articular, trabalhar em conjunto. Portanto, um ensino pautado na prática interdisciplinar pretende formar alunos com uma visão global de mundo, aptos para “articular, religar, contextualizar, situar-se num contexto e, se possível, globalizar, reunir os conhecimentos adquiridos” (Morin²⁵, citado por Augusto *et al.*, 2004, p.279).

Para Augusto *et al.* (2004), a visão de mundo pautada na relação entre o todo e as partes, dá o respaldo necessário ao conceito de interdisciplinaridade que concebemos. Este conceito está apoiado na complexidade, no objetivo de alcançar uma visão global do mundo, na abordagem de um tema ou tópico que esteja acima das barreiras disciplinares, isto é, na tentativa de abordar o tema como um todo (em sua relação com as partes) e com as disciplinas que o compõem.

Dessa forma, a abordagem interdisciplinar atende a esta demanda, sem anular a importância da disciplinaridade do conhecimento.

De toda forma, convém não esquecer que, para que haja interdisciplinaridade, é preciso que haja disciplinas. As propostas interdisciplinares surgem e desenvolvem-se apoiando-se nas disciplinas; a própria riqueza da interdisciplinaridade depende do grau de desenvolvimento atingido pelas disciplinas e estas, por sua vez, serão

afetadas positivamente pelos seus contatos e colaborações interdisciplinares (Santomé²⁶, citado por Augusto *et al.*, 2004, p.279).

Portanto, a prática interdisciplinar não é oposta à prática disciplinar, mas sim complementar a essa, na medida em que “não pode existir sem ela e, mais ainda, alimenta-se dela” (Lenoir²⁷, citado por Augusto *et al.*, 2004, p.61).

Na visão de Follari (1995) não há possibilidade de formar interdisciplinarmente os alunos, sem estudar previamente a própria disciplina. Ou seja, não se pode mesclar o que não se conhece.

Porém, para Machado²⁸, citado por Augusto *et al.* (2004), algumas tentativas de estabelecer a interdisciplinaridade são equivocadas e acabam minando sua implementação. São exemplos de projetos que os professores equivocadamente denominam interdisciplinares: a escolha de um tema pelo qual “perpassaram” as diferentes disciplinas, a tentativa de trabalho em grupo por docentes apegados aos seus pontos de vista e a seus objetos de estudo e a tentativa da implantação da interdisciplinaridade que gera uma nova disciplina que emerge do encontro de outras.

O interdisciplinar de que tanto se fala não está em confrontar disciplinas já constituídas das quais, na realidade nenhum consente em abandonar-se. Para se fazer interdisciplinaridade, não basta tomar um ‘assunto’ e convocar em torno duas ou três ciências. A interdisciplinaridade consiste em um objeto novo que não pertença a ninguém (Machado, citado por Augusto *et al.*, 2004, p.280).

²⁶ SANTOMÉ, J. T. *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre. Artmed, 1998.

²⁷ LENOIR, Y. *Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável*. In: FAZENDA, I. C. A. (orgs). *Didática e interdisciplinaridade*. 6ª ed. Campinas: Papirus, 2001.

²⁸ MACHADO, N. J. *Educação: projetos e valores*. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2000, p.117.

A idéia de interdisciplinaridade compreende troca e cooperação, uma verdadeira integração entre as disciplinas de modo que as fronteiras entre ela tornem-se invisíveis para que a complexidade do objeto de estudo se destaque. Para Augusto *et al.* (2004), nesta visão interdisciplinar, o tema a ser estudado está acima dos domínios disciplinares.

Na visão de Morin²⁵ (citado por Augusto *et al.*, 2004), além da necessidade de um pensamento sistêmico, outro ponto importante trata da contextualização, da inserção das partes no todo, já que informações dispersas não se inserem na visão geral de mundo e não têm ligações com as redes cognitivas pré-existentes em cada pessoa. Por isso deixam de ser significantes e gerar significados, pois a necessidade de conectar conhecimentos, relacionar, de contextualizar é intrínseca ao aprendizado humano.

Hoje, a idéia de conectar os conhecimentos, formando uma rede é de suma importância para o processo ensino-aprendizagem em sala de aula. Para Machado (2000), os currículos das diferentes disciplinas devem também se entrelaçar, formando uma rede facilitadora da aprendizagem.

Os currículos escolares seguem uma linearidade. Dogmaticamente se aceita que é impossível aprender determinado conteúdo, sem antes conhecer o seu 'antecessor', mas isso parece não ser verdadeiro na maioria dos casos, portanto, essa rigidez no encadeamento dos tópicos desenvolvidos parece desnecessária. A idéia de rede de significações daria uma maior mobilidade aos currículos e seria a chave para a construção de um trabalho verdadeiramente interdisciplinar (Machado²⁹, citado por Augusto *et al.*, 2004, p. 281).

Porém, nota-se que os professores do Ensino Fundamental e Médio muitas vezes encontram dificuldades no desenvolvimento de projetos de caráter interdisciplinar devido ao fato de terem sido formados dentro de uma visão positivista e fragmentada do

conhecimento. De acordo com Kleiman e Moraes²⁹, citados por Augusto *et al.* (2004, p.281), o professor “se sente inseguro de dar conta da nova tarefa. Ele não consegue pensar interdisciplinarmente porque toda a sua aprendizagem realizou-se dentro de um currículo compartimentalizado”.

Enfatizando os problemas citados acima, Fazenda (2000, p. 81) afirma que “embora a implementação da prática interdisciplinar esteja em voga na educação brasileira, a insegurança e a dificuldade de realizar projetos dessa natureza ainda imperam entre os educadores”.

Tais dificuldades encontradas pelos professores podem ser confirmadas na consulta a estudos feitos por Augusto e outros (2004), que desenvolveram o projeto Pró-Ciências (Programa de apoio ao Aperfeiçoamento de Professores de Ensino Médio em Matemática e Ciências), na Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista (UNESP), no Campus de Bauru.

Dentre os objetivos do projeto, estava o de verificar as concepções prévias dos professores sobre o conceito de interdisciplinaridade. Tal verificação foi feita através indagação: O que significa para você trabalhar o conceito de interdisciplinaridade? Você acha que é possível trabalhar um tema como o efeito estufa de forma interdisciplinar? Como?

A análise das respostas dos professores à questão proposta, levou a concluir que a maioria dos professores compreendia alguns aspectos da interdisciplinaridade, mas não tinha construído um conceito sólido sobre o tema. Afirmações como a necessidade de um projeto para a realização de atividades interdisciplinares, do envolvimento de várias disciplinas e de se ter um tema amplo a ser estudado são aspectos positivos

²⁹ KLEIMAN, A. B.; MORAES; S. E. *Leitura e interdisciplinaridade: tecendo redes nos projetos da escola*. Campinas: Mercado de Letras, 1999.

encontrados nas concepções emergentes desses professores. Contudo, há ainda muitas lacunas (entre elas, destaca-se a falta de compreensão do significado do conceito interdisciplinar), que devem ser supridas para a realização de projetos que possam alcançar maiores níveis de integração entre as disciplinas.

Os professores entrevistados afirmaram que é possível construir um trabalho interdisciplinar, porém as metodologias citadas para a implementação dessas práticas revelam que eles ainda confundem interdisciplinaridade com outras ações de trabalho em grupo e continuam muito apegados à disciplina que lecionam, a qual consideram aglutinadora ou centralizadora na implantação de temas interdisciplinares.

Assim, percebemos que mesmo que alguns dos professores entrevistados tenham concepções “em construção” sobre a interdisciplinaridade, eles ainda não sabem como colocá-las em prática, pois não conseguiram descrever metodologias claras para o desenvolvimento de um trabalho de caráter verdadeiramente interdisciplinar. Contudo, como afirma Luck (1994, p. 79), mais significativo que verificar se uma tentativa de trabalho é ou não interdisciplinar, “é importante, outrossim, identificar os esforços, valorizá-los e identificar as transformações alcançadas e orientar o alcance de novos níveis de visão interdisciplinar”.

A interdisciplinaridade pressupõe um desejo de mudança na vida escolar. Sabendo que os pressupostos de que o caráter interdisciplinar em uma disciplina é revelado pela “transferência de conhecimentos entre áreas, e integração entre disciplinas, entre professores e entre estes e os alunos”, devemos debruçar-nos nesta reflexão e tentar aplicar esses pressupostos interdisciplinares em projetos escolares.

Não há fórmulas ou métodos para a construção do conhecimento interdisciplinar, mas sim diretrizes que apontam para a formação, por exemplo, de

grupos de trabalho. Nesses grupos haveria espaço para uma linguagem em comum entre os educadores, a abertura frente a outros grupos de trabalho, criatividade e diversidade no processo ensino-aprendizagem e a organização do âmbito escolar visando um melhor relacionamento com a sociedade.

Precisamos instituir no âmbito escolar uma cultura pesquisante. Vários autores reforçam a concepção da escola a partir do princípio da interdisciplinaridade. Eis alguns exemplos:

Creio que o primeiro dever do educador consiste em guardar um interesse fundamental pela pesquisa e em despertar no educando o espírito de busca, a sede da descoberta, da imaginação criadora e da insatisfação fecunda, no domínio do saber. Porque ele é um 'agente provocador' e desequilibrador de estruturas mentais rígidas. O essencial é que o educando permaneça sempre em estado de apetite (Japiassu³⁰, citado por Jantsch e Bianchetti, 1995, p. 200).

Quem imagina entender de 'didática', precisa convencer os professores que sua essência não está em dar aulas, mas em fazer os alunos trabalharem com elaboração própria e sobretudo convencer que o professor depende intrinsecamente da pesquisa. Pesquisa como princípio educativo é parte integrante de todo processo formativo e emancipatório, e começa obviamente no pré-escolar. O repasse imitativo de conhecimento de segunda mão é um dos tópicos mais desatualizados no ambiente pedagógico (Demo³¹, citado por Jantsch e Bianchetti, 1995, p. 203)

Contudo, nunca se deve ignorar as dificuldades, resistências e oposições ao processo de construção disciplinar, que muitas vezes colidem com práticas pedagógicas arraigadas na educação.

Além disso, é necessário também refletir sobre os prejuízos da procura incessante de ações interdisciplinares, pois não estaria a apropriação desse conceito a serviço da globalização? A formação superficial e apressada poderia levar a uma

³⁰ JAPIASSU, H. *A atitude interdisciplinar no sistema de ensino*. Ver Tempo Brasileiro. Rio de Janeiro, n.108. p.83-94. na-mar, 1992.

³¹ DEMO, P. *Educação e desenvolvimento. Algumas hipóteses de trabalho frente à questão tecnológica*. Ver. Tempo Brasileiro. Rio de Janeiro, n.105, p. 149-170, abr-jun, 1991.

formação que precariza e descaracteriza a atuação profissional do professor, já que este profissional pode-se tornar um executor multitarefas.

A presença de funções variadas poderia dificultar o reconhecimento do professor sobre seu campo de ação, ou seja, este poderia se sentir confuso e despreparado para determinar o que ensinar e como ensinar.

Os cursos de graduação atuais contemplam muito poucas atividades que possam ser visualizadas como de caráter interdisciplinar, ou de uma formação para a pesquisa em ensino. Assim, essa almejada formação fica como responsabilidade única do professor, na chamada formação continuada, em cursos de reciclagem, atualização etc.

Sendo assim, o professor terá que arcar com todas as responsabilidades de sua qualificação, inclusive com as despesas e com a disponibilidade de horário, o que ocasiona a sobrecarga de funções e de responsabilidades que, muitas vezes, desestimula o professor a investir na carreira, evidências da precarização que leva à desprofissionalização e às dificuldades crescentes na evolução de sua carreira e na manutenção da identidade profissional.

Porém, apesar de quaisquer contratemplos encontrados durante o processo da prática disciplinar ou interdisciplinar, devemos refletir sobre as palavras de Freire (1997, p. 25) sobre o ato de ensinar: “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou sua construção”.

CAPÍTULO 3

O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O ensino de Ciências é ministrado, freqüentemente, mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e, não só, mas também por isso, vazios de significados. No entanto, o ensino de Ciências deve contribuir para a formação de uma cultura científica, possibilitando ao aluno a interpretação de fenômenos, bem como a compreensão da evolução tecnológica da sociedade. E no que tange ao ensino, as atividades experimentais, as chamadas aulas práticas, são freqüentemente apontadas como importante recurso didático. A partir deste fato, se faz necessário uma reflexão sobre sua função e importância no processo de ensino-aprendizagem, bem como uma análise sobre postura dos professores de ciências na utilização deste recurso.

3.1. A TRAJETÓRIA HISTÓRICA DA EXPERIMENTAÇÃO

Na antiguidade, Aristóteles defendia a experimentação ao mencionar as seguintes palavras: “Quem possua a noção sem a experimentação e conheça o universal

ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento” (Aristóteles³², citado por Giordan, 1999, p. 43).

Ou seja, ter a noção sem a experimentação resgata, em certa medida, a temática de se discutir as causas sem tomar contato com os fenômenos empíricos, o que significa ignorar o particular e correr o risco de formular explicações equivocadas.

Para Giordan (1999), este pensamento aristotélico marcou presença por toda a Idade Média entre aqueles que se propunham a exercitar o entendimento sobre os fenômenos da natureza. Esse exercício desenvolvia-se principalmente num plano além da concretude do mundo físico, estabelecido como estava na lógica, um poderoso instrumento de pensamento já conhecido dos gregos. O acesso ao plano dos fenômenos ocorria através dos sentidos elementares do ser humano, que orientavam seu pensamento por meio de uma relação natural com o fenômeno particular. Na ausência de instrumentos inanimados de mediação, a observação (numa dimensão empírica) era o principal mediador entre o sujeito e o fenômeno. Aliada à lógica (numa dimensão teórica), a observação natural sustentou na sua base empírica a metafísica no exercício de compreensão da natureza.

Atualmente, guardadas as particularidades do contexto a que se aplica a fala de Aristóteles, notamos que muitas propostas de ensino de ciência ainda desafiam a contribuição dos empiristas para a elaboração do conhecimento, ignorando a experimentação ainda como uma espécie de observação natural, como um dos eixos estruturadores das práticas escolares.

Na visão de Giordan (1999), a elaboração do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, não tanto pelos temas de seu objeto de

³² ARISTÓTELES. *Metafísica*. São Paulo: Editora Abril, 1976. Livro A, cap. I. (Coleção Os Pensadores). Orig. do século IV a. C.

estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação.

Ainda de acordo com Giordan (1999, p. 44): “Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas”.

A partir do século XVII, a experimentação ocupou lugar de destaque na consolidação das ciências naturais, na medida que as leis formuladas deveriam passar pelo crivo das situações empíricas propostas, dentro de uma lógica seqüencial de formulação de hipóteses e verificação de consistência.

Esta concepção de ciência é derivada das idéias de método científico formuladas por Francis Bacon, segundo o qual a meta da ciência é o melhoramento da vida do homem na terra. Essa meta seria alcançada através da coleta de fatos com observação organizada e derivando teorias a partir daí.

Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma que consiste em saltar das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, em se descobrirem os axiomas intermediários a partir desses princípios e da sua inamovível verdade. E outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade, esse é o verdadeiro caminho, porém ainda, não instaurados (Bacon³³, citado por Giordan, 1999, p. 44).

Após Bacon, ocorreu uma ruptura com as práticas de investigação vigentes, que consideravam uma estreita relação da natureza e do homem como divino e que estavam fortemente impregnadas pelo senso comum.

³³ BACON, F. *Novum organum. Aforismo XIX*. São Paulo: Editora Abril, 1988. (Coleção Os Pensadores). Orig de 1620.

De acordo com Giordan (1999), a experimentação ocupou um lugar privilegiado na proposição de uma metodologia científica que se pautava pela racionalização de procedimentos, tendo assimilado formas de pensamento características como a indução e a dedução.

A indução é o processo de formular enunciados gerais à custa de observações e coleta de dados sobre o particular, contextualizado no experimento. Isto se dá a partir do estabelecimento de um problema, no qual o cientista ocupa-se em efetuar alguns experimentos que o levem a fazer observações cuidadosas, coletar dados, registrá-los e divulgá-los entre outros membros de sua comunidade, numa tentativa de refinar as explicações para os fenômenos subjacentes aos problemas em estudo. O acúmulo de observações e dados, ambos derivados do estágio de experimentação, permite a formulação de enunciados mais genéricos que podem adquirir a força de leis ou teorias, dependendo do grau de abrangência do problema em estudo e do número de experimentos concordantes.

Diverso do proposto por Bacon, mas preocupado em formular uma metodologia científica precisa, René Descartes impôs à experimentação um novo papel, no qual considerava que o processo dedutivo, que consiste em reconhecer a influência causal de pelo menos um enunciado geral sobre um evento particular, ganharia mais força na medida em que o percurso entre o enunciado geral e o evento particular fosse preenchido por eventos experimentais.

Percebi [...] no que concerne às experiências, que estas são tanto mais necessárias quanto mais adiantado se está em conhecimentos [...]. Primeiramente, tentei descobrir, em geral, os princípios ou causas primitivas de tudo o que é ou que pode ser no mundo [...]. Depois examinei quais eram os primeiros e mais comuns efeitos que podiam ser deduzidos de tais causas

[...]. Após isso, quis descer às mais particulares (Descartes³⁴, citado por Giordan, 1999, p. 44).

A partir da leitura do trecho descrito acima, percebe-se que há uma inversão na proposta de Descartes (1987) para fazer ciência, em relação à de Bacon, pois não é mais o acúmulo de evidências particulares que fortalece o enunciado geral, a lei, a teoria.

Para Giordan (1999), o papel da experimentação nas propostas de Descartes é o de confirmar a hipótese, uma espécie de carimbo atestando a força do enunciado geral. Verifica-se assim, a característica de controle que a experimentação passa a exercer, com a transformação do pensamento científico. Conforme o autor, esse controle, exercido sobre as variáveis inerentes ao fenômeno em estudo, subsidia a prática empírica de adotar a precisão da medida da variável como critério mais adequado de julgamento do fenômeno, que durante o advento da fase racionalista da ciência passa a ocupar o lugar da prática aristotélica de privilegiar os sentidos na abordagem do fenômeno. O empírico avança para a compreensão do fenômeno à medida que abstrai os sentidos e se apóia em medidas instrumentais mais precisas, passíveis de reprodução extemporânea. O ataque à filosofia aristotélica no século XVII foi completado por Galileu, que atribui à experimentação um papel central no fazer ciência, o de legitimadora.

Segundo Giordan (1999), esses três pensadores são considerados fundadores da ciência moderna, fundamentalmente por terem combatido o pensamento aristotélico, no qual a experiência tinha base na observação natural, mas também por terem contribuído para a estruturação do método científico, pelo qual a experiência é planificada como base de um estratagema racional.

³⁴ DESCARTES, R. *Discurso do método*. São Paulo: Editora Abril, 1987. v.1. (Coleção Os Pensadores). Org. de 1963.

Suas idéias fundamentais foram retomadas por Comte³⁵ (citado por Giordan, 1999, p. 45) em seu *Curso de filosofia positiva*: “indicarei a data do grande movimento impresso ao espírito humano [...], pela ação combinada dos preceitos de Bacon, das concepções da Descartes e das descobertas de Galileu, como o movimento em que o espírito da filosofia positiva começou a pronunciar-se no mundo”.

Segundo Carr e Kemmis³⁶ (citado por Silva e Zanon, 2000, p. 125), a obra de Comte exemplifica com clareza a atitude positivista, pois ao eleger a palavra “positivo”, Comte tentava sublinhar sua oposição a qualquer pretensão metafísica ou teológica. Nenhum tipo de experiência aprendida por via não sensorial poderia servir de base a um conhecimento válido. Foi este desejo de liberar o pensamento das certezas dogmáticas, associado a uma fé otimista no poder do conhecimento “positivo” para resolver os grandes problemas práticos, que conferiu ao positivismo seu atrativo inicial.

De acordo com a perspectiva positivista, somente é considerado inquestionável ou verdadeiro aquele conhecimento que advém de fenômenos observáveis empiricamente. Com base em tal concepção de aquisição de conhecimento, o método científico, visto e utilizado como único válido nas ciências naturais, passou a ser incorporado como método eficaz, também, para se ensinar ciências.

É ampla a prevalência nos contextos escolares da visão dogmática de ciência, centrada no verdadeiro, no definitivo, no certo, na única resposta e correta para qualquer tipo de questão ou problema que se apresente, segundo a qual o científico é algo taxativo, inquestionável e exato, a ser transmitido de forma pronta e cumulativa através da escola (Silva e Zanon, 2000, p. 128).

³⁵ COMTE, A. *Curso da filosofia positiva*. São Paulo: Editora Abril, 1983. (Coleção Os Pensadores). Orig. de 1842.

³⁶ CARR, W.; KEMMIS, S. *Teoria Crítica de la enseñanza: la investigacion-acción em la formación del profesorado*. Barcelona – Espanha: Martinez Roca, 1998.

Na década de 60, a importância da atividade experimental na escola foi difundida por países como EUA e Inglaterra a partir de programas de educação científica, tais como: Biological Sciences Curriculum Study (BSCS); Chemical Education Material Study (CHEM Study); Physical Science Study Committee (PSSC) e os cursos Nuffield.

Para Silva e Zanon (2000) esses programas foram influenciados por concepções positivistas, que promoveram um estilo de ensino que supunha que o trabalho prático realizado por alunos os conduziria aos fundamentos conceituais, ocupando o professor um papel de apoio e guia para os alunos. Desde então, os professores têm considerado o trabalho prático como uma estratégia educativa útil para conseguir praticamente todos os objetivos educativos planejados. Ou seja, “com o passar dos anos, se tem estabelecido ‘uma fé profundamente inamovível em uma tradição sobre o que deve ser o ensino de ciências’ (Hodson³⁷, citado por Silva e Zanon, 2000, p. 127).

Nesse sentido, Hodson afirma que:

“Mesmo sendo periodicamente desacreditada, a importância que o trabalho prático tem dentro da educação em ciências tem permanecido incontestada desde que a Educacion Departamento declarou, no Código de 1882, que: o ensino dos alunos em materiais científicos se levará a cabo principalmente com experimento (Hodson, citado por Silva e Zanon, 2000, p. 127).”.

Essa concepção simplista da ciência, segundo Silva e Zanon (2000), tem influenciado e continua influenciando fortemente o ensino na área científica, concebido simplesmente como um processo da ciência. Por isso, as reformas curriculares propostas para o ensino de ciências em diversos países, e disseminadas para o mundo todo na

³⁷ HODSON, D. *Hacia um Enfoque mas Crítico Del Trabajo de Laboratorio*. Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n. 3, 1994. p. 299 – 313..

década de 1980, colocam maior ênfase nos procedimentos da ciência em detrimento do modelo de aprendizagem propiciada pelo ensino na área científica.

Mesmo que o ensino seja descontextualizado dos processos científicos, e que o trabalho prático (observar, classificar ou realizar hipótese) seja desenvolvido como se fosse abstrato, nos dizeres dos mesmos autores, tratam-se de processos não generalizáveis e não transferíveis, fortemente dependentes da teoria correspondente e estreitamente ligados a ela.

Segundo Silva e Zanon (2000), é necessário que seja severamente questionada e discutida essa ampla prevalência da perspectiva empirista-indutiva no ensino de ciência, segundo a qual a ciência é impulsionada por um único método visto como supremo, capaz de gerar e consolidar conhecimentos válidos. Conforme os autores, suposições como estas não têm como serem sustentadas se for considerada a complexidade da atividade científica, com suas inúmeras possibilidades de pontos de partida e de referência, a cada contexto de produção do conhecimento, considerando-se, também, as características individuais e dinâmicas dos próprios cientistas.

Por isso, os objetivos propostos para a aprendizagem a partir da experimentação tendem a fracassar quando o professor não considera que o conhecimento teórico disponível possa ser insuficiente, quando trabalhos práticos são introduzidos de forma tecnicista no ensino de ciências, quando se veicula uma imagem distorcida, estereotipada e idealizada de cientista, de método científico e de ciência.

Para Chalmers³⁸ (citado por Silva e Zanon, 2000, p. 130), a observação e o experimento orientam-se pela teoria e se engajam na produção de conhecimento.

³⁸ CHALMER, A. F. *O que é Ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993.

Admite-se livremente que novas teorias são concebidas de diversas maneiras e, freqüentemente, por diferentes caminhos. As teorias podem ser, e geralmente o são, concebidas antes de serem feitas as observações necessárias para testá-las. É essencial compreender a ciência com um corpo de conhecimento historicamente em expansão e que uma teoria só pode ser adequadamente avaliada se for prestada a devida atenção ao seu contexto histórico. A avaliação da teoria está intimamente ligada às circunstâncias entre a observação e a teoria porque a observação ou, antes, as afirmações resultantes da observação são permeadas pela teoria (Chalmers, citado por Silva e Zanon, 2000, p. 130).

Segundo o autor, o indutivismo ingênuo está equivocado em suas proposições, por não considerar que:

1. A ciência não começa com proposições de observação, porque algum tipo de teoria as precede. Para ilustrar claramente que as proposições de observação dependem da teoria, Wellington³⁹ (citado por Silva e Zanon, 2000, p. 131) afirma que:

[...] os experimentos são sempre dependentes de alguma teoria. Não são realizados no 'vácuo teórico', isto é, as predições, observações e inferências são sempre originadas a partir de uma teoria. Portanto, em todas as observações são as teorias que possibilitam uma interpretação e não o contrário.

2. A observação não constitui uma base firme na qual o conhecimento científico possa ser fundamentado, pois essas são sujeitas a falhas. No intuito de reforçar tal argumento, Chalmers (citado por Silva e Zanon, 2000, p. 131) afirma que: “As proposições de observação são tão sujeitas a falhas quanto as teorias que elas pressupõem e, portanto, não constituem uma base completamente segura para a construção de leis e teorias científicas”.

Nesse sentido, podemos dizer que a base segura sobre a qual as leis e teorias da ciência se edificam é constituída de proposições de observação pública e não de experiências pretensamente subjetivas, privadas e objetivas de observadores individuais.

³⁹ WELLINGTON, J. *Practical work in school science: Which way now?* Ed. Routledge: London, 1998, cap. 1.

Assim, na visão de Silva e Zanon (2000), a ciência se alimenta da dúvida e da indagação, e o conhecimento só avança com base em questionamentos. Por isso, ao invés de tornar definitivo e/ou cristalizar o conhecimento, é importante valorizar o sentido da provisoriedade como um sentido onipresente nos processos do conhecimento. O que indica que vale mais a argumentação do que a pretensa resposta única, verdadeira e correta por si só.

Não existem experiências únicas e imutáveis, mas sim, experiências singulares que variam com nossas expectativas, conhecimentos e circunstâncias. As observações e as proposições de observação são feitas através de algum pensamento, através da linguagem e pela linguagem, embora de forma vaga ou não explícita.

Há muitos condicionantes que interferem na nossa observação e visão. Não vemos tudo o que se apresenta aos nossos olhos. Seleccionamos e situamos imagens. Além disso, quando focalizamos e enxergamos algo, isso não se dá de forma impessoal, objetiva, neutra, uma vez que há interesses e expectativas que participam e condicionam a nossa visão [...]. Não é possível haver isenção de condicionantes que fazem parte de cada contexto específico no qual estamos vendo o real, agindo sobre o real, construindo e criando o real (Silva e Zanon, 2000, p. 132).

Assim, é essencial que o ensino de Ciências considere que através das observações há o desenvolvimento de uma construção discursiva dos fenômenos, no qual o observador nunca estará livre das suas pré-concepções, que norteiam suas percepções.

Para melhor exemplificar, utilizamos os dizeres de Machado⁴⁰ (citada por Silva e Zanon, 2000, p. 133) que afirma:

[...] os alunos, frente a um fenômeno químico, não vão observá-lo, e muito menos compreendê-lo, no sentido do que seja uma transformação química,

⁴⁰ MACHADO, A. H. *Aula de Química: discurso e conhecimento*. Ijuí: Ed UNIJUÍ, 1999, p. 165.

apenas porque tiveram um acesso ‘visual’ ao fenômeno. Os alunos vêem o que são capazes de ver e fazem relações através de condicionantes e interesses pessoais subjacentes. Não basta simplesmente que façam o experimento ou acompanhem uma demonstração feita pelo professor, uma vez que a compreensão sobre o que é o fenômeno químico se dá na mediação pela/com a linguagem e não através de uma pretensa observação empírica [...]. É importante comentar situações e idéias relativas a esses modos como ‘reconhecemos’ algo e sinalizar para a relevância dos ‘pontos de referência’ nas nossas vidas, sem os quais não reconheceríamos nada do que conhecemos”.

Isso indica que, para discutir a participação da experimentação no ensino de ciências, se faz necessário debater idéias como essas, de que não vemos somente através do nosso “ver fisiológico”, mas, também, através do “ver que reconhece o que vê”. A visão da observação pretensamente biológica, objetiva e impessoal não dá conta do inteiro na relação com as razões fundamentais das coisas, ou seja, com os conceitos e linguagens através dos quais nos constituímos como seres sociais. Segundo Silva e Zanon (2000, p.133): “quando vemos algo, vemos com toda a história que vivemos, vemos pelo que fomos, vemos pelo que somos, vemos pelo que pensamos, por isso nossa história de vida está presente na nossa visão”.

3.2. A INTER-RELAÇÃO ENTRE OS SABERES TEÓRICOS E PRÁTICOS NO ENSINO EXPERIMENTAL

A potencialidade da experimentação no ensino está em ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciências. No entanto, para Silva e Zanon (2000), o ensino experimental não tem cumprido com esse importante

papel no ensino de ciências. Segundo as autoras, os obstáculos encontrados estão associados à carência de embasamento teórico dos professores, aliada à desatenção ao papel específico da experimentação nos processos da aprendizagem. Tais obstáculos impedem a concretização do objetivo central da experimentação, que é o de contribuir para a construção do conhecimento no nível teórico conceitual e para a promoção das potencialidades humanas/sociais, tornando, assim, as atividades práticas experimentais superficiais, mecânicas e repetitivas.

Na visão de Hodson, citado por Silva e Zanon (2000), as funções do professor e do ensino experimental estão relacionadas com a adoção de uma postura diferente sobre como conceber, ensinar e aprender ciências, no propósito de ajudar os alunos a explorar, desenvolver e modificar idéias, ao invés de desprezá-las ou renunciar a elas.

Do mesmo modo que a investigação científica leva ao desenvolvimento ou à substituição de teorias partindo da matriz teórica existente, também as atividades concebidas para produzir o desenvolvimento conceitual dos aprendizes deveriam inspirar-se em sua compreensão [...]. Os alunos deveriam ser estimulados a explorar suas opiniões pondo à prova sua capacidade para a explicação. Se demonstra que suas idéias não são adequadas, se lhes pode animar a que as modifiquem ou que produzam outras novas (Hodson³⁷, citado por Silva e Zanon, 2000, p. 135).

Portanto, é essencial aos processos interativos e dinâmicos que caracterizam a aula experimental de ciências, a ajuda pedagógica do professor que, em relação não simétrica, faz intervenções e proposições sem as quais os alunos não elaborariam as novas explicações aos fatos explorados em sala de aula. Tal exploração, segundo Silva e Zanon (2000), não se baseia na observação empiricamente construída, mas sim na problematização, tematização e conceitualização com base em determinados aspectos práticos/fenomenológicos evidenciados. Nessa perspectiva, as autoras afirmam que “de nada adiantaria realizar atividades práticas em aula, se esta aula não propiciar o

momento da discussão teórico-prática que transcende o conhecimento de nível fenomenológico e os saberes cotidianos do aluno”.

Galiazzi e Gonçalves (2004) enfatizam também a importância da problematização, do questionamento e do diálogo como fatores que favorecem a aprendizagem, nos seguintes dizeres:

[...] quando o professor organiza a sala de aula de modo a favorecer a explicitação do conhecimento do grupo por meio do questionamento está contribuindo para que os alunos rompam com a visão dogmática da ciência. A partir do momento que o professor deixa de demonstrar conhecimentos ‘verdadeiro’, e passa a questionar e a problematizar o conhecimento que é explicitado, favorece a aprendizagem” (Galiazzi e Gonçalves, 2004, p.322).

Outro aspecto relevante para a aprendizagem evidenciado pelos autores é que o aluno aprende a partir daquilo que já sabe.

A explicitação do conhecimento do aluno é importante para que o professor perceba a forma de pensar do aluno e a ação do professor pode ser conduzida por meio de questionamento no diálogo e outros instrumentos que sistematizem o pensamento do aluno [...]. Nesta perspectiva, o conhecimento expresso pelo aluno na discussão de uma atividade experimental pode sempre proporcionar o início de um novo ciclo de aprendizagem (Galiazzi e Gonçalves, 2004, p.322).

Contudo, não são raras as aulas em que há ausência de fenômenos, possibilitando, deste modo, que os alunos tomem por “reais” fórmulas químicas, equações químicas ou modelos expressos nos livros didáticos e/ou nas salas de aula.

Na visão de Mortimer, Machado e Romanelli (1999), para que isto não ocorra, é necessário que cada aula de ciência abranja articulações dinâmicas, permanentes e inclusivas entre três dimensões ou níveis do conhecimento nunca dissociados entre si: o fenomenológico ou empírico, o teórico ou ‘de modelo’ e o representacional ou da linguagem.

Conforme sugerem os autores, é necessário que esses três componentes (fenômeno, linguagem e teoria) compareçam igualmente nas interações de sala de aula, uma vez que a produção de conhecimentos em Ciências resulta sempre de uma relação dinâmica/dialética entre experimento e teoria, entre pensamento e realidade, relação que só é possível através da ação mediadora da linguagem e saberes ‘cotidianos diversificados’ e ‘científicos diversificados’ que são capazes de construir o conhecimento escolar. Segundo os autores, os experimentos podem cumprir o papel de mostrar essa forma de pensar em Ciências, na qual teoria e realidade estão em constante interlocução.

De acordo com os autores, é importante discutir o processo de intermediação cultural através dos quais é constituído o conhecimento escolar em ciências, configurando-se como essencialmente dinâmico, processual e conflituoso. Não se trata de integrar saberes não integráveis, nem de converter uma forma de conhecimento a outro, mas sim de desenvolver/constituir formas de explicação diversas e colocá-las em inter-relação, dentre as quais as fenomenológicas e as teórico-conceituais, as cotidianas e as científicas. Neste sentido, supera-se a visão linear, diretiva, alienada e alienante de ciência e do ensino experimental de ciências, na medida que os estudantes venham a ser ativamente envolvidos em discussões teóricas relativas a resultados experimentais, na forma de interpretações e explicações dinâmicas e interativas, através da intermediação essencial dos saberes disponibilizados através do professor.

Portanto, o ensino experimental de ciências “é produzido pela ação do homem e determinado por condicionantes históricas, sociais e culturais. Em outras palavras, é importante considerar a complexidade e a dinamicidade das relações entre teoria e

prática nos processos da ciência e nos processos de ensinar-aprender ciências” (Silva e Zanon, 2000, p. 137-8).

O conhecimento e o entendimento - inclusive o entendimento científico – são construídos quando os indivíduos se engajam socialmente em conversações e atividades sobre problemas e tarefas comuns. Conferir significados é um processo dialógico que envolve pessoas em conversações e a aprendizagem é um processo pela qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por seus membros mais experientes (Drive *et al.*⁴¹, citados por Silva e Zanon, 2000, p. 139).

Complementando sua idéia, os autores também afirmam que:

Para que os aprendizes tenham acesso aos sistemas de conhecimento da ciência, o processo de construção do conhecimento tem que ultrapassar a investigação empírica pessoal. Quem aprende precisa ter acesso não apenas às experiências físicas, mas também aos conceitos e modelos da ciência convencional. O desafio está em ajudar os aprendizes a se apropriarem desses modelos, a reconhecerem seus domínios de aplicabilidade e, dentro desses domínios, a serem capazes de usá-los. Se ensinar é levar os estudantes às idéias convencionais da ciência, então, a intervenção do professor é essencial, tanto para fornecer evidências experimentais apropriadas como para disponibilizar para os alunos as ferramentas e convenções culturais da comunidade científica (Drive *et al.*⁴¹, citados por Silva e Zanon, 2000, p. 139).

Na visão de Silva e Zanon (2000), o desafio é de propiciar, com êxito, nas aulas esse processo de ‘enculturação’ que só se efetivará através da mediação e das intervenções específicas do professor.

Nesse sentido, Amaral e Silva⁴² (citados por Silva e Zanon, 2000, p. 139) apontam que o processo da ciência não deve ser considerado uma via de mão única, mas

⁴¹ DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. *Construindo conhecimento científico na sala de aula*. In: Química Nova na Escola, n.9, 1999, p.31-40.

⁴² AMARAL, L. O. F.; SILVA, A. C. *Trabalho Prático: Concepções de Professores sobre as Aulas Experimentais de Química Geral*. Manuscrito (monografia), Belo Horizonte, Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, 1999.

sim, uma via de mão dupla, que vai dos experimentos às teorias e vem das teorias às experiências. Ou seja, é necessário que a teoria e o experimento dialoguem.

Além disso, o ensino de ciências não se limita àqueles experimentos que podem ser criados e reproduzidos na sala de aula ou no laboratório, mas também aos materializados na vivência social e que permeiam as negociações de significados do ponto de vista do aluno.

Para Machado⁴³ (citada por Silva e Zanon, 2000, p. 141): “Deve-se ultrapassar a dimensão do laboratório ao serem incluídas nas interlocuções, vivências e ocorrências do mundo social, possibilitando que a forma como os conceitos estão funcionando nas relações sociais possa ser vivenciada pelos alunos”.

Também Galiazzi e Gonçalves (2004, p. 326) reiteram que: “As atividades experimentais em sala de aula devem ser organizadas de forma a contemplar os aspectos positivos salientados na pesquisa, tendo como perspectiva uma abordagem sociocultural, com o objetivo de enriquecer as teorias pedagógicas de alunos e professores”.

Nesse sentido, Silva e Zanon (2000) consideram que contextualizar os conteúdos do ensino através de atividades práticas é uma estratégia de dinamização das interações na sala de aula que pode propiciar a almejada negociação de significados de/sobre saberes e favorecer o desenvolvimento de aprendizagens relevantes e significativas, de novas formas de ‘leitura’ e de ação no meio, sejam os fatos trazidos para a sala de aula, sejam os fatos criados na sala de aula. Os saberes da prática sempre carregam teorias subjacentes a eles, mais ou menos explícitas. Os saberes da prática são sempre passíveis

⁴³ MACHADO, A. H. *Aula de Química: discurso e conhecimento*. Ijuí: Ed UNIJUÍ, 1999.

de nossos enriquecimentos que estimulam a atividade cognitiva e o desenvolvimento das potencialidades do aluno para a vida na sociedade/ambiente.

Portanto, com o intuito de tornar mais visível o papel da experimentação, este trabalho ressalta sua importância como estratégia de ensino, que vincula dinamicamente a ciência com vivências do aluno, extrapolando assim a visão da ciência como mero pacote de conteúdo a ser reproduzido de forma mecânica, sem inserções e inter-relações efetivamente problematizadoras das formas de ver e lidar com situações, fatos, fenômenos e vivências cotidianas, dentro e fora da escola. Em outras palavras, pretende-se valorizar a visão do conhecimento escolar como um saber mediador, dinâmico, provisório, capaz de articular a prática com a teoria, o cotidiano com o científico e vice-versa.

CAPÍTULO 4

O ENSINO POR TEMAS

Na atividade escolar, o ensino de ciências tem sido trabalhado a partir de conteúdos inadequados, descontextualizados e não problematizadores, centrados em abordagens reducionistas/simplificadoras das visões da ciência e da realidade, não valorizando assim, o diálogo entre os saberes e conseqüentemente, a busca de uma aprendizagem significativa.

De acordo com Kinaishi e Zanon (1997), não é raro perceber que as aprendizagens anteriores reveladas pelos alunos mostram-se superficiais e passageiras em séries/níveis posteriores, ou diante de novos contextos de abordagens, dando a impressão de estar sempre recomeçando do mesmo ponto, em termos das idéias construídas pelos alunos, a cada nova etapa do ensino.

Isto significa, na visão de Lima (1997), que a educação escolar não provê aos membros da comunidade escolar os aportes de que eles precisam para que possam ter uma formação completa e que permitam o exercício pleno da cidadania. Portanto, para reverter, pelo menos em parte, essa aculturação ineficiente na prática escolar, faz-se necessário que o processo de ensino-aprendizagem seja constituído através de interações e dinâmicas, que abragem mediações e trocas sócio-culturais diversificadas, nos contextos de dentro e de fora da escola.

Com base nesta visão, Kinaishi e Zanon (1997) enfocam a idéia de que aprender é relacionar, é interagir dialogicamente com interlocutores diversos e através de linguagens comunicativas diversas que desafiem o aprendiz a elaborar e a usar saberes

sempre mais elevados e ampliados (em seus estágios de organização) nas abordagens problematizadoras das interações e das construções.

Para tanto, torna-se necessário que o aprendiz adquira informações básicas em ciências, no campo social e em áreas afins à problemática, bem como desenvolva a capacidade de julgar, sabendo avaliar os custos e benefícios, tanto pelas informações científicas e tecnológicas, como pela adoção de valores.

Neste sentido, segundo Santos e Schnetzler (2003), o ensino levaria o aluno a compreender os fenômenos químicos mais diretamente ligados a sua vida cotidiana; a interpretar as informações químicas transmitidas pelos meios de comunicação; a compreender e avaliar as aplicações e implicações tecnológicas; a tomar decisões frente aos problemas sociais relativos à Química.

Percebe-se então, a necessidade de uma educação que permita o envolvimento da ciência com aspectos sócio-históricos dos conceitos estudados, procurando dar sentido aos conteúdos introduzidos e evidenciando o processo de apropriação do conhecimento científico, de forma que o aluno identifique que existem limitações na atividade científica e perceba seu papel na sociedade (Santos *et al.*, 2004).

Reforçando esse pensamento, Santos e Schnetzler (2003) apontam que:

O ensino deve, portanto, ser caracterizado pela abordagem integrada de dois aspectos centrais: a informação química e o contexto social [...] Sendo o conhecimento químico trabalhado dentro de uma concepção de ciência que explicita seu papel social, o que significa a sua contextualização sócio-histórica (Santos e Schnetzler, 2003, p.95).

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM, 2004), os sistemas de ensino e as escolas devem buscar a melhor adequação possível às necessidades dos alunos e do meio social, desenvolvendo mecanismos de participação

da comunidade, a fim de possibilitar o respeito às condições e necessidades de espaço e tempo de aprendizagem e o uso de várias possibilidades pedagógicas.

Dentre tais possibilidades está a articulação dos conteúdos de ciências a temas sociais (temas geradores). Assim, segundo os OCEM (2004), o currículo ganha em flexibilidade e abertura, uma vez que os temas podem ser priorizados e contextualizados de acordo com as diferentes realidades locais e regionais e que novos temas sempre podem ser escolhidos.

Esse entendimento de problema e sua utilização como estratégia de aprendizagem em sala de aula é alvo do trabalho de Paulo Freire em “*Pedagogia do Oprimido*” (2005), que explicita:

A investigação temática, que se dá no domínio do humano e não no das coisas, não pode reduzir-se a um ato mecânico. Sendo processo de busca, de conhecimento, por isto tudo, de criação, exige de seus sujeitos que vão descobrindo, no encadeamento dos temas significativos, a interpretação dos problemas [...] Assim, no processo de busca da temática significativa, já deve estar presente a preocupação pela problematização dos próprios temas. Por sua vinculação com outros. Por seu envolvimento histórico-cultural (Freire, 2005, p.116).

Para Freire (2005), a proposição de um tema gerador supõe um clima de trabalho conjunto, de cooperação e construção coletiva de conhecimento sobre a realidade. Esse autor acredita que o papel do educador é entrar num diálogo com as pessoas, a respeito de temas que tenham a ver com as situações concretas e experiências de vida que fundamentam suas vidas diárias.

É importante enfatizar que o tema gerador não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homem-mundo [...] Investigar o tema gerador é investigar, repitamos, o pensar dos homens referido à realidade, é investigar seu atuar sobre a realidade, que é sua práxis (Freire, 2005, p. 114).

Corazza (1992), referindo-se ao tema gerador, afirma:

O tema gerador centraliza o processo de ensino aprendizagem, já que sobre ele dar-se-ão os estudos, pesquisas, análises, reflexões, discussões e conclusões. Esta centralidade pode ser definida diretamente pelos alunos, por uma pesquisa temática ou pelas especialidades da própria disciplina articulada com a realidade e com a prática social dos educandos (Corazza, 1992, p. 33).

No entanto, para Kinaishi e Zanon (1997) é necessário considerar que a simples presença dos temas no currículo não garante a promoção de aprendizagens que sejam inter-relacionadas e críticas. Pois, segundo as autoras, as ciências não podem ficar em segundo plano, nem serem paralelas, ou substituídas por temáticas do cotidiano, nestas tematizações do currículo. Ao contrário, as ciências devem ganhar valorização, à medida que se mostram imprescindíveis às abordagens teórico-práticas que inter-relacionam dinamicamente o cotidiano com as ciências, na potencialização de aprendizagens relevantes à formação.

Na visão de Santos *et al.* (2004), a abordagem temática deve ser feita de forma que o aluno compreenda os processos químicos envolvidos e possa discutir aplicações tecnológicas relacionadas ao tema, compreendendo efeitos das tecnologias na sociedade, na melhoria da qualidade de vida das pessoas e nas suas decorrências ambientais.

Ainda de acordo com os autores, a abordagem temática tem incluído aspectos sócio-científicos com o objetivo de:

(i) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; (ii) auxiliar na aprendizagem de conceitos químicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e (iii) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas reais de sua vida (Santos *et al.*, 2004, p. 13).

Portanto, nessa concepção a abordagem temática não tem um caráter meramente de enriquecimento cultural, pois esta se torna um elemento constitutivo do currículo e deve ser tratado concomitantemente com o conteúdo específico de Química, de maneira dinamicamente articulada.

Para Santos e Schnetzler (2003), compreender o papel dos temas sociais é perceber que eles não constituem apenas mais um elemento a ser incluído no conteúdo programático, mas sim um poderoso mecanismo para auxiliar na formação da cidadania. Neste sentido, os temas também não podem ser vistos apenas como elementos de motivação do aluno ou como conteúdo adicional.

Reforçando essa idéia, os autores afirmam:

A abordagem dos temas químicos sociais não pode ser no sentido apenas da curiosidade, da informação jornalística, da discussão ideológica, ou da mera citação descontextualizada da aplicação tecnológica de determinados princípios ou, ainda, da simples compreensão dos conceitos químicos relativos ao tema, sem uma discussão crítica das suas implicações sociais. Tais preocupações evidenciam que, no ensino para o cidadão a abordagem dos temas tem que ser fundada na integração entre conceitos químicos e a discussão dos aspectos sociais (Santos e Schnetzler, 2003, p. 105).

Segundo Corazza (1992), os temas geradores:

(i) contextualizam os conhecimentos propostos para estudo, articulando-os com as condições de vida concreta de cada sujeito singular, de seu grupo próximo, da classe social a que pertence e do contexto societário global; (ii) “geram” atividades de ensino e de aprendizagem que favorecem a criatividade, a descoberta e a criação de novos conhecimentos; (iii) resgatam a confiança dos educandos e dos educadores em sua capacidade de criar, produzir e construir conhecimentos; (iv) inter-relacionam os conhecimentos das diferentes áreas de saber, a partir das exigências e inter-relação colocadas pela prática e pela própria realidade, a fim de que estas sejam melhor compreendidas e interrogadas; (v) produzem sistemas de significância ao redor do “objeto de conhecimento”; (vi) minimizam as tendências à “rotinização” e ao “burocratismo” da prática pedagógica (Corazza, 1992, p. 38-9)

Na procura de um tema de Ciência que contribua para a formação do cidadão, Krasilchik⁴⁴ (citada por Santos e Mortimer, 2000) sugere que se deva partir daqueles problemas que, de alguma forma, afligem a comunidade no seu dia-dia, para que o educando possa vir a assumir responsabilidades sociais, individuais e coletivas.

Já Ramsey⁴⁵ (citado por Santos e Mortimer, 2000, p.145) apresenta três critérios para identificar um tema social relativo à ciência: “(i) se é, de fato, um problema de natureza controvertida, ou seja, se existem opiniões diferentes a seu respeito; (ii) se o tema tem significado social e (iii) se o tema, em alguma dimensão, é relativo à ciência e a tecnologia”.

Outros autores, como Merryfield⁴⁶ (citado por Santos e Mortimer, 2000), defendem a inclusão de temas globais, ou seja, temas caracterizados por afetar a vida das pessoas em várias partes do mundo e porque não são passíveis de compreensão ou tratamento adequado.

Segundo Freire (2005, p. 119): “numa visão libertadora da educação, o conteúdo programático já não envolve finalidades a serem impostas ao povo, mas pelo contrário, porque parte e nasce dele, em diálogo com os educadores, reflete seus anseios e esperanças”. Daí a investigação da temática como ponto de partida do processo educativo, como ponto de partida de sua dialogicidade.

⁴⁴ KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EDUSP, 1987.

⁴⁵ RAMSEY, J. *The science education reform movement: implications for social responsibility*. Science Education, v. 77, n. 2, 1993.

⁴⁶ MERRYFIELD, M. M. *Science-technology-society and global perspectives*. Theory into Practice, v. 30, n. 4, 1991.

4.1. O USO DE LIVROS PARADIDÁTICOS

Como vimos na seção anterior, o trabalho docente na disciplina de Química pode ser aperfeiçoado com temas de caráter cotidiano, que de alguma forma possam estar presentes na vivência dos alunos. O avanço tecnológico e suas conseqüências, o ambiente em tempos de evolução industrial, a mineração/desmatamento indiscriminado, a ocupação do espaço territorial e os problemas advindos desta ocupação, como por exemplo, o lixo, são alguns acontecimentos que constituem problemas para a sociedade e que podem ser abordados em uma prática escolar contextualizada.

Alguns trabalhos que se utilizam desta visão já são disponíveis na literatura escolar, são os chamados paradidáticos. Estes trabalhos partem de situações ou temas cotidianos geradores, propiciando um encadeamento futuro de idéias e conceitos, partindo da análise de mundo real do sujeito para uma exploração e confronto de idéias, agora com um embasamento técnico-científico.

De acordo com Pereira *et al.* (1999), o uso de paradidáticos, inclui algumas estratégias de ensino-aprendizagem que baseiam-se em intenções como:

- (i) considerar as relações entre conhecimento químico, sociedade, tecnologia, cultura, economia, política, ética e ecologia; (ii) resgatar a ênfase nos princípios químicos e possibilitar uma visão mais coerente das atividades científicas; (iii) disponibilizar aos professores sugestões para a exploração de um recurso que pode propiciar a contextualização e o aprofundamento do conteúdo abordado, a atualização, a visão interdisciplinar da ciência e a inter-relação entre os conceitos apresentados em sala de aula; (iv) estimular a prática da educação ambiental em sala de aula; (v) oferecer aos alunos momentos em que possam desenvolver habilidades de comunicação, cooperação, argumentação, participando assim ativamente de seu processo de aprendizagem; (vi) estimular a leitura de livros seguida de consulta a outras fontes de informação correlatas e atualizadas (Pereira *et al.*, 1999, p. 3)

Na visão dos autores, esta contextualização dos conteúdos por meio do uso de paradidáticos facilita sua apresentação ao leitor, bem como favorece a articulação entre o mundo dos fenômenos, as teorias e suas representações, sendo, assim, possível trazer para a sala de aula a percepção de que o conhecimento químico contribui para a compreensão de importantes questões ligadas à vida cotidiana.

Portanto, dentre as inúmeras situações cotidianas que podem ser consideradas no contexto escolar, pretende-se abordar neste trabalho, como tema gerador, a atmosfera terrestre. Utilizando como suporte nas estratégias de ensino-aprendizagem o livro paradidático “A Atmosfera Terrestre”. Este tema é especialmente oportuno para a tentativa de se elaborar uma prática escolar diferenciada, pois diferentes abordagens são obtidas com sua inserção, podendo assim o tema abranger todo o conteúdo de gases ministrado na 1ª série do Ensino Médio. Não se esquecendo também das inúmeras informações veiculadas diariamente a este tema pelos meios de comunicação, como rádio, TV, revistas, jornais etc. Esta peculiaridade aproxima o aluno e favorece a apropriação de um conhecimento científico contextualizado, próprio de um ensino que respeita a vivência cotidiana do indivíduo e, a partir deste momento, seja promotor da aprendizagem significativa.

Com base no tema gerador e com o auxílio do livro paradidático, foi organizado o processo de ensino-aprendizagem. A partir da escolha do tema, buscou-se vivenciar o dia-a-dia do aluno, trazendo, desta forma, o cotidiano de cada um para sala de aula propiciando assim, condições para que os alunos reflitam sobre o papel importante que a atmosfera terrestre desempenha no planeta, os problemas ocasionados pela poluição desta pelo homem e as conseqüências para o futuro da vida na terra. Essa ação visa combater o processo que isola a escola da sociedade, com situações didáticas que se

baseiam apenas na transmissão pura e simples do conteúdo, sem qualquer conexão com o mundo social.

4.2. A INTERDISCIPLINARIDADE

A natureza do trabalho pedagógico deve estar fundamentada em diversos promotores da prática de ensino-aprendizagem. Uma abordagem contextualizada, que busca articular os conceitos químicos com a vivência do aluno, e a ocorrência de um estudo interdisciplinar podem ser considerados alguns destes promotores.

Na prática pedagógica, a interdisciplinaridade e a contextualização alimentam-se mutuamente, pois o tratamento das questões trazidas pelos temas sociais expõe as inter-relações entre os objetos de conhecimento, de forma que não é possível fazer um trabalho contextualizado tomando-se uma perspectiva disciplinar rígida. Ou seja, a busca de temas que propiciem um ensino contextualizado, no qual o aluno possa vivenciar e aprender com a integração de diferentes disciplinas, pode possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto de um conhecimento químico sem fronteiras disciplinares.

Segundo os OCEM (2004, p. 232):

A educação escolar, pela significação dos conhecimentos historicamente construídos, permite a compreensão das vivências em novos níveis, mais do que deixar de lado um tipo de conhecimento para colocar outro em seu lugar. Isso acoplado à idéia de uma abordagem temática, além de permitir a contextualização e a interdisciplinaridade, leva em conta essas duas perspectivas, oportunizando o desenvolvimento dos estudantes.

Nessa perspectiva, o Movimento de Reorientação Curricular defende a opção, para a escola, da organização curricular interdisciplinar pelo tema gerador, apresentando as seguintes razões:

- por proporcionar um vínculo significativo entre conhecimento e realidade local;
- por não ser uma abordagem curricular burocraticamente preestabelecida;
- por envolver o educador na prática do “fazer e pensar currículo”;
- por relacionar realidade local com um contexto mais amplo;
- por entender que o conhecimento não está pronto e acabado e que a escola é também local de produção de conhecimento;
- por estabelecer uma relação dialética entre os conhecimentos do senso comum e os já sistematizados;
- por buscar uma forma interdisciplinar de apropriação do conhecimento.

(SME/SP⁴⁷, citado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002, p. 166)

Outro aspecto relevante, no que diz respeito ao ensino interdisciplinar, é expresso no Art. 36 da LDBEN e mencionado nos OCEM (2004, p. 216), que propõe:

Para um planejamento e desenvolvimento do currículo de forma orgânica, superando a organização por disciplinas estanques e revigorando a integração e articulação dos conhecimentos, é necessário um processo permanente de interdisciplinaridade.

Ainda de acordo com os OCEM (2004) é necessário instituir espaços interativos para o planejamento e acompanhamento coletivo de ações pedagógicas fundamentadas em um ensino contextual e interdisciplinar.

Com base nessa visão, Freire (2005) afirma que a tarefa do educador é trabalhar em equipes interdisciplinares, realizando o exercício de dialogar com as próprias produções, com o propósito de extrair novos indicadores e novos pressupostos antes inexplorados.

⁴⁷ Secretaria Municipal de Ensino de São Paulo. *Tema gerador*. São Paulo: SME, 1991. (Ação pedagógica na escola pela via da interdisciplinaridade)

Nesse sentido, Fazenda (2000, p. 85) afirma que:

A parceria como fundamento da interdisciplinaridade surge quase como condição de sobrevivência do conhecimento educacional [...] A produção em parceria, quando revestida do rigor, da autenticidade e do compromisso, amplia a possibilidade de execução de um projeto interdisciplinar. Ela consolida, alimenta, registra e enaltece as boas produções na área de educação.

Assim, num ensino interdisciplinar todos se percebem (educador-educador, educador-educandos) e gradativamente se tornam parceiros e nele a interdisciplinaridade pode ser aprendida e pode ser ensinada, o que pressupõe um ato de perceber-se interdisciplinar.

Segundo Fazenda (2000, p. 78):

A aventura maior de perceber-se interdisciplinar revela-se também no cuidado e no critério da escolha dos caminhos a serem percorridos na execução de um projeto de trabalho. Entretanto, perceber-se interdisciplinar é, sobretudo acreditar que o outro também pode ser ou tornar-se interdisciplinar.

Ainda de acordo com a autora (p. 86): “num âmbito interdisciplinar, a obrigação é alternada pela satisfação; a arrogância pela humildade; a solidão pela cooperação; a especialização pela generalidade; o grupo homogêneo pelo heterogêneo; a reprodução pela produção de conhecimento”.

Para Bochniak (2001), um trabalho interdisciplinar deve ser adotado por educadores que estão dispostos:

- ao desafio de superar visões fragmentadas muito mais radicais do que a das fronteiras entre disciplinas;
- a romper barreiras entre teoria e prática;
- a “mais do que ensinar e aprender um conhecimento, está disposto a fazer, no cotidiano, este conhecimento;

- a grandes desafios que se vão realizando a partir do cotidiano, através de pequenos passos;
- e ainda mais, acrescentaria: trabalho interdisciplinar que procura observar as atividades cotidianas desenvolvidas numa escola, para nelas perceber, para nelas captar e descrever a multiplicidade de relações que se estabelecem no cotidiano, sempre com o propósito de melhor explorá-las, mais adequadamente programá-las, modificá-las, de forma sempre mais consciente realizá-las. (Bochniak, 2001, p. 136)

Nesse sentido, foi elaborado um módulo de ensino para gases, tomando como ponto fundamental a necessidade de articular o conteúdo de Química (a partir de um tema central: “Atmosfera Terrestre”) ao cotidiano do aluno, visando, assim, não só vincular o conhecimento ao cotidiano, como também dar visibilidade a temas importantes como saúde, ambiente, indústria, sociedade, tecnologia, dentre outros.

Nessa proposta, o educador desempenha um papel fundamental pois, na medida em que ele explica os conteúdos, mantém uma permanente relação dialógica com os alunos. Cada assunto está organizado de maneira a propiciar que cada educando resgate aspectos de seu cotidiano. Através dessa interação, ambos incorporam o saber interdisciplinar, a fim de superar o conhecimento parcelado da realidade, como é proposto pelo currículo oficial.

4.3. A CONTEXTUALIZAÇÃO DA QUÍMICA

Como mencionado nas seções anteriores, tradicionalmente, a disciplina de Química no Ensino Médio têm enfatizado o trabalho com conceitos químicos de forma fragmentada e descontextualizada. O seu estudo, muitas vezes, resume-se a cálculos matemáticos e à memorização de fórmulas e nomenclaturas de compostos.

Para Lima *et al.* (2000), essa não-contextualização da Química pode ser responsável pelo alto nível de rejeição do estudo desta ciência pelos alunos, dificultando o processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, os OCEM (2004), em uma tentativa de minimizar estas dificuldades, endossam a autonomia dos sistemas e unidades escolares para contextualizar os conteúdos curriculares de acordo com as características regionais, locais e da vida do aluno. Os parâmetros, em coerência com a LDBEM, estabelecem a contextualização como forma de organizar dinamicamente a abordagem dos conteúdos das ciências articuladamente a temas sociais, sem criar divórcio ou dualidade na constituição de uma base nacional comum. Tanto a abordagem temática quanto a parte diversificada deverão ser organicamente articuladas a conteúdos disciplinares para que o currículo faça sentido como um todo.

Ainda de acordo com os OCEM (2004), dentre as competências em Química, sempre relacionadas com as competências gerais propostas para o Ensino Médio, destaca-se a contextualização sociocultural, que abrange: a compreensão do conhecimento científico e tecnológico com construções históricas e integrantes da cultura humana; avaliação do conhecimento tecnológico contemporâneo em suas dimensões no cotidiano das pessoas; compreensão do necessário caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e a implicação dessa no exercício da cidadania.

A partir dos pressupostos descritos acima, o módulo de ensino elaborado nesse trabalho, propõe o estudo da Química com a preocupação social e consciente do papel do homem na natureza, fazendo com que o aluno adquira conhecimentos mínimos de Química para poder participar com maior fundamentação na sociedade atual.

É primordial ter-se consciência de que se a disciplina de Química deve ser tratada de forma sistemática, superando assim a fragmentação e a linearidade da aprendizagem, favorecendo e estimulando a relação entre os assuntos estudados, o que é essencial para que haja uma visão articulada do ser humano com o meio natural, bem como sua atuação para construir e transformar esse meio. Assim, o objetivo do ensino em cada área de conhecimento, deve envolver de forma combinada o desenvolvimento de conhecimentos práticos contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea e ao desenvolvimento de conhecimentos mais abstratos que correspondam a uma cultura geral e a uma visão atual do mundo.

Por isso, um dos objetivos deste módulo de ensino é fornecer conhecimentos relevantes para que os alunos possam compreender os conceitos de Química e seu papel social. Sendo assim, o módulo foi organizado por meio de uma abordagem temática.

Nessa perspectiva, o enfoque está em explorar os aspectos da vivência do aluno, envolvendo atividades que, em sua gênese, são diferentes das adotadas para os tradicionais problemas escolares. Assim, busca-se neste módulo fortalecer a relação escola-cotidiano, de modo que a aprendizagem seja orientada a partir daqueles problemas que, de uma forma ou outra, afligem a comunidade em seu dia-a-dia, para que o educando possa vir a assumir responsabilidades sociais, individuais e coletivas.

4.4. A EXPERIMENTAÇÃO

Como vimos anteriormente, o ensino de Química deve contribuir para a formação de uma cultura científica, possibilitando o aluno a interpretações de

fenômenos, bem como a compreensão da evolução tecnológica da sociedade. E no que tange a este ensino, as atividades experimentais são um importante recurso didático.

Segundo Silva e Zanon (2000), a potencialidade da experimentação está em ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciência.

A utilização de experimentos deve basear-se na problematização, tematização e contextualização de determinados fenômenos, pois a ausência dos mesmos pode fazer com que os alunos tomem por 'reais' fórmulas de substâncias químicas ou modelos expressos nas salas de aula.

Nesta perspectiva, a elaboração do módulo de ensino para gases foi centrada em abordagens teórico-práticas contextualizadas, com ênfase na experimentação e na exploração de vivência dos alunos, não considerados como tábulas rasas.

Assim, as experiências propostas no módulo envolvem articulações dinâmicas, permanentes e inclusivas entre três níveis de conhecimentos nunca dissociados entre si: o fenomenológico ou empírico, o teórico ou 'de modelos' e o representacional ou da linguagem.

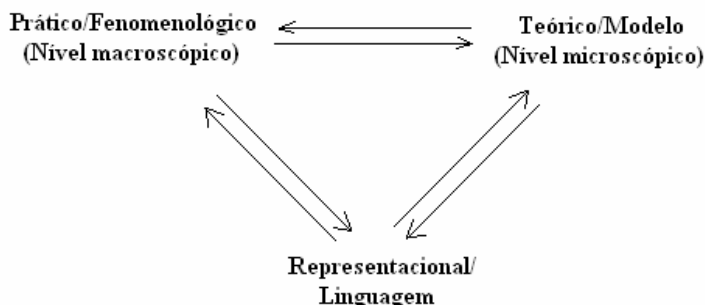


Fig 01. Representação dos três níveis de conhecimento (Fonte: Mortimer *et al.*, 2000)

De acordo com Mortimer, Machado e Romanelli (2000), os três níveis de conhecimento são definidos da seguinte maneira:

O nível fenomenológico (macroscópico) caracteriza-se pela visualização concreta ou pelo manuseio de materiais, de substâncias e de suas transformações, bem como pela descrição, análise ou determinação de suas propriedades.

O nível representacional compreende a representação das substâncias por suas respectivas fórmulas e de suas transformações por meio de equações químicas.

O nível teórico (microscópico) caracteriza-se por uma natureza atômico-molecular, isto é, envolve explicações com base em conceitos abstratos como átomo, molécula, íon, elétron etc., para racionalizar, entender e prever o comportamento das substâncias e de suas transformações, isto é, daqueles fenômenos observados no nível macroscópico.

No decorrer do módulo, os experimentos mantêm constante e explicita a inter-relação entre os níveis macroscópicos e microscópicos do conhecimento químico, de forma que o aluno consiga compreender a estreita relação entre eles. Neste sentido, supera-se a visão linear, diretiva, alienada e alienante de ciência e do ensino experimental de ciências, na medida que os alunos venham a ser ativamente envolvidos em discussões teóricas relativas a resultados experimentais, na forma de interpretações e explicações dinâmicas e interativas.

4.5. A HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Outro aspecto importante para o ensino de ciências é a introdução da história das ciências, pois dentro de uma perspectiva crítica, esta contribui para que o aluno não

construa a idéia de ciências como produto pronto e acabado, destituído de conflito, para definição do que se entende como verdade. Além disso, esta pode dar às idealizações em ciências uma dimensão mais humana e compreensível, explicando-as como artefatos dignos de serem apreciados por si mesmos. Por conseguinte, o aluno é colocado diante dos processos históricos de construção de teorias científicas, de forma a situá-los, não apenas internamente à ciência, mas em relação à sociedade como um todo.

Segundo Freire Jr. (2002, p. 20):

O desafio é formar o cidadão de modo que ele possa ter relação crítica com a ciência; nem temor infundado nem idolatria, mas relação crítica com algo que é parte intrínseca do processo de humanização e civilização, mas cuja função e papel precisam se tornar parte das preocupações comuns aos humanos, do mesmo modo que nos preocupamos com o salário, o emprego, os rumos da economia, a corrupção, a política, a cultura, o esporte, a arte e a religião.

No entanto, para Matthews (1995), não se trata de mera inclusão da história da ciência como um outro item da matéria, mas trata-se de uma incorporação mais abrangente de temas de história da ciência na abordagem do programa e do ensino dos currículos de ciências.

Completando a idéia da implementação da história da ciência no currículo, o Conselho Britânico de Currículo Nacional afirma que:

Os estudantes devem desenvolver seu conhecimento e entendimento sobre como o pensamento científico mudou através do tempo e como a natureza desse pensamento e sua utilização são afetadas pelos contextos sociais, morais, espirituais e culturais em cujo seio se desenvolvem (NCC⁴⁸, citado por Matthews, 1995, p. 167).

⁴⁸ National Curriculum Council. *Sciencÿyin theÿÿationaÿÿCurricÿÿum*. NCÿÿ York, □□988. p. 113.

Mach (1960) também argumentou que:

A investigação histórica do desenvolvimento da ciência é extremamente necessária a fim de que os princípios que guarda como tesouros não se tornem um sistema de preceitos apenas parcialmente compreendidos ou, o que é pior, um sistema de pré-conceitos. A investigação histórica não somente promove a compreensão daquilo que existe agora, mas também nos apresenta novas possibilidades (Mach⁴⁹, citado por Matthews, 1995, p. 169).

Na visão de Matthews (1995, p. 172), a tradição contextualista assevera que a história da ciência contribui para o seu ensino porque:

(i) motiva e atrai os alunos; (ii) humaniza a matéria; (iii) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (iv) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência; (v) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (vi) se opõem à ideologia científicista; e finalmente, (vii) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente.

Ainda segundo o autor, um professor de ciências com conhecimento de história pode auxiliar os estudantes a compreender exatamente como a ciência aprende, e não apreende, o mundo real, vivido e subjetivo. Para Mach (1960), o mundo dos fenômenos vividos é vital para a educação em ciência, pois é nele que a curiosidade e a fascinação começam, mas ele não deve ser confundido com um mundo inerte, ou um mundo de gases ideais, por exemplo.

Para Sherrant (1982), um professor bem sucedido é aquele que:

Conhece sua própria matéria [...] lê muito sobre outros ramos da ciência [...] sabe como ensinar [...] é capaz de expressar-se claramente [...] possui capacidade de manipulação [...] é criativo tanto nas aulas teóricas como nas

⁴⁹ MACH, E. *The Science of Mechanics*. Open Court Publishing Company, LaSalle II. 1883/1960.

práticas [...] possui raciocínio lógico [...] tem certas qualidades de historiador que lhe permitem sentar-se com um grupo de alunos para falar das equações pessoais, das vidas e da obra de gênios como Galileu, Newton, Faraday e Darwin (Sherrant⁵⁰, citado por Matthews, 1995, p. 188).

Nessa perspectiva, a história da Química no módulo de ensino é abordada em pequenos trechos, denominados *Pitadas da história*, que além de apresentar tais fatos históricos servem também para aumentar a motivação e consolidar a construção de um conceito.

4.6. ESTRATÉGIA EDUCACIONAL: O MAPA CONCEITUAL

Como visto anteriormente, frequentemente, os alunos trazem para a sala de aula concepções provenientes de suas vivências cotidianas. Tal fato acarreta a formação de turmas cada vez mais heterogêneas do ponto de vista cultural, econômico e social. Conseqüentemente, advoga-se que o professor pratique uma pedagogia diferenciada, visando ir ao encontro dos diferentes modos de aprender dos alunos, respeitando os seus ritmos de aprendizagem e as necessidades individuais, buscando, assim, um processo de ensino que vise uma aprendizagem significativa.

Essa busca, muitas vezes, supõe mudança de mentalidade profissional do professor. Com a intenção de proporcionar algumas contribuições para esta mudança, este texto apresenta, analisa e exemplifica uma estratégia: o mapa conceitual, que

⁵⁰ SHERRANTT, W. J.; *History of Science in the Science Curriculum: An Historical Perspective*. School Science Review 64, 1982.

permite trabalhar com as representações de conhecimentos cognitivos, procedimentais e inclusive atitudinais na sala de aula.

Para Moreira e Buchweitz (1993, p.6), a utilização de mapas conceituais é uma estratégia que visa representar o conhecimento e que estimula: “(i) o conhecimento do professor sobre as representações dos alunos; (ii) o conhecimento dos alunos sobre suas próprias representações; (iii) a aprendizagem significativa da ciência escolar”.

Por ser considerada uma importante ferramenta educacional, o mapa conceitual é definido por vários autores como sendo:

Uma forma de ajudar os estudantes e educadores a ver os significados dos materiais de aprendizagem [...] têm por objetivo representar relações significativas entre os conceitos e forma de proposições [...]. É um recurso de representação esquemática, através de uma estrutura bidimensional de proposições, de significados conceituais (Novak e Gowin⁵¹, citado por Moreira e Buchweitz, 1993, p. 1).

De uma maneira geral, mapas conceituais são apenas diagramas que indicam relações entre conceitos. Mas especificamente, podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou de parte dela. Ou seja, sua existência deriva da estrutura conceitual de uma disciplina (Moreira, 1992, p.2).

De acordo com Moreira (1992), os mapas conceituais podem ser traçados para refletir a organização de conceitos de uma disciplina ou parte de uma disciplina, de um livro, de um artigo, de uma experiência laboratorial, da estrutura cognitiva de um indivíduo sobre um dado assunto, de uma obra ou de uma fonte ou área de conhecimento.

Na visão de Novak (citado por Moreira e Buchweitz, 1993, p.3) o mapa conceitual pode ser simultaneamente: (i) um recurso de aprendizagem ao dispor dos

⁵¹ NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press, 1984.

alunos; (ii) um método para encontrar e explicitar significados para os materiais de estudo; (iii) uma estratégia que estimula a organização dos materiais de estudo.

Além disso, para Moreira (1992), existem várias maneiras de traçar um mapa conceitual, ou seja, há diferentes modos de representar uma hierarquia conceitual em um diagrama.

Reforçando a idéia de diversidade nas representações para um mapa conceitual, o autor afirma que:

Um mapa conceitual deve ser sempre visto como 'um mapa conceitual', não como 'o mapa conceitual' de um determinado conjunto de conceitos. Isto é, qualquer mapa conceitual deve ser visto apenas como uma das possíveis representações de uma certa estrutura conceitual. Porém, mesmo que sejam concebíveis mapas conceituais diferentes dentro de uma mesma área de conhecimento, isso não significa que todos os mapas possíveis sejam plenamente aceitáveis (Moreira, 1992, p. 3).

Na concepção do autor, os mapas são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa. Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em conseqüência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã.

Segundo Moreira e Buchweitz (1993), os mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitarão a aprendizagem dessas estruturas. Entretanto, diferentemente dos materiais didáticos, mapas conceituais não são auto-instrutivos e devem ser explicados pelo professor. Além disso, embora possam ser usados para dar uma visão geral do tema em estudo é preferível usá-los quando os alunos já têm uma certa familiaridade com o assunto, de

modo que sejam potencialmente significativos e permitam a integração, reconciliação e diferenciação dos conceitos.

Os mapas conceituais decorrem naturalmente da teoria de aprendizagem de David Ausubel, psicólogo educacional da linha cognitivista/construtivista que destaca a aquisição de conceitos claros, estáveis e diferenciados como fator preponderante na aprendizagem subsequente. No entanto, trata-se de uma técnica desenvolvida em meados de 1970, por Joseph Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos.

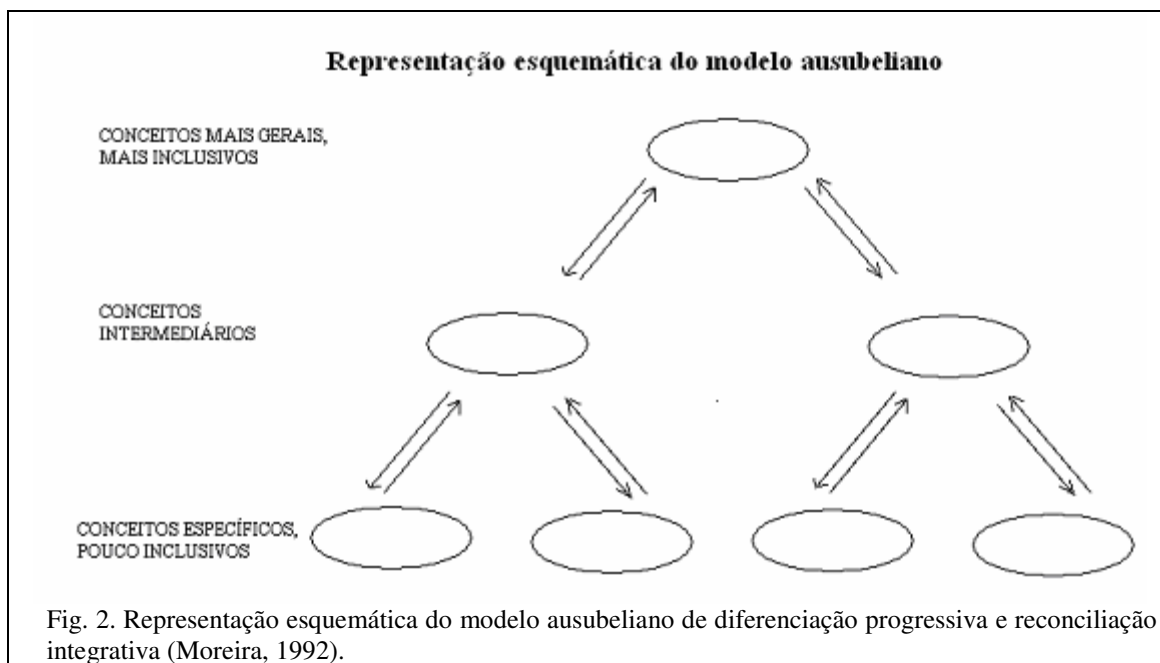
Novak (citado por Moreira e Buchweitz, 1993) fundamentou-se nos pressupostos teóricos defendidos por Ausubel, bem como na aplicação dessa teoria. O autor concebeu os mapas de conceitos delineando-os e publicando-os em vários artigos ao longo de mais de duas décadas e, ainda na sua obra *Learning how to Learn* (1984, 1996) e no livro *Teaching Science for Understanding* (1997).

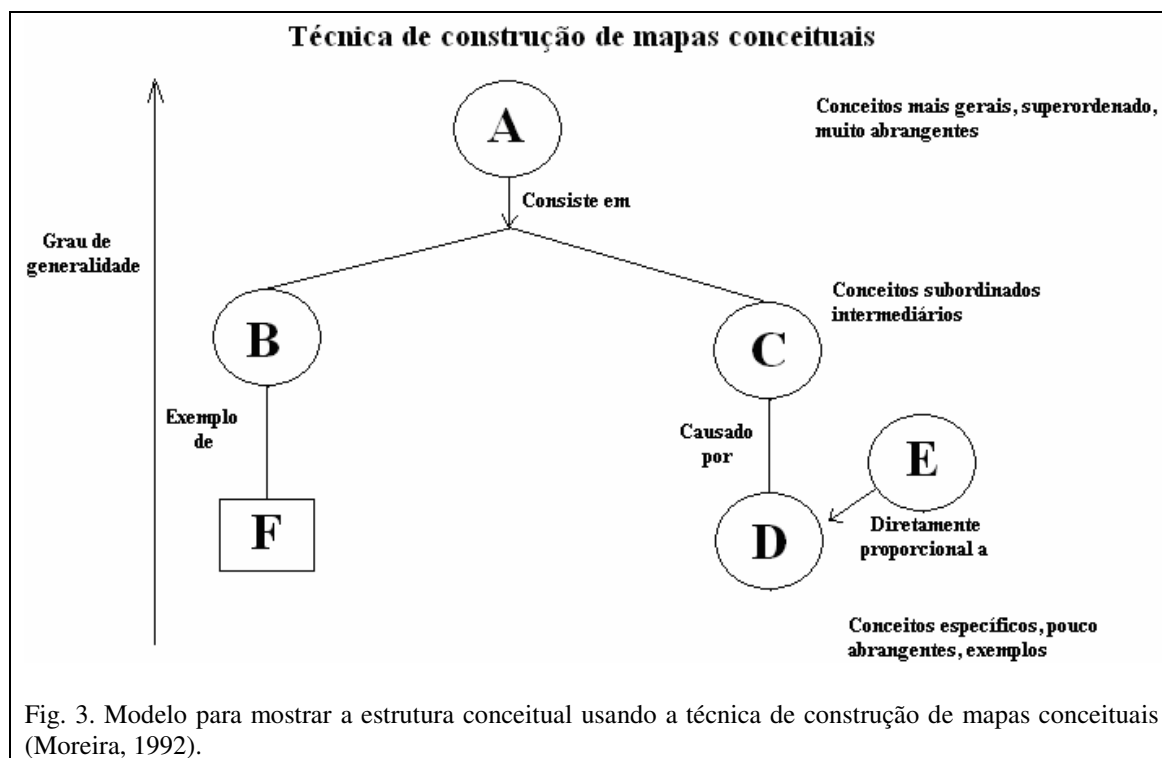
Do ponto de vista da teoria de Ausubel, a organização de conteúdos em determinada área de conhecimento, na mente de um indivíduo, tende a formar uma estrutura hierárquica, na qual as idéias mais inclusivas se situam no topo desta estrutura e abrangem progressivamente proposições, conceitos chaves e dados factuais menos inclusivos e mais diferenciados. Portanto, a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa são para o autor dois processos integrantes da dinâmica da estrutura cognitiva.

Sendo assim, a aprendizagem de conceitos é facilitada quando os elementos mais gerais, mas inclusivos de um conceito, são introduzidos em primeiro lugar e posteriormente esse conceito é progressivamente diferenciado em termos de pormenor e especificidade. Entretanto, a programação do conteúdo deve, não só proporcionar a

diferenciação progressiva, mas também explorar explicitamente relações entre proposições e conceitos, chamar a atenção para diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes. Isso deve ser feito para atingir aquilo a que Ausubel chama reconciliação integrativa.

Ao conceber os mapas conceituais, Novak (citado por Moreira e Buchweitz, 1993) empregou princípios ausubelianos, nos quais conceitos mais gerais e inclusivos aparecem na parte bem superior do mapa (vide figura 2). Prosseguindo de cima para baixo no eixo vertical, outros conceitos aparecem em ordem descendente de generalidade e inclusividade, até que, ao pé do mapa, chega-se aos conceitos mais específicos. Exemplos também podem aparecer na base do mapa. Linhas que conectam conceitos sugerem relações entre os mesmos.





Este modelo propõe uma hierarquia vertical, de cima para baixo, indicando relações de subordinação entre conceitos (vide figura 3). Conceitos que englobam outros conceitos aparecem no topo, conceitos que são englobados por vários outros aparecem na base do mapa. Conceitos com aproximadamente o mesmo nível de generalidade e inclusividade aparecem na posição vertical. O fato de que diferentes conceitos possam aparecer na mesma posição vertical dá ao mapa sua dimensão horizontal. Ou seja, no eixo das abscissas os conceitos são colocados de tal forma que fiquem mais próximos àqueles que se constituem em diferenciação imediata de um mesmo conceito superordenado, enquanto os que se diferenciam mais remotamente ficam mais afastados na dimensão horizontal. Na prática, se dá prioridade ao ordenamento hierárquico vertical; por esta razão, nem sempre é possível mostrar as

relações horizontais desejadas. Assim, para Rowell⁵² (citado por Moreira, 1992, p.4), o eixo horizontal deve ser interpretado como menos estruturado, enquanto que o vertical deve refletir bem o grau de inclusividade dos conceitos.

Para ilustrar uma estrutura conceitual (elaboração de mapas conceituais), de acordo com Moreira (1992), deve-se tomar como base os princípios ausubelianos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, as relações entre os conceitos e o seu grau de generalidade ou abrangência.

Na concepção de Moreira (1992), de um modo geral, mapas conceituais podem ser usados como instrumento de ensino-aprendizagem. Além disso, podem também ser utilizados como auxiliares na análise e planejamento do currículo, particularmente na análise do conteúdo curricular. Todavia, em cada um destes usos, mapas conceituais podem ser sempre interpretados como instrumentos para “negociar significados”.

Para Moreira e Buchweitz (1993, p. 16): “O mapa conceitual é uma técnica flexível e que, em razão disto, pode ser usado em diversas situações para diversas finalidades: instrumento de análise de currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem e meio de avaliação”.

Como instrumento didático, os mapas podem ser usados para mostrar as relações hierárquicas entre os conceitos que estão sendo ensinados em uma aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro. Segundo Moreira (1992), eles explicitam relações de subordinação e superordenação que possivelmente afetarão a aprendizagem de conceitos. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitarão a aprendizagem dessas estruturas.

⁵² ROWELL, R. M. *Concept mapping: evaluation of children's science concepts following áudio-tutorial instruction*. Ph. D. thesis, Cornell University, Ithaca, N. Y., U. S. A., 1978.

O problema principal da aprendizagem consiste na aquisição de um corpo organizado de conhecimentos e na estabilização de idéias inter-relacionadas que constituem a estrutura da disciplina. O problema, pois, da aprendizagem em sala de aula está na utilização de recursos que facilitem a passagem da estrutura conceitual da disciplina para a estrutura cognitiva do aluno, tornando o material significativo (Moreira e Masini, 1982, p. 42).

A construção de mapas conceituais oferece perspectivas de melhoria das práticas educativas e eles são valiosos instrumentos para a investigação dessas práticas. Dirigem a atenção, tanto do estudante como do professor, sobre um reduzido número de idéias importantes nas quais se deve concentrar qualquer tarefa específica de aprendizagem. Uma vez terminada a aprendizagem, os mapas conceituais podem proporcionar um resumo esquemático de tudo aquilo que se aprendeu.

Na visão de Moreira e Buchweitz (1993, p. 20), o uso de mapas conceituais, como instrumentos didáticos, pode apresentar vantagens e desvantagens. Entre as possíveis vantagens, pode-se mencionar:

- (i) Enfatizar a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais em seu desenvolvimento;
- (ii) Mostrar que os conceitos de uma certa disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade e apresenta esses conceitos em uma ordem hierárquica de inclusividade que facilita sua aprendizagem e retenção;
- (iii) Proporcionar uma visão integrada do assunto e uma espécie de “listagem conceitual” daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais;
- (iv) É um recurso que dispensa equipamentos sofisticados ou instalações especiais, possibilitando, assim, o seu uso em quaisquer condições de trabalho. É uma técnica que não se limita a determinado tipo de escola ou aula.

Porém, os mesmos autores enfatizam algumas desvantagens na utilização de tais mapas. São elas:

- (i) Se o mapa não tem significado para os alunos, eles podem encará-lo como algo mais a ser memorizado;
- (ii) Os mapas podem ser muito complexos ou confusos e dificultar a aprendizagem e retenção, ao invés de facilitá-las;
- (iii) A habilidade dos alunos em construir suas próprias hierarquias conceituais pode ficar inibida em função de já receberem prontas as estruturas propostas pelo professor (segundo sua própria percepção e preferência).

No entanto, essas desvantagens podem ser minimizadas explicando os mapas e sua finalidade, introduzindo-os quando os estudantes já têm alguma familiaridade com o assunto, chamando atenção ao fato de que um mapa conceitual pode ser traçado de várias maneiras e estimulando os alunos a traçar seus próprios mapas. Além disso, o professor, ao elaborar mapas conceituais para usá-los como recurso instrucional, deve ter sempre em mente um compromisso entre clareza e completude. Ou seja, nem todas as possíveis linhas que indicam relações entre conceitos devem ser traçadas, a fim de manter a clareza do mapa.

Para Moreira (1992), outra possibilidade de uso dos mapas conceituais está na avaliação da aprendizagem. Avaliação no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos. Para isso, pode se solicitar ao aluno que construa o mapa ou este pode ser obtido indiretamente através de suas respostas a testes escritos ou entrevistas.

De tudo isso, depreende-se facilmente que mapas conceituais são instrumentos diferentes e que não faz muito sentido querer avaliá-los como se avalia um teste de escolha múltipla ou um problema numérico. Como a análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa, o professor, ao invés de preocupar-se em atribuir um escore ao mapa traçado pelo aluno, deve procurar interpretar a informação dada pelo aluno no mapa, a fim de obter evidências de aprendizagem significativa. Explicações do aluno, orais ou escritas, em relação a seu mapa facilitam muito a tarefa do professor nesse sentido.

Porém, o autor ressalta que o uso de mapas conceituais como instrumentos de avaliação implica uma postura que, para muitos, difere da usual. Na avaliação através de mapas conceituais, a principal idéia é a de avaliar o que o aluno sabe em termos

conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, ou integra conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina etc.

Desta forma, os mapas conceituais serão úteis não só como auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno, mas também para investigar mudanças em sua estrutura cognitiva durante a instrução.

Outra possibilidade de emprego para os mapas conceituais, é que estes podem ser construídos para o conteúdo de uma aula, de uma disciplina, de um conjunto de disciplinas ou de um programa educacional. Para Moreira (1992), tudo depende da generalidade ou da especificidade dos conceitos, e do nível de inclusividade dos conceitos que estão no mapa. Conceitos abrangentes, integradores, podem servir de base para o planejamento curricular de um determinado curso, enquanto conceitos mais específicos, pouco inclusivos, podem orientar a seleção de materiais e atividades instrucionais específicas.

Ainda, segundo o autor, os mapas podem ser uma ferramenta importante para focalizar a atenção do planejador de currículo para o ensino de conceitos e para distinção entre conteúdo curricular e conteúdo instrumental.

De acordo com Moreira e Buchweitz (1993, p. 26), os mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. A análise do currículo e o ensino sob uma abordagem ausubeliana, em termos de significados, implicam:

- (i) identificar a estrutura de significados aceito no contexto da matéria de ensino;
- (ii) identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino;
- (iii) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz;
- (iv) organizar seqüencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as idéias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos;
- (v) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisará ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele

já existente e adequado para dar significado aos novos materiais de aprendizagem.

Portanto, para Moreira (1992), um bom planejamento de currículo implica uma cuidadosa análise de quais são os conceitos centrais para o entendimento da disciplina, ou da parte dela que está sendo considerada, sendo que os mapas conceituais podem ser extremamente úteis nesta tarefa.

Além de utilizar o mapa conceitual, é necessário saber construí-lo. Dessa forma, Moreira (1992, p. 11) descreve, alguns passos que podem ser empregados para sua elaboração:

- (i) Identifique os conceitos-chave do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista. Limite entre 6 e 10 o número de conceitos;
- (ii) Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva. Algumas vezes é difícil identificar os conceitos mais gerais, mais inclusivos; nesse caso, é útil analisar o contexto no qual os conceitos estão sendo considerados ou ter uma idéia da situação em que tais conceitos devem ser ordenados;
- (iii) Se o mapa se refere, por exemplo, a um parágrafo de um texto, o número de conceitos fica limitado pelo próprio parágrafo. Se o mapa incorpora também o seu conhecimento sobre o assunto, além do contido no texto, conceitos mais específicos podem ser incluídos no mapa.
- (iv) Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras-chave devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação;
- (v) Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Busque relações horizontais e cruzadas;
- (vi) Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes. Em geral, os exemplos ficam na parte inferior do mapa;
- (vii) Geralmente, o primeiro intento de mapa tem simetria pobre e alguns conceitos ou grupos de conceitos acabam mal situados em relação a outros que estão mais estreitamente relacionados. Reconstruir o mapa é útil neste caso;
- (viii) Talvez neste ponto você já comece a imaginar outras maneiras de fazer o mapa, outros modos de hierarquizar os conceitos. Lembre-se que não há um único modo de traçar um mapa conceitual. À medida que muda sua compreensão sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que você aprende, seu mapa também muda. Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz;
- (ix) Compartilhe seu mapa com colegas e examine os mapas deles. Pergunte o que significam as relações, questione a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros

que você julga fundamentais. O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e “negociar” significados.

Portanto, como já foi descrito, a utilização de mapas conceituais integrados a princípios pedagógicos constitui uma via interessante para a aprendizagem significativa. Eles podem ser vistos como uma técnica para exteriorizar o entendimento conceitual e proposicional, “porque são representações explícitas, abertas, dos conceitos e proposições que um indivíduo tem, permitindo dessa maneira, que professores e alunos troquem, ‘negociem’ significados e até os compartilhem” (Novak e Gowin, citados por Moreira, 1992, p. 25).

CAPÍTULO 5

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após o desenvolvimento do referencial teórico, são apresentados neste capítulo os procedimentos adotados para o levantamento das informações e a descrição instrumental utilizada para a pesquisa de campo.

Tendo em vista que a concepção do professor sobre seu papel mediador tem relação estreita com a eficiência do processo de ensino-aprendizagem, fomos a campo a fim de levantarmos dos professores quais são os elementos de mediação por eles utilizados para o encontro do aluno com o objeto de conhecimento e como esses elementos interferem no desempenho de sua prática pedagógica.

Para investigar esses elementos decidiu-se por uma abordagem qualitativa de natureza interpretativa, visto que essa possibilita uma investigação ampla do cotidiano dos professores e permite levantar o que realmente sentem, pensam e como agem nas salas de aulas e no contexto da escola. Optou-se por essa abordagem porque ela considera a percepção do observador como uma leitura possível e não como um resultado definitivo.

A coleta de dados, para a identificação dos elementos que norteiam a prática pedagógica do professor, se fez por meio de depoimentos recolhidos na aplicação de entrevistas semi-estruturadas, com professores de Química que detêm as informações sobre o processo de aprendizagem do conteúdo gases. Essa técnica foi escolhida, pela vantagem de poder ser desenvolvida de forma mais espontânea e ao mesmo tempo de

possibilitar um aprofundamento maior nas informações relevantes para o desenvolvimento deste trabalho.

A seleção das questões para a entrevista visava atender os seguintes objetivos:

(i) verificar como é desenvolvido o tema; (ii) identificar o grau de importância atribuída ao conteúdo de gases; (iii) identificar as dificuldades encontradas no desenvolvimento do tema; (iv) identificar o grau de utilização da experimentação na prática pedagógica; (v) identificar o grau de articulação entre o assunto abordado e o cotidiano; (vi) identificar o grau de importância atribuída à interdisciplinaridade na prática pedagógica; (vii) conhecer os recursos didáticos utilizados na prática pedagógica.

O protocolo de entrevista constituiu-se, inicialmente, de 13 perguntas. Posteriormente, fizemos três entrevistas consideradas piloto, para verificar o entendimento das questões por parte dos participantes. Como resultado desse estágio da coleta de dados, constatamos que em algumas questões poderia ser melhorada a forma de perguntar. Também constatamos que o protocolo de entrevistas seria mais completo com a adição de mais duas perguntas.

Desta maneira, o protocolo de entrevistas passou a constar de 15 perguntas norteadoras. São elas:

1. Você já trabalhou ou trabalha com o tema gases?
2. Por que você acha importante trabalhar esse tema?
3. Como você desenvolve o tema?
4. Quais as dificuldades que você encontra ao abordar o assunto?
5. Ao abordar o assunto gases, você utiliza experimentos? Se sim, quais? Se não, por quê?
6. Por que você acha que os experimentos são importantes para os alunos?

7. Que dificuldade os alunos apresentam no desenvolvimento do conteúdo?
8. Como você faz a articulação entre o assunto abordado e o cotidiano?
9. O que você entende por interdisciplinaridade?
10. É possível trabalhar de forma interdisciplinar com o assunto gases? De que maneira?
11. Você utiliza outro recurso didático? Como?
12. Como você utiliza o livro didático? Qual?
13. E como os alunos utilizam?
14. Você acha importante o uso de paradidáticos? Ao abordar gases, você utiliza algum exemplar? Como?
15. E como os alunos usam?

Foram escolhidos alguns professores de Química da rede pública de ensino, que foram submetidos à entrevista já descrita anteriormente, proporcionando dados que posteriormente foram analisados.

Para fazer parte dessa amostra, estabelecemos como critério principal ser o entrevistado professor de Química do ensino médio e ter trabalhado com o conteúdo de gases. Assim, a amostra final se constituiu de sete professores entrevistados.

Todas as entrevistas com os professores foram transcritas (vide apêndice 1). Sua análise envolveu três etapas: (i) a pré-análise; (ii) a codificação das informações; (iii) o tratamento e interpretação dos resultados.

Essa análise foi efetuada extraindo trechos das falas dos professores. Assim, a investigação feita permitiu observar a postura do professor, enquanto agente ativo no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de gases. Isto proporcionou, o levantamento de questões que evoluíram para o objeto de investigação desta dissertação.

Após essa investigação, foi necessário buscar na literatura a compreensão das relações existentes entre os diferentes saberes (cotidiano, científico e escolar), a interdisciplinaridade, o papel da experimentação no ensino de Química e o ensino por temas.

A seguir, iniciou-se a triangulação dos dados obtidos por meio das entrevistas com o referencial teórico. Essa triangulação consistiu em associar os depoimentos e um modelo teórico com a finalidade de compará-los. A partir dessa comparação, foram extraídas reflexões que contribuíram para o processo de definição e construção de um módulo de ensino para o conteúdo de gases.

CAPÍTULO 6

DESCRIÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES SOBRE O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO DE GASES

No presente capítulo foram caracterizados alguns elementos que norteiam a prática pedagógica do professor no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de gases.

A caracterização apresentada nesse trabalho foi elaborada com base nos resultados obtidos na investigação realizada junto aos professores e na análise desses resultados com base nos pressupostos teóricos desenvolvidos nos capítulos anteriores (cap. 1, 2, 3 e 4).

Assim, serão apresentadas adiante as principais proposições que puderam ser obtidas nesta investigação.

6.1. RELEVÂNCIA DO CONTEÚDO DE GASES

O Quadro 1 refere-se às categorias em que foram agrupadas as repostas dos professores à seguinte questão: Por que você acha importante trabalhar esse tema?

A identificação dos professores em todos os quadros apresentados nesse capítulo é feita por números que correspondem à ordem em que as entrevistas foram realizadas.

Quadro 1 - Concepções de professores da área de Química sobre a importância do conteúdo de Gases.

Categorias	Exemplos de respostas dos professores
<p>1. PROFESSORES QUE ATRIBUEM A IMPORTÂNCIA DO TEMA COM A NECESSIDADE DOS GASES PARA A SOBREVIVÊNCIA.</p>	<p>- A importância do tema se dá a partir da <u>necessidade dos seres humanos e todos seres vivos precisarem dos gases para a sobrevivência</u> (professor 1).</p> <p>- São <u>os gases que nos mantêm vivos, sendo a atmosfera terrestre uma mistura gasosa</u> (professor 4).</p>
<p>2. PROFESSORES QUE ATRIBUEM A IMPORTÂNCIA DO TEMA À NECESSIDADE DE EXPLICAR FENÔMENOS DO COTIDIANO.</p>	<p>- É importante, pois você tenta explicar alguns <u>princípios que eles vivem no dia-a-dia, mas não sabem de onde vem, então, a gente tenta correlacionar</u> (professor 2).</p> <p>- Acho que é uma maneira de trabalhar com substâncias que nós estamos acostumados a lidar no dia-a-dia. Os alunos precisam saber <u>como se comportam esses gases no cotidiano, no dia-a-dia deles</u> (professor 3).</p> <p>- Por que <u>ele existe muito no cotidiano, a gente vive cercado por gases</u> (professor 5).</p> <p>- É importante, porque tenta <u>explicar alguns aspectos do cotidiano</u> (professor 6).</p> <p>- Eu acho importante, pois <u>é um tema que está presente no dia-a-dia e principalmente nos problemas da poluição atmosférica</u> (professor 7).</p>

6.2. DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO DE GASES

O Quadro 2 refere-se às categorias em que foram agrupadas as repostas dos professores à seguinte questão: Como você desenvolve o tema?

Quadro 2 - Concepções de professores da área de Química sobre o desenvolvimento do conteúdo de Gases.

Categorias	Exemplos de respostas dos professores
3. PROFESSORES QUE DESENVOLVEM O TEMA TENDO O CONTEÚDO COMO PONTO DE PARTIDA.	- <i>Eu tento trabalhar a partir da composição dos <u>tópicos de interesse da química</u>, como pressão, volume, temperatura etc. (professor 1).</i>
4. PROFESSORES QUE DESENVOLVEM O TEMA TENDO O COTIDIANO COMO PONTO DE PARTIDA.	- <i>Aqui no laboratório, <u>eu acabo desenvolvendo o tema</u> com algumas práticas de obtenção de gases e acabo <u>salientando o uso, a utilidade desses gases</u>. Trabalho com a obtenção dos gases H_2, O_2 e CO_2, os principais na atmosfera, depois abordo o assunto direcionando-o para a poluição (professor 3).</i> - <i>Eu <u>começo escolhendo temas que são pertinentes ao aluno</u>, ou seja, onde o gás influencia na vida dele e tento desenvolver os conteúdos (professor 4).</i>
5. PROFESSORES QUE DESENVOLVEM O TEMA TENDO O CONTEÚDO COMO PONTO DE PARTIDA E O COTIDIANO COMO PONTO DE CHEGADA.	- <i>Eu trago <u>princípios teóricos</u>, como eles são classificados, as principais características químicas, o comportamento, <u>tentando assim, associar com o cotidiano</u>; depois tento realizar experimentos (professor 2).</i> - <i>Primeiramente, trabalho as propriedades e características dos gases. Posteriormente, relaciono essas características com a pressão, temperatura e volume. Depois trabalho os aspectos da poluição atmosférica, relacionando o conteúdo com o cotidiano do aluno (professor 6).</i>
6. PROFESSORES QUE DESENVOLVEM O TEMA TENDO O COTIDIANO COMO PONTO DE PARTIDA E O CONTEÚDO COMO PONTO DE CHEGADA.	- <i>Eu começo com problemas do cotidiano, com poluição, e a partir disso, trabalho os conteúdos (professor 5).</i>

A partir das respostas dos professores apresentadas nas categorias descritas acima, verificamos que alguns dos problemas existentes no ensino são reflexos de processos contraditórios da valorização e desvalorização do conhecimento observados na sociedade. As categorias 1 e 2 refletem uma concepção utilitária do conhecimento científico. Dessa forma, percebemos que as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem não se resumem às questões metodológicas.

As concepções indicadas nas categorias 3, 4 e 5 indicam a necessidade de considerar as concepções do cotidiano dos alunos. Pois, segundo Lopes (1999), a escola contribui para modificar o conhecimento cotidiano por meio do conhecimento escolar.

Sabemos que é necessário conhecer e trabalhar as concepções cotidianas dos alunos, no entanto, não devemos considerar como contínuos esse conhecimento e o conhecimento científico. Como já havíamos dito, de acordo com Lopes (1999), podemos cair no erro de considerar a ciência como uma atividade fácil, simples, extremamente acessível, nada mais que um refinamento do senso comum. Tal perspectiva tende a ser uma divulgação de uma falsa imagem da ciência, capaz de estimular processos e vulgarizações excessivamente simplificadoras, por isso mesmo crivadas de equívocos.

Percebemos, então, que os educadores precisam trabalhar para socializar o conhecimento científico e dialogar com o conhecimento cotidiano, obtendo assim, uma visão ampla do processo de ensino, procurando compreender como se processa a construção social do conhecimento, a construção histórica dos conceitos científicos, bem como a legitimação ou não dos diferentes saberes.

Mesmo havendo a necessidade de compreender a construção histórica dos conceitos científicos, percebemos que em nenhum momento da investigação, os

professores mencionaram a contribuição da história da ciência no processo de ensino-aprendizagem.

Para Matthews (1995), a introdução da história da ciência, dentro de uma perspectiva crítica, contribui para o aluno desconstruir a idéia de ciências como produto pronto e acabado, destituído de conflitos, para definição do que se entende como verdade. Isto possibilita que os estudantes desenvolvam seu conhecimento e entendimento sobre como o pensamento científico mudou através do tempo e como a natureza desse pensamento e sua utilização são afetadas pelos contextos sociais, morais, espirituais e culturais em cujo anseios se desenvolvem (Conselho Britânico de Currículo Nacional, citado por Matthews, 1992, p. 167)

As diferenças, de acordo com Lopes (1999), entre o conhecimento escolar e os saberes de referência não são necessariamente indesejáveis à formação científica dos cidadãos. Tais diferenças são capazes de contribuir para a formação de valores e saberes que não poderiam ser formados apenas pelo contato com o conhecimento científico. O desafio do professor de ciências é contribuir para desconstruir o dogmatismo e o autoritarismo da ciência, sem, porém, enveredar pela perspectiva da ciência-espetáculo, facilmente próxima do conhecimento comum.

Enfim, o conhecimento escolar, envolve a (re)construção tanto do conhecimento científico, quanto do conhecimento cotidiano, concebendo a mudança do conhecimento cotidiano em virtude das alterações nas relações com diferentes saberes sociais e a escola como instituição que tem por objetivo contribuir para questionar as concepções cotidianas de todos nós.

6.3. DIFICULDADES NO DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO

O Quadro 3 refere-se às categorias em que foram agrupadas as respostas dos professores às seguintes questões: (1) Quais as dificuldades que você encontra ao abordar o assunto? (2) Que dificuldade os alunos apresentam no desenvolvimento do conteúdo?

Quadro 3 - Concepções de professores da área de Química sobre as dificuldades no desenvolvimento do conteúdo de Gases.

Categorias	Exemplos de respostas dos professores
7. PROFESSORES QUE INDICAM QUE AS DIFICULDADES ESTÃO RELACIONADAS AOS ALUNOS.	<p>- As dificuldades são: (1) <u>os alunos</u> não dão importância ao assunto; (2) <u>a dificuldade dos alunos</u> no uso da matemática, principalmente, quando você trabalha os cálculos que envolvem o assunto (professor 1).</p> <p>- A principal dificuldade é conseguir trazer isso para a realidade <u>do aluno</u>, porque <u>ele</u> sempre cria uma barreira achando que aquilo que <u>ele</u> vai aprender, nunca mais vai ser útil na vida <u>dele</u>, não percebendo que na verdade <u>ele</u> está cercado por isso o tempo todo (professor 2).</p> <p>- <u>Os alunos</u> têm dificuldades com as fórmulas químicas e alguns nomes (professor 4).</p> <p>- <u>Os alunos</u> não vêem, então não acreditam. Para mensurar <u>eles</u> necessitam de coisas materiais, concretas (professor 5).</p>
8. PROFESSORES QUE INDICAM NÃO TER DIFICULDADES EM ABORDAR O TEMA.	<p>- Acho que não, no laboratório é bem mais fácil, pois eles vivenciam e aqui acabam tendo um pouquinho mais de curiosidade no momento de manusear os instrumentos para a realização das práticas. No momento de falar sobre algum gás,</p>

	<i>eles ficam bem mais atentos em função de terem que produzi-los, então, fica bem mais fácil, não tem muita dificuldade (professor 3).</i>
9. PROFESSORES QUE INDICAM QUE AS DIFICULDADES ESTÃO RELACIONADAS À DIVISÃO ESTRUTURAL DO CONTEÚDO PROGRAMÁTICO.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>As dificuldades são: (3) Pouco tempo para ministrar o conteúdo (professor 1).</i> - <i>As dificuldades são: os cálculos matemáticos existentes e o tempo é escasso para ministrar o conteúdo (professor 6).</i>

Ao responderem às duas questões descritas acima, percebemos que a maioria dos professores repetiu as mesmas respostas, indicando assim que as dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de gases estão relacionadas na sua grande maioria com as dificuldades dos alunos. Nessa perspectiva, o professor acredita não ter nenhuma dificuldade em desempenhar seu papel mediador, o que demonstra a carência de reflexões mais aprofundadas sobre seu papel no processo de ensino-aprendizagem.

Dentre as dificuldades enumeradas pelos professores encontram-se: a resolução de cálculos matemáticos; a utilização de nomenclatura e fórmulas químicas; a abstração do tema; a banalização do tema; a associação do conteúdo com o cotidiano do aluno; e o tempo escasso para desenvolver o conteúdo programático.

A partir dos depoimentos dos professores, podemos detectar que a maior dificuldade para o desenvolvimento do tema está relacionada a resoluções de cálculos matemáticos. De acordo com o professor 3: “ a dificuldade está na hora dos cálculos, onde os alunos têm que utilizar as fórmulas, para as transformações isotérmicas, isocóricas e isobáricas, como também para entender quando é inversamente ou diretamente proporcional”.

Isto pode ser interpretado como uma excessiva ênfase nos aspectos quantitativos do conhecimento, negligenciando-se os aspectos mais qualitativos.

6.4. PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO

O Quadro 4 refere-se às categorias em que foram agrupadas as respostas dos professores às seguintes questões: (1) Ao abordar o assunto gases, você utiliza experimentos? Se sim, quais? Se não, por quê? (2) Por que você acha que os experimentos são importantes para os alunos?

Quadro 4 - Concepções de professores da área de Química sobre o papel da experimentação na abordagem do conteúdo de Gases.

Categorias	Exemplos de respostas dos professores
10. PROFESSORES QUE TÊM A VISÃO DE QUE A EXPERIMENTAÇÃO SERVE PARA FACILITAR A VISUALIZAÇÃO DOS FENÔMENOS DESCRITOS NA TEORIA.	<p>- <i>O uso de experimentos é importante, pois acarreta um ganho maior para o aluno, que <u>consegue enxergar facilmente o fenômeno</u> em estudo (professor 1).</i></p> <p>- <i>Para eles vivenciarem e <u>verificarem</u> que a química está bem próxima deles, não sendo coisa de outro mundo (professor 3).</i></p> <p>- <i>Para que os alunos <u>possam ver na prática</u>, o que estão vendo na <u>teoria</u> (professor 4).</i></p> <p>- <i>Porque motiva os alunos a prestarem atenção, bem como possibilita eles <u>visualizarem</u> e relacionarem com a <u>teoria</u> em questão (professor 6).</i></p> <p>- <i><u>Reforçando</u> o que se ensina em sala de aula. A utilização de experimento faz o conteúdo ficar</i></p>

	<i>mais próximo deles, ajudando assim, a sua fixação (professor 2).</i>
11. PROFESSORES QUE INDICAM QUE A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS SERVE PARA MOTIVAR OS ALUNOS.	<p>- Porque <i>motiva os alunos</i> a prestarem atenção, bem como possibilita, eles visualizarem e relacionarem com a teoria em questão (professor 6).</p> <p>- É importante a utilização de experimentos durante as aulas, pois <i>motiva os alunos</i>, além de despertar interesse sobre o assunto (professor 7).</p>
12. PROFESSORES QUE TÊM A VISÃO DE QUE A EXPERIMENTAÇÃO SERVE PARA ARTICULAR AS PARTES MACROSCÓPICA, REPRESENTACIONAL E MICROSCÓPICA DE UM DADO FENÔMENO.	- A <i>experimentação</i> é importante para você vincular as partes macroscópicas, representacionais e microscópicas do fenômeno estudado (professor 5).

A utilização de experimentos para o desenvolvimento do trabalho em sala de aula é um consenso entre os professores entrevistados.

Porém, os relatos constantes da categoria 10 permitem verificar que os professores tratam a relação da experimentação com o ensino de Química, como via de mão única, em que “a prática comprova a teoria”. Dessa forma, o ensino de Química transmite uma visão dogmática, como a única forma verdadeira e definitiva para explicar qualquer questão.

Segundo Silva e Zanon (2000), essa visão da ciência deve ser severamente questionada e discutida. Para as autoras, suposições como estas não têm como serem sustentadas se for considerada a complexidade da atividade científica.

Ainda na visão das autoras, a ciência se alimenta da dúvida e da indagação. E o conhecimento só avança com base em questionamentos. Por isso, ao invés de tornar definitivo e/ou cristalizar o conhecimento, é importante valorizar o sentido da

provisoriedade como um sentido onipresente nos processos do conhecimento. O que indica que vale mais a argumentação, do que a pretensa resposta única, verdadeira e correta por si só.

Outro aspecto que deve ser considerado, segundo Castilho, Silveira e Machado (1999), é que os alunos, frente a um fenômeno químico, não vão observá-lo e muito menos compreendê-lo, no sentido do que seja uma transformação química, apenas porque tiveram um acesso “visual” ao fenômeno.

Isso indica que a compreensão sobre o fenômeno químico se dá pela mediação do professor fundamentado em conceitos químicos e na linguagem inerente ao conhecimento escolar.

Alguns professores entrevistados e agrupados na categoria 11, apontam o papel motivador dos experimentos junto aos alunos. Essa concepção reflete a desatenção ao papel específico da experimentação no processo de aprendizagem.

Percebe-se então, que as concepções apontadas nas categorias 10 e 11, estão associadas à falta de conceituação teórica dos professores sobre o tema, demonstrando assim, a carência de reflexões mais aprofundadas sobre o papel da experimentação no ensino de ciências.

Conseqüentemente, essa falta de reflexão impede a concretização do objetivo central da experimentação, que é o de contribuir para a construção do conhecimento no nível teórico conceitual e a promoção das potencialidades humanas/sociais, tornando, assim, superficiais, mecânicas e repetitivas.

Já a resposta do professor apresentada na categoria 12 difere das outras porque procura articular três dimensões ou níveis do conhecimento, que nunca deveriam ser

dissociados: o fenomenológico (macroscópico), o teórico (microscópico) e o da linguagem (representacional).

Para Mortimer *et al.* (2000), esses três componentes devem comparecer igualmente nas interações de sala de aula, pois a produção de conhecimento em Ciências é resultante de uma relação dinâmica/dialética entre o experimento e a teoria, entre pensamento e realidade. Tal relação só é possível através da ação mediadora da linguagem e saberes “cotidianos diversificados” e “científicos diversificados” que são capazes de construir o conhecimento escolar.

De acordo com a investigação, podemos destacar alguns experimentos utilizados pelos professores para trabalhar o conteúdo de gases. São eles:

- A obtenção de gases, tais como: CO_2 , O_2 e H_2 ;
- A utilização de soluções de amônia e ácido clorídrico, para trabalhar a velocidade de difusão dos gases;
- A utilização de seringas vedadas, no intuito de trabalhar os conceitos relacionados à pressão;
- A utilização de balões fixados em garrafas plásticas, no intuito de trabalhar conceitos relacionados a transformações isobáricas;
- A utilização de latinha vazias de refrigerantes, no intuito de trabalhar com a pressão atmosférica.

Entre os professores investigados, o entrevistado nº 3 menciona a dificuldade de realizar alguns experimentos por falta de material no laboratório: “Os experimentos que eu utilizo são de obtenção de H_2 , O_2 e CO_2 e falo onde eles são utilizados. Atualmente eu não estou utilizando esse experimento, em função do pouco material que tem no laboratório”.

Porém, podemos perceber que, na lista de experimentos descrita anteriormente, muitos educadores recorrem a materiais alternativos para trabalhar. De acordo com Axt (1991), os professores não podem ficar esperando que sejam instalados nas escolas amplos laboratórios com todo o material do qual necessitam. É preciso buscar formas alternativas: “experimentar na sala de aula mesmo ou fora dela, juntar material aqui ou acolá, envolver os alunos na confecção de determinados dispositivos e lutar por verbas para adquirir o mínimo de equipamento necessário para um ensino de qualidade” (Moreira e Axt, 1991, p.84).

6.5. ARTICULAÇÃO ENTRE O ASSUNTO ABORDADO E O COTIDIANO

O Quadro 5 refere-se às categorias em que foram agrupadas as respostas dos professores à seguinte questão: Como você faz a articulação entre o assunto abordado e o cotidiano?

Quadro 5 - Concepções de professores da área de Química sobre a articulação do conteúdo abordado e o cotidiano.

Categorias	Exemplos de respostas dos professores
13. PROFESSORES QUE ARTICULAM O CONTEÚDO COM O COTIDIANO POR MEIO DA CONTEXTUALIZAÇÃO (UTILIZANDO TEMAS).	<p>- Falo um pouco de <u>poluição, efeito estufa</u>, ou seja, eu acabo vinculando o gás em várias situações presentes no cotidiano (professor 3).</p> <p>- Eu procuro <u>temas</u> do dia-a-dia, como poluição, temas de jornais e converso com os alunos para ver o que eles acham dos gases (professor 5).</p> <p>- Eu trabalho com a questão da <u>poluição</u></p>

	<i>atmosférica, como: o efeito estufa, a camada de ozônio etc. (professor 6).</i>
14. PROFESSORES QUE ARTICULAM O CONTEÚDO COM O COTIDIANO RELACIONANDO O ASSUNTO COM OUTRAS DISCIPLINAS.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Tento relacionar um pouco com a <u>biologia e a física</u>, ajudando, assim, os alunos se ambientarem um pouco mais com o conteúdo (professor 2).</i> - <i>Vinculo a partir de um <u>texto</u> com a parte de <u>biologia e geografia</u> (professor 3).</i>

De acordo com as respostas dos professores apresentadas na categoria 13, uma das possibilidades de articulação do conteúdo com o cotidiano pode ser feita utilizando temas sociais, o que possibilita uma flexibilidade maior do currículo, uma vez que os temas podem ser priorizados e contextualizados de acordo com as diferentes realidades locais e regionais. Alguns dos entrevistados mencionaram a poluição atmosférica como exemplo de tema explorado.

Para Santos *et al.* (2004), a abordagem temática deve ser feita de forma que o aluno compreenda os processos químicos envolvidos e possa discutir aplicações tecnológicas relacionadas ao tema, compreendendo efeitos das tecnologias na sociedade, na melhoria da qualidade de vida das pessoas e nas suas decorrências ambientais. Nessa perspectiva, temas como atmosfera terrestre e poluição atmosférica podem continuar sendo explorados.

Na visão de Santos e Schnetzler (2003), compreender o papel dos temas é perceber que eles não constituem apenas mais um elemento a ser incluído no conteúdo programático, mas sim um poderoso mecanismo para auxiliar na formação da cidadania. Nesse sentido, os temas também não podem ser vistos apenas como elementos de motivação do aluno ou como conteúdo adicional.

A leitura dos relatos nos permite verificar que a categoria 14 constitui-se de elementos que muitas vezes não são articuladores do conteúdo com o cotidiano, pois alguns professores podem abordar assuntos pertinentes a outras disciplinas, mostrando um desconhecimento das concepções cotidianas que os permeiam.

6.6. INTERDISCIPLINARIDADE

O Quadro 6 refere-se às categorias em que foram agrupadas as respostas dos professores às seguintes questões: (1) O que você entende por interdisciplinaridade? (2) É possível trabalhar de forma interdisciplinar com o assunto gases? De que maneira?

Quadro 6 - Concepções de professores da área de Química sobre a interdisciplinaridade

Categorias	Exemplos de respostas dos professores
15. PROFESSORES QUE INDICAM QUE O TRABALHO INTERDISCIPLINAR TEM QUE ENVOLVER VÁRIAS DISCIPLINAS OU ÁREAS.	<p>- <i>Você pode trabalhar de maneira interdisciplinar com várias disciplinas, ainda mais que esse tema é trabalhado tanto em química quanto em física (professor 1).</i></p> <p>- <i>Você pode relacionar com a <u>biologia, física, matemática</u>, explicando as escalas de temperatura, ponto de ebulição de um gás, ou seja, vários assuntos que se relacionam (professor 2).</i></p> <p>- <i>É você relacionar o assunto que está trabalhando com os aspectos discutidos em <u>outras disciplinas</u>, para que o aluno consiga ter uma visão mais global, e menos fragmentada (professor 6).</i></p>

<p>16. PROFESSORES QUE ATRIBUEM AO TEMA OU ASSUNTO A SER ESTUDADO PAPEL CENTRAL COMO UNIFICADOR DAS DISCIPLINAS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>A atmosfera é um assunto abordado em outras disciplinas, não só das chamadas ciências exatas, mas também na área de ciências humanas. Então, a maneira ideal de trabalhar isso seria <u>desenvolver o tema</u> a partir da composição do ar e, assim, trabalhar o assunto com o auxílio de outras disciplinas (professor 1).</i> - <i>Geralmente eu trabalho com um texto que apresenta um determinado <u>tema</u>, onde eu peço aos meus alunos que eles realizem a leitura e em seguida façam o mapa conceitual (professor 3).</i> - <i>Juntar todas as matérias que são pertinentes <u>ao assunto</u>, abordar o máximo de conteúdos possíveis (professor 4).</i> - <i>Seria a partir de um <u>tema</u> conseguir trabalhar os conhecimentos, ou seja, não há fragmentação do assunto, ele é visto como um todo (professor 5).</i>
<p>17. PROFESSORES QUE INDICAM QUE O TRABALHO INTERDISCIPLINAR ESTÁ BASEADO EM PROJETOS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Durante as coordenações pedagógicas podemos discutir temas transversais vinculados ao conteúdo de gases e <u>montar projetos</u> a partir desses temas (professor 7).</i>

De acordo com as respostas dos professores apresentadas na categoria 15, para o desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar, há a necessidade do envolvimento de outras disciplinas ou áreas de conhecimento. Esse envolvimento, segundo Augusto *et al.* (2004), é um dos pilares mais claros e importantes que formam o conceito de interdisciplinaridade. Porém, na visão de Etges (1995), tal envolvimento não deve consistir apenas na mistura de conteúdos, sem qualquer tipo de planejamento, pois essa atitude não só destrói o saber posto, mas acaba com qualquer aprendizagem.

As respostas dos professores agrupadas na categoria 16 indicam que na prática pedagógica a interdisciplinaridade e a contextualização alimentam-se mutuamente, pois o tratamento das questões trazidas por temas expõe as inter-relações entre os objetos de conhecimento, de forma que não é possível fazer um trabalho contextualizado tomando-se uma perspectiva disciplinar rígida.

A busca de temas que propiciem um ensino contextualizado, no qual o aluno pode vivenciar e aprender com a integração de diferentes disciplinas, pode possibilitar ao aluno a compreensão tanto do processo químico em si, quanto de um conhecimento químico sem fronteiras disciplinares. No entanto, para Kinaishi e Zanon (1997), a simples presença de temas não garante a promoção de aprendizagem que seja inter-relacionada e crítica.

Outro aspecto que deve ser considerado, segundo Nogueira (2001), é que muitas vezes, por não existir um planejamento conjunto dos professores das diferentes disciplinas, o trabalho com um tema único, não se torna unificador, pois nenhuma disciplina “emprestou” para outra seus “diferentes saberes”. Assim, não se torna possível demonstrar aos alunos as relações existentes entre as diferentes áreas de conhecimento e essas continuam sendo tratadas de forma compartimentada.

Para Augusto *et al.* (2004), a idéia de interdisciplinaridade compreende troca e cooperação, uma verdadeira integração entre as disciplinas, de modo que as fronteiras entre elas tornem-se invisíveis.

O termo “projeto” é utilizado por um dos professores, como disposto na categoria 18. De acordo com Severino (2001), a superação da fragmentação na educação só se torna viável por meio de projetos, que articulem propostas e planos de ação baseados em valores previamente explicitados e assumidos.

Alguns professores apontaram a necessidade de se trabalhar com outros educadores para que seja realizado um trabalho interdisciplinar.

“É possível trabalhar de forma interdisciplinar com o assunto gases, mas depende muito do meu relacionamento com os outros professores” (**professor 5**).

“Para se trabalhar de forma interdisciplinar, é necessário durante as coordenações pedagógicas discutir temas transversais sobre gases e montar projetos a partir desses temas” (**professor 7**).

Porém, para Augusto *et al.* (2004), embora as atividades colaborativas sejam ideais, um trabalho interdisciplinar pode ser implementado por um único professor disposto a integrar conteúdos de outras disciplinas com os de sua área.

Ainda segundo o autor, afirmações como: a necessidade de um projeto, o envolvimento de várias disciplinas e a articulação por temas, são aspectos positivos encontrados nas concepções dos professores. Contudo, há muitas lacunas que devem ser supridas, entre elas a falta de compreensão do significado do conceito interdisciplinar e sua metodologia.

Tal aspecto é verificado quando todos os professores entrevistados responderam afirmativamente à questão 2, porém, ao citarem as metodologias adotadas para a implementação dessa prática, nota-se que eles confundem interdisciplinaridade com outras ações de trabalho em grupo e continuam muito apegados à disciplina que lecionam, e que eles consideram aglutinadora ou centralizadora na implantação de temas interdisciplinares (Augusto *et al.*, 2004).

6.7. RECURSOS DIDÁTICOS

O Quadro 7 refere-se às categorias em que foram agrupadas as respostas dos professores às seguintes questões: (1) Você utiliza algum outro recurso didático? Como? (2) Como você utiliza o livro didático? (3) Você acha importante o uso de paradidáticos? Ao abordar gases, você utiliza algum exemplar? Como?

Quadro 7 - Recursos didáticos que os professores da área de Química utilizam para o desenvolvimento do conteúdo de gases.

Categorias	Exemplos de respostas dos professores
18. PROFESSORES QUE UTILIZAM O LIVRO DIDÁTICO.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Eu utilizo alguns livros com a finalidade de preparar aulas (professor 2).</i> - <i>Eu utilizo <u>vários livros</u>, o adotado no colégio e outros que tenho em casa (professor 4).</i> - <i><u>Livros didáticos</u>, paradidáticos, textos e o retroprojeter (quando o colégio possui) (professor 5).</i> - <i>Eu utilizo <u>vários livros didáticos</u> para preparar as aulas e montar apostilas de exercícios para os alunos (professor 6).</i>
19. PROFESSORES QUE UTILIZAM LIVROS PARADIDÁTICOS.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Acho importante. Eu já utilizei, só que no momento não lembro o nome, porém sei que os assuntos abordados eram poluição atmosférica (professor 3).</i> - <i>Livros didáticos, <u>paradidáticos</u>, textos e o retroprojeter (quando o colégio possui) (professor 5).</i> - <i>Eu utilizo <u>paradidático</u> e filmes (professor 7).</i>
20. PROFESSORES QUE UTILIZAM A INFORMÁTICA.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Tirando os experimentos utilizados em sala de aula, seria a <u>informática</u>, recurso que a escola</i>

	<p>proporciona (professor 1).</p> <p>- Às vezes quando a gente consegue se faz o uso do <u>laboratório de informática</u> (professor 3).</p> <p>- Pesquisa na <u>Internet</u>, transparência e filmes (professor 4).</p> <p>- Artigos de revistas, a Internet, transparências etc (professor 6).</p>
21. PROFESSORES QUE UTILIZAM TEXTOS DE JORNAIS E REVISTAS	<p>- Eu utilizo transparências, <u>revistas</u> etc. (professor 2).</p> <p>- Livros didáticos, paradidáticos, <u>textos</u> e o retroprojetor (quando o colégio possui) (professor 5).</p> <p>- <u>Artigos de revistas</u>, a Internet, transparências etc (professor 6).</p>
22. PROFESSORES QUE UTILIZAM EXPERIMENTOS.	<p>- Tirando os <u>experimentos</u> utilizados em sala de aula, seria a informática, recurso que a escola proporciona (professor 1).</p> <p>- <u>Além das práticas</u>, dificilmente. Eu dou um pouco de aulas expositivas, faço a prática (professor 3).</p>
23. PROFESSORES QUE UTILIZAM FILMES.	<p>- Pesquisa na Internet, transparência e <u>filmes</u> (professor 4).</p> <p>- Eu utilizo paradidático e <u>filmes</u> (professor 7).</p>
24. PROFESSORES QUE UTILIZAM MAPAS CONCEITUAIS.	<p>- Ao utilizar um texto que está vinculado à biologia (aborda fotossíntese), geografia e química, é pedido aos alunos a construção de um <u>mapa conceitual</u>, onde eles verificam os assuntos interligados (professor 3).</p>

Todos os professores entrevistados afirmaram utilizar o livro didático. Estes são utilizados, normalmente, como fonte de pesquisa na preparação das aulas e na escolha de exercícios que posteriormente serão aplicados em sala de aula. Isso indica que sua

utilização muitas vezes determina a escolha dos conteúdos a serem abordados e a metodologia a ser utilizada em sala de aula.

Numa visão geral dos livros, podemos identificar fatores semelhantes, tais como: apresentam títulos semelhantes, o conteúdo é dividido em unidades relacionadas em disciplinas e/ou unidades, apresentam exercícios de fontes semelhantes de universidades particulares e públicas, favorecem o ensino expositivo, utilizam por demais a abstração e possuem um número ínfimo de ilustrações. Além disso, esses livros apresentam a Química como uma ciência dogmatizada, em que todas as teorias são verdades absolutas.

Outro recurso mencionado nas entrevistas é o chamado “paradidático”. De acordo com Pereira *et al.* (1999), o seu uso inclui algumas estratégias de ensino-aprendizagem que se baseiam em intenções como: (i) considerar as relações entre conhecimento químico, sociedade, tecnologia, cultura, economia, política, ética e ecologia; (ii) resgatar a ênfase nos princípios químicos e possibilitar uma visão mais coerente das atividades científicas; (iii) disponibilizar aos professores sugestões para a exploração de um recurso que pode propiciar a contextualização e o aprofundamento do conteúdo abordado, a atualização, a visão interdisciplinar da ciência e a inter-relação entre os conceitos apresentados em sala de aula; (iv) estimular a prática da educação ambiental em sala de aula; (v) oferecer aos alunos momentos em que possam desenvolver habilidades de comunicação, cooperação, argumentação, participando assim ativamente de seu processo de aprendizagem; (vi) estimular a leitura de livros seguida de consulta a outras fontes de informação correlatas e atualizadas.

Outros recursos utilizados pelos professores e descritos nos depoimentos foram: (i) programas provenientes da área de informática; (ii) textos de jornais, revistas e

filmes; e (iii) mapas conceituais. Sabemos que a utilização destes recursos didáticos pode levar o aluno a compreender e interpretar os fenômenos químicos mais diretamente ligados à sua vida cotidiana. Porém, os professores parecem não ter clareza da relação de suas metas (objetivos de ensino) com as estratégias utilizadas para alcançá-las.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou que o ensino de gases por alguns professores apresenta certos problemas. São eles:

- O processo contraditório da valorização e desvalorização do conhecimento observado na sociedade;
- A concepção de ciência como uma atividade fácil e simples, tornando-se assim, um refinamento do senso comum;
- A excessiva ênfase aos aspectos quantitativos do conteúdo de gases, negligenciando-se assim, os aspectos mais qualitativos;
- A relação da experimentação com o ensino de Química é vista como via de mão única, em que a prática comprova a teoria;
- A falta (ou uso inadequado) de articulação do conteúdo com o cotidiano dos alunos;
- A falta de compreensão do significado do conceito interdisciplinar e sua metodologia;
- O professor acredita não ter dificuldades em desempenhar seu papel de mediador no processo de ensino-aprendizagem.

Assim, na tentativa de propor uma alternativa visando à melhoria da aprendizagem, elaborou-se um módulo de ensino que possui as seguintes características:

- Utilizou-se como base para o estudo dos gases, o tema gerador “atmosfera terrestre”, buscando assim vivenciar o dia-a-dia do aluno, trazendo condições para que este reflita sobre o papel importante que a atmosfera terrestre desempenha no planeta, os

problemas ocasionados pela poluição desta pelo homem e as conseqüências para o futuro da vida na terra.

- O processo de ensino-aprendizagem é organizado com o auxílio do paradidático “A Atmosfera Terrestre”, propiciando assim: a compreensão de relações entre o conhecimento químico e outras áreas de conhecimento; a contextualização, o aprofundamento do conteúdo abordado, a visão interdisciplinar da ciência e a inter-relação entre os conceitos apresentados em sala de aula; o desenvolvimento de habilidades de comunicação, cooperação e argumentação; e o estímulo à leitura de livros.

- A elaboração foi centrada em abordagens teórico-práticas contextualizadas, com ênfase na experimentação e na exploração de vivência dos alunos. Assim, as experiências propostas envolvem articulações dinâmicas, permanentes e inclusivas entre três níveis de conhecimento: o fenomenológico, o teórico e o da linguagem. No decorrer do módulo, os experimentos mantêm constante e explícita a inter-relação entre esses conhecimentos, de forma que o aluno compreenda a estreita relação entre eles.

- Na perspectiva de trabalhar com uma visão mais humana e compreensível da ciência, o módulo proporciona duas seções, chamadas de “Pitadas da História” e “Leituras Complementares”. A primeira seção apresenta aspectos históricos e filosóficos que ajudam a entender a ciência como algo dinâmico e em constante transformação, enquanto a segunda traz informações complementares que contribuem para um melhor desempenho do professor ao propor as atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R. *Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e suas regras*. 10^ª edição São Paulo: editora brasiliense, 1987.
- AXT, R. *O papel da Experimentação no Ensino de Ciências*. In: MOREIRA, M A.; AXT, R. (org). Porto Alegre: Sagra, 1991.
- AUGUSTO, T. G. S. *et al.* Interdisciplinaridade: Concepções de professores da área ciência da natureza em formação em serviço. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 2, 2004. p. 277-289
- BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.
- _____. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, Resolução CEB nº 3 de 26 de junho de 1998.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Fundamental (SEF). *Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais*. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), Departamento de Políticas de Ensino Médio. *Orientações Curriculares do Ensino Médio*. Brasília, DF: MEC/SEB, 2004.
- BOCHNIAK, R. *O questionamento da interdisciplinaridade e a produção do seu conhecimento na escola*. In: FAZENDA, I. C.(orgs). *Práticas interdisciplinares na escola*. São Paulo: Cortez, 2001.

CASTILHO, D. L.; SILVEIRA, K. P.; MACHADO, A. H. As aulas de química como espaço de investigação e reflexão. *Química Nova na Escola*, n. 9, maio, 1999. p. 14-17.

CORAZZA, S. M. *Tema Gerador: concepção e práticas*. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1992.

CRUZ, S. M. S. C. S.; ZYLBERSZTAJN, A. *O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos*. In: PIETROCOLA, M. *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciência: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

EICHLER, M.; DEL PINO, J. C. Jornais e revistas on-line: busca por temas geradores. *Química Nova na Escola*. n. 9, maio, 1999.

ETGES, N. J. *Ciência, interdisciplinaridade e educação*. In: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs). *A interdisciplinaridade – para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

FAZENDA, I. C. *Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa*. Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico. 5^a edição. Campinas, SP: Papyrus, 2000.

_____. *O trabalho docente como síntese interdisciplinar*. In: FAZENDA, I. C.(org). *Práticas interdisciplinares na escola*. São Paulo: Cortez, 2001.

_____. *Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro: efetividade ou ideologia?* 5^a edição. São Paulo: Loyola, 2002.

- FERREIRA, M. E. *Ciência e interdisciplinaridade*. In: FAZENDA, I. C. (org). *Práticas interdisciplinares na escola*. São Paulo: Loyola, 1991.
- FERREIRA, S. L. *Introduzindo a noção de interdisciplinaridade*. In: FAZENDA, I. (org). *Práticas interdisciplinares na escola*. São Paulo: Loyola, 1991.
- FREIRE JR, O. *A relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de Ciências*. In: SILVA FILHO, W. J. (orgs). *Epistemologia e ensino de ciências*. Salvador, BA: Arcádia, 2002.
- FREIRE, P. *Extensão e Comunicação?* 9ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.
- _____. *Pedagogia do Oprimido*. 41ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
- FOLLARI, R. A. *Interdisciplinaridade e dialética: sobre um mal entendido*. In: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs). *A interdisciplinaridade – para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.
- _____. *Algunas consideraciones prácticas sobre interdisciplinariedad*. In: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs). *A interdisciplinaridade – para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.
- FRIGOTTO, G. *A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais*. In: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs). *A interdisciplinaridade – para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.
- GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. *Química Nova*, v. 27, n. 2, 2004.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*. n. 10, novembro, 1999.

- HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. *Minidicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2003.
- IVAN, D. *Conhecimento e Transdisciplinaridade*. Belo Horizonte: Editora UFMG; IEAT, 2001.
- JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. *Interdisciplinaridade - para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.
- _____. *Imanência, história e interdisciplinaridade*. In: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs). *A interdisciplinaridade – para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.
- JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e Patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago editor, 1976.
- LIMA, M. E. C. C.; SILVA, N. S. Estudando os plásticos: tratamento de problemas autênticos no ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 5, maio, 1997.
- LIMA, J. F. L. *et al.* A contextualização no Ensino de Cinética Química. *Química Nova na Escola*, n. 11, maio de 2000. p.26 – 29.
- LAVILLE, C.; DIONNE, J. *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Trad. Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.
- LOPES, A. R. C. *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: UERJ, 1999.

- LUCIANE, T. J. M.; KUWABARA, I. H. A formação profissional do Técnico em Química: caracterização das origens e necessidades atuais. *Química Nova*. V. 28, n. 2, 2005. p. 350-359.
- LUCK, H. *Pedagogia interdisciplinar – fundamentos teóricos – metodológicos*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- KINAISKI, A. C. ; ZANON, L. B. O leite como tema organizador da aprendizagens em Química no Ensino Fundamental. *Química Nova na Escola*. n. 6, novembro, 1997. p. 16 – 19.
- MACEDO, E. F. Os temas transversais nos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Química Nova na Escola*. n. 8, novembro de 1998. p. 23 – 27.
- MACHADO, A. H.; MUNHOZ. D. E. A.; MINGOTE, R. M. *Plásticos: bem ou mal necessário? Relatos de uma experiência em educação ambiental com livros paradidáticos*. In: Livros de Resumos da 20ª Reunião anual da sociedade Brasileira de Química. Poços de Caldas, 1997. Resumo Ed-31.
- MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciência: A tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense no Ensino de Física*, v. 12. n.3., dez. 1995. p. 164-214.
- MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais no ensino de física*. Porto Alegre: Instituto de Física – UGRGS, 1992.
- _____. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.
- MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. *Novas estratégias de Ensino e Aprendizagem*. 1ª edição. Lisboa: Plástano edições técnicas, 1993.

- MOREIRA, M. A.; MANSINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes, 1982.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A. Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, 2000. p. 273-283.
- MOTSUMOTO, L. T. J.; KUWABARA, I. H. A formação profissional do técnico em química: caracterização das origens e necessidades atuais. *Química Nova*. v. 28, n. 2, 2005. p. 350 – 359.
- NOGUEIRA, N. R. *Pedagogia de projetos: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências*. São Paulo: Érica, 2001.
- OLIVEIRA, M. M. *A interdisciplinaridade aplicada em projetos pedagógicos no ensino superior*. Tese de Doutorado em Educação. Brasília, UnB, 2002.
- PEREIRA, R. L. *et al. Tirando as argilas do anonimato*. *Química Nova na Escola*. n. 10, novembro, 1999. p. 3 -5.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira. *Ensaio. Pesq. Educ. Ciência*, 2000, v.2, n.2, p.133-162.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3^a ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2003.
- SANTOS, W. L. P. *et al. Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática pra o desenvolvimento de atitudes e valores*. *Química Nova na Escola*, n. 20, novembro, 2004. p. 11 – 16.

SEVERINO, A. J. *O conhecimento pedagógico e a interdisciplinaridade: o saber como intencionalização da prática*. In: FAZENDA, I. (orgs). *Práticas interdisciplinares na escola*. São Paulo: Cortez, 2001.

SILVA FILHO, W. J. *et al. Epistemologia e ensino de ciência*. Salvador: Arcádia, 2002.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. *A experimentação no Ensino de Ciência*. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (orgs). *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. CAPES/UNIMEP, 2000.

STRATHERN, P. *O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química*. Tradução, Maria Luíza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA; R. R. *A atmosfera terrestre*. 2^a edição (edição reformulada). São Paulo: Moderna, 2004.

APÊNDICE 1 – INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS

Apêndice 1.1. Transcrição das entrevistas com os professores.

➤ Entrevista N° 01

1. Você já trabalhou ou trabalha com o tema gases?

Já trabalhei, no momento não estou trabalhando.

2. Por que você acha importante trabalhar esse tema?

A importância do tema se dá a partir da necessidade dos seres humanos e todos seres vivos precisarem dos gases para a sobrevivência.

3. Como você desenvolve o tema?

Geralmente eu trabalho esse tema a partir da composição do ar; depois o desenvolvimento é desencadeado pelas suas propriedades e características. Eu tento trabalhar a partir da composição dos tópicos de interesse da química, como pressão, volume, temperatura, etc.

4. Quais as dificuldades que você encontra ao abordar o assunto?

As dificuldades são: (1) os alunos não dão importância ao assunto. Há uma tendência muito grande dos alunos acharem o assunto como gases sem relevância por serem substâncias abundantes (na visão dos alunos substâncias importantes são geralmente aquelas que são nocivas ao homem); (2) a dificuldade dos alunos no uso da matemática, principalmente, quando você trabalha os cálculos que envolvem o assunto; (3) Pouco tempo para ministrar o conteúdo.

5. Ao abordar o assunto gases, você utiliza experimentos? Se sim, quais? Se não, por que?

Utilizo sim, alguns experimentos que você verifica as transformações isotérmicas, isobáricas e isocóricas, através do uso de seringas, balão, latina de alumínio. São experimentos que podem ser trabalhados em sala de aula, durante a explicação do conteúdo.

6. Por que você acha que os experimentos são importantes para os alunos?

O uso de experimentos é importante, pois acarreta um ganho maior para o aluno, que consegue enxergar facilmente o fenômeno em estudo.

7. Que dificuldade os alunos apresentam no desenvolvimento do conteúdo?

A banalização do tema; cálculos matemáticos e pouco tempo para se ministrar o conteúdo.

8. Como você faz a articulação entre o assunto abordado e o cotidiano?

A articulação acontece quando se trabalha com a composição do ar, verificando as substâncias presentes na atmosfera e discutindo sua importância com fenômenos do cotidiano.

9. É possível trabalhar de forma interdisciplinar com assunto gases? De que maneira?

É possível, existindo várias maneiras de articular o assunto. Você pode trabalhar de maneira interdisciplinar com várias disciplinas, ainda mais que esse tema é trabalhado tanto em química quanto em física.

A atmosfera é um assunto abordado em outras disciplinas, não só das chamadas ciências exatas, mas também na área de ciências humanas. Então, a maneira ideal de trabalhar isso, seria desenvolver o tema a partir da composição do ar, e assim, trabalhar o assunto com o auxílio de outras disciplinas.

10. Você utiliza outro recurso didático? Como?

Tirando os experimentos utilizados em sala de aula, seria a informática, recurso que a escola proporciona. Geralmente, você marca um horário na sala de informática, e pede para o aluno pesquisar ou elaborar trabalhos.

11. Como você utiliza o livro didático? Quais?

Nós temos um livro didático aplicado há três anos na escola, dos autores Usberco e Salvador, que é utilizado para trabalhar exercícios com os alunos. Já na preparação das aulas, eu utilizo vários livros, tais como: Marta Reis, Tito e Canto, Química na Sociedade e etc, pois pessoalmente não gosto de utilizar um livro só.

12. E como os alunos utilizam?

O livro didático seria um recurso para os alunos estudarem a matéria que foi trabalhada em sala de aula e para resolução de exercícios.

13. Você acha importante o uso de paradidáticos? Ao abordar gases, você utiliza algum exemplar? Como?

Sim. Mesmo achando importante a utilização de paradidáticos, não o utilizo, pois o tema gases é dado no último bimestre (dentro de uma programação estabelecida), ficando difícil trabalhar com um livro. Os conteúdos ministrados no quarto bimestre ficam muito prejudicados, não sobrando tempo disponível para a utilização de um paradidático.

➤ **Entrevista N° 02**

1. Você já trabalhou ou trabalha com o tema gases?

Sim, já trabalhei, atualmente não estou trabalhando.

2. Por que você acha importante trabalhar esse tema?

É importante, pois você tenta explicar alguns princípios que eles vivem no dia-a-dia, mas não sabem de onde vem, então, a gente tenta correlacionar.

3. Como você desenvolve o tema?

Eu trago princípios teóricos, como eles são classificados, as principais características químicas, o comportamento, tentando assim, associar com o cotidiano; depois tento realizar experimentos.

4. Quais as dificuldades que você encontra ao abordar o assunto?

A principal dificuldade é conseguir trazer isso para a realidade do aluno, porque ele sempre cria uma barreira achando que aquilo que ele vai aprender, nunca mais vai ser útil na vida dele, não percebendo que na verdade ele está cercado por isso o tempo todo.

5. Ao abordar o assunto gases, você utiliza experimentos? Se sim, quais? Se não, por que?

Sim. Os meus experimentos são muito ligados a interdisciplinaridade.

Eu tento misturar um pouco de biologia, para eles saberem que está tudo correlacionado. Trabalha-se com gases da respiração, o sistema do funcionamento do pulmão, os gases que compõem o ar que eles respiram, como são metabolizados, como são eliminados do corpo. O intuito é trazer a química para dentro daquilo que eles conhecem, que é o próprio funcionamento do corpo.

6. Por que você acha que os experimentos são importantes para os alunos?

Reforçando o que se ensina em sala de aula. A utilização de experimento faz o conteúdo ficar mais próximo deles, ajudando assim, a sua fixação. Se for utilizado somente o princípio químico descrito no livro, será mais complicada a sua compreensão pelos alunos.

7. Que dificuldade os alunos apresentam no desenvolvimento do conteúdo?

A maior dificuldade é na parte teórica, onde ele vai assimilar os nomes, propriedades químicas, etc.

8. Como você faz a articulação entre o assunto abordado e o cotidiano?

Tento relacionar um pouco com a biologia e a física (tentando explicar os princípios das marés, dos ventos), ajudando assim, os alunos se ambientarem um pouco mais com o conteúdo.

9. É possível trabalhar de forma interdisciplinar com assunto gases? De que maneira?

Sim, é possível. Você pode relacionar com a biologia, física, matemática, explicando as escalas de temperatura, ponto de ebulição de um gás, ou seja, vários assuntos que se relacionam.

10. Você utiliza outro recurso didático? Como?

Eu utilizo transparências, revistas, etc.

11. Como você utiliza o livro didático? Quais?

Eu utilizo alguns livros com a finalidade de preparar aulas. Os autores que tenho costume de consultar é o Freire e o Sardella.

12. E como os alunos utilizam?

Eu tento colocar o livro didático como base para o aluno está pesquisando, lendo, porque o livro geralmente traz curiosidade, assuntos históricos e a parte de exercícios para quem está se preparando para o vestibular.

13. Você acha importante o uso de paradidáticos? Ao abordar gases, você utiliza algum exemplar? Como?

Acho muito importante. Uso a superinteressante, para pesquisar artigos que estejam relacionados com o tema, utilizando o mesmo na discussão em sala de aula.

Os livros trazem curiosidades a mais do que os alunos já têm trabalhado.

14. E como os alunos usam?

Geralmente fazem leitura, respondem questionários com perguntas pertinentes ao tema, produzem trabalhos em grupos ou realizam experimentos.

➤ **Entrevista N° 03**

1. Você já trabalhou ou trabalha com o tema gases?

Já trabalhei com a 1ª série em sala de aula, porém hoje, trabalho mesmo em laboratório desenvolvendo algumas práticas.

2. Por que você acha importante trabalhar esse tema?

Acho que é uma maneira de trabalhar com substâncias que nos estamos acostumados a lidar no dia-a-dia (o ar atmosférico, várias substâncias do dia-a-dia que emitem alguns gases). Os alunos precisam saber como se comportam esses gases no cotidiano, no dia-a-dia deles.

3. Como você desenvolve o tema?

Aqui no laboratório, eu acabo desenvolvendo o tema com algumas práticas de obtenção de gases e acabo salientando o uso, a utilidade desses gases. Trabalho com a obtenção dos gases H_2 , O_2 e CO_2 , os principais na atmosfera, depois abordo o assunto direcionando-o para a poluição.

4. Quais as dificuldades que você encontra ao abordar o assunto?

Acho que não, no laboratório é bem mais fácil, pois eles vivenciam e aqui acabam tendo um pouquinho mais de curiosidade no momento de manusear os instrumentos para a realização das práticas. No momento de falar sobre algum gás, eles ficam bem mais atentos em função de terem que produzi-los, então, fica bem mais fácil, não tem muita dificuldade.

5. Ao abordar o assunto gases, você utiliza experimentos? Se sim, quais? Se não, por que?

Os experimentos que eu utilizo são de obtenção de H_2 , O_2 e CO_2 e falo onde eles são utilizados.

Atualmente eu estou utilizando esse experimento, em função do pouco material que tem no laboratório.

6. Por que você acha que os experimentos são importantes para os alunos?

Para eles vivenciarem e verificarem que a química está bem próxima deles, não sendo coisa de outro mundo.

7. Que dificuldade os alunos apresentam no desenvolvimento do conteúdo?

Sempre que eu vou trabalhar, eu procuro fazer a prática, descrevo a reação de obtenção e busco vincular parte da teoria que eles já trabalharam em sala de aula. As dificuldades são na hora dos cálculos, onde eles têm que utilizar fórmulas, para as transformações isotérmicas, isocóricas e isobáricas, como também, entender quando é inversamente ou diretamente proporcional. Essas dificuldades eu tento sanar, pois a partir do momento que esses conceitos já foram trabalhados em sala de aula, fica mais fácil de solucionar as dúvidas.

8. Como você faz a articulação entre o assunto abordado e o cotidiano?

Geralmente eu procuro trabalhar com os gases presentes no dia-a-dia. Quando eu trabalho com o CO_2 , eu relaciono com os extintores de incêndio, vinculo a partir de um

texto com a parte de biologia, e geografia. Falo um pouco de poluição, efeito estufa, ou seja, eu acabo vinculando o gás em várias situações presentes no cotidiano.

Ao utilizar um texto que está vinculado à biologia (aborda fotossíntese), geografia e química, é pedido aos alunos a construção de um mapa conceitual, onde eles verificam os assuntos interligados.

9. É possível trabalhar de forma interdisciplinar com assunto gases? De que maneira?

Sim, é possível e uma das maneiras que eu achei importante foi a utilização de mapas conceituais. Geralmente eu trabalho com um texto que apresenta um determinado tema, onde eu peço aos meus alunos que eles realizem a leitura e em seguida façam o mapa conceitual. Às vezes, os alunos pegam um determinado texto que para eles aparentemente não apresenta nada de Química, então eu pego este texto e insiro um pouco mais de Química, para eles perceberem isso no texto. Os meus alunos trabalham muito com mapas conceituais, onde aprendem a estudar e pensar no assunto estudado como um todo.

10. Você utiliza outro recurso didático? Como?

Além das práticas, dificilmente. Eu dou um pouco de aula expositiva, faço a prática. Às vezes quando a gente consegue se faz o uso do laboratório de informática.

11. Como você utiliza o livro didático? Quais?

Só utilizo para algumas consultas, quando os alunos já leram o conteúdo. Eu não utilizo o livro deles, pois gosto de usar vários livros. Durante a aula, se surgir alguma

dúvida, eu ofereço o livro para eles sanarem, pois geralmente é um assunto que já foi trabalhado em sala de aula, neste caso o livro serve como material de apoio.

Para eles não ficarem mal acostumados esperando sempre minhas respostas, peço para pesquisarem os livros sozinhos. Eu uso o livro apenas como um apoio.

12. E como os alunos utilizam?

Os alunos utilizam como uma forma de sanar dúvidas, se essas surgirem na realização da prática.

13. Você acha importante o uso de paradidáticos? Ao abordar gases, você utiliza algum exemplar? Como?

Acho importante. Eu já utilizei, só que no momento não lembro o nome, porém sei que os assuntos abordados eram poluição atmosférica.

A utilização do mapa conceitual dói justamente com o uso do paradidático, eu utilizo este recurso, porém, dificilmente eles irão ler o paradidático e eu também não vou pedir para eles lerem, por trabalho no laboratório, já em sala de aula eu acho que é válido.

Não adianta trabalhar todo o conteúdo do livro, pois é muita informação, mesmo que seja um livro pequeno. O aluno vai achar muito chato, então eu prefiro trabalhar com capítulos, vinculados com a matéria trabalhada em sala, do que trabalhar o livro todo.

14. E como os alunos usam?

Para os alunos o paradidático seria como uma material (texto) complementar, onde eles fariam a associação dos assuntos que eu trabalhei, com o cotidiano. Eu até poderia estar usando o paradidático com eles, para introduzir um determinado assunto, pois acho interessante começar um conteúdo mais próximo da realidade deles, para depois introduzir a química, é mais adequado.

➤ **Entrevista N° 04**

1. Você já trabalhou ou trabalha com o tema gases?

Sim, já trabalhei.

2. Por que você acha importante trabalhar esse tema?

São os gases que nos matem vivos, sendo a atmosfera terrestre uma mistura gasosa.

3. Como você desenvolve o tema?

Eu começo escolhendo temas que são pertinentes ao aluno, ou seja, onde o gás influencia na vida dele e tento desenvolver os conteúdos.

4. Quais as dificuldades que você encontra ao abordar o assunto?

Os alunos têm dificuldades com as fórmulas químicas e alguns nomes.

5. Ao abordar o assunto gases, você utiliza experimentos? Se sim, quais? Se não, por que?

Sim, sempre utilizo. Experimentos que envolvem a obtenção de gases e a densidade gasosa. Utilizo balões, seringas, etc.

6. Por que você acha que os experimentos são importantes para os alunos?

Para que os alunos possam ver na prática, o que estão vendo na teoria.

7. Que dificuldade os alunos apresentam no desenvolvimento do conteúdo?

Já foi dito. Fórmula químicas que alguns alunos confundem, outro problema é de não conseguir enxergar a teoria na prática.

8. Como você faz a articulação entre o assunto abordado e o cotidiano?

A questão do dia-a-dia deles, sempre abordando questões que são pertinentes a eles.

9. O que você entende por interdisciplinaridade?

Juntar todas as matérias que são pertinentes ao assunto, abordar o máximo de conteúdos possíveis.

10. É possível trabalhar de forma interdisciplinar com assunto gases? De que maneira?

Sim, relacionando os conteúdos possíveis a partir dos assuntos relacionados com a geografia, física e biologia.

11. Você utiliza outro recurso didático? Como?

Pesquisa na Internet, transparência e filmes. São recursos utilizados para facilitar a visualização do conteúdo pelos alunos

12. Como você utiliza o livro didático? Quais?

Basicamente para escolher exercícios que os alunos irão trabalhar. Eu utilizo vários livros, o adotado no colégio e outros que tenho em casa.

13. E como os alunos utilizam?

Os alunos utilizam para resolução de exercícios e para a parte teórica é uma fonte que complementa o que foi dito.

14. Você acha importante o uso de paradidáticos? Ao abordar gases, você utiliza algum exemplar? Como?

É importante, porém para o tema gases, eu nunca utilizei.

15. E como os alunos usam?

➤ **Entrevista N° 05**

1. Você já trabalhou ou trabalha com o tema gases?

Trabalhei com gases há dois anos atrás.

2. Por que você acha importante trabalhar esse tema?

Por que ele existe muito no cotidiano, a gente vive cercado por gases.

3. Como você desenvolve o tema?

Eu começo com problemas do cotidiano, com poluição, e a partir disso, trabalho os conteúdos.

4. Quais as dificuldades que você encontra ao abordar o assunto?

Os alunos não vêem, então não acreditam. Para mensurar eles necessitam de coisas materiais, concretas. Os gases são muito abstratos, há não ser que você mexa com gases coloridos.

5. Ao abordar o assunto gases, você utiliza experimentos? Se sim, quais? Se não, por que?

Sim, primeiro eu coloco uma problemática, depois eu faço um experimento. Exemplo: no experimento eu coloco dois gases para formarem um sólido, os alunos acham incrível, pensam que é mágica.

Eu utilizo amônia e um outro, eles formam o sólido, a partir daí eu discuto a velocidade desses gases, mas é difícil eles imaginarem isso, transpor a barreira do macro para o micro.

6. Por que você acha que os experimentos são importantes para os alunos?

A experimentação é importante para você vincular as partes macroscópicas, representacionais e microscópicas dos fenômenos estudados.

7. Que dificuldade os alunos apresentam no desenvolvimento do conteúdo?

Interpretação dos problemas requer muita abstração. Os alunos têm dificuldade de abstração, só que são excelentes no vídeo game, então eles sabem, mas não conseguem utilizar esse conhecimento para o conteúdo de gases.

8. Como você faz a articulação entre o assunto abordado e o cotidiano?

Eu procuro temas do dia-a-dia, como poluição, temas de jornais e converso com os alunos para ver o que eles acham dos gases.

9. O que você entende por interdisciplinaridade?

Seria a partir de um tema conseguir trabalhar os conhecimentos, ou seja, não há fragmentação do assunto, ele é visto como um todo.

10. É possível trabalhar de forma interdisciplinar com assunto gases? De que maneira?

Sim, mas depende muito do meu relacionamento com os outros professores, é muito difícil, pois eles não se entrosam.

Eu trabalho com textos e discussões. Os textos envolvem química, física, biologia e até a geografia.

11. Você utiliza outro recurso didático? Como?

Livros didáticos, paradidáticos, textos e o retroprojeter (quando o colégio possui).

12. Como você utiliza o livro didático? Quais?

Depende do livro que é adotado pela escola, às vezes, eu utilizo parte dele.

13. E como os alunos utilizam?

Os alunos utilizam para leitura, e assim, discutir o assunto em sala de aula.

14. Você acha importante o uso de paradidáticos? Ao abordar gases, você utiliza algum exemplar? Como?

Sim, eu não lembro o nome, seu que utilizei dois. O primeiro era mais um jogo, uma dinâmica, pois à medida que iam respondendo, eles avançavam no jogo. O segundo abordava informações históricas e políticas.

O paradidático é utilizado antes de introduzir o conteúdo.

15. E como os alunos usam?

Os alunos faziam seminário, peças teatrais, às vezes, discussões (dependia da participação da turma).

➤ **Entrevista N° 06**

1. Você já trabalhou ou trabalha com o tema gases?

Já trabalhei três anos com esse conteúdo.

2. Por que você acha importante trabalhar esse tema?

É importante, porque tenta explicar alguns aspectos do cotidiano.

3. Como você desenvolve o tema?

Primeiramente, trabalho as propriedades e características dos gases. Posteriormente, relaciono essas características com a pressão, temperatura e volume. Trabalho também os aspectos da poluição atmosférica, relacionando o conteúdo com o cotidiano do aluno.

4. Quais as dificuldades que você encontra ao abordar o assunto?

As dificuldades são: os cálculos matemáticos existentes e o tempo é escasso para ministrar o conteúdo.

5. Ao abordar o assunto gases, você utiliza experimentos? Se sim, quais? Se não, por que?

Sim, eu utilizo os experimentos para obter alguns gases como CO_2 , e para comprovar as transformações relacionadas à pressão, temperatura e volume dos gases. Dessa forma, eu trabalho com seringas, bexigas e garrafas de 600 mL e latinha de refrigerante.

6. Por que você acha que os experimentos são importantes para os alunos?

Porque motiva os alunos a prestarem atenção, bem como possibilita, eles visualizarem e relacionarem com a teoria em questão.

7. Que dificuldade os alunos apresentam no desenvolvimento do conteúdo?

Como já foi dito, as dificuldades são os cálculos matemáticos existentes e o tempo é escasso para ministrar o conteúdo.

8. Como você faz a articulação entre o assunto abordado e o cotidiano?

Eu trabalho com a questão da poluição atmosférica, como: o efeito estufa, a camada de ozônio, etc.

9. O que você entende por interdisciplinaridade?

É você relacionar o assunto que está trabalhando com os aspectos discutidos em outras disciplinas, para que o aluno consiga ter uma visão mais global, e menos fragmentada.

10. É possível trabalhar de forma interdisciplinar com assunto gases? De que maneira?

É possível, sendo necessário relacionar com os conteúdos ministrados nas outras disciplinas, como física, biologia, geografia, etc.

Às vezes, fica complicado trabalhar de forma interdisciplinar, porque os professores não estão dispostos a trabalharem e coordenarem juntos.

11. Você utiliza outro recurso didático? Como?

Artigos de revistas, a Internet, transparências, etc.

12. Como você utiliza o livro didático? Quais?

Eu utilizo vários livros didáticos para preparar as aulas e montar apostilas de exercícios para os alunos.

13. E como os alunos utilizam?

O livro didático serve como fonte de pesquisa e estudo para os alunos.

14. Você acha importante o uso de paradidáticos? Ao abordar gases, você utiliza algum exemplar? Como?

Eu acho importante, porém nunca utilizei para ministrar esse conteúdo.

15. E como os alunos usam?

Quando eu utilizei em outros conteúdos, eu dividi o livro em capítulos, de acordo com o número de grupos de aluno existentes e estes apresentavam, o que haviam aprendido com a sua leitura, em forma de seminário

➤ **Entrevista N° 07**

1. Você já trabalhou ou trabalha com o tema gases?

Sim, já trabalhei.

2. Por que você acha importante trabalhar esse tema?

Eu acho importante, pois é um tema que está presente no dia-a-dia e principalmente nos problemas da poluição atmosférica.

3. Como você desenvolve o tema?

Sempre desenvolvo utilizando um texto sobre o tema, artigo científico ou reportagens sobre o assunto.

4. Quais as dificuldades que você encontra ao abordar o assunto?

Encontro dificuldade na parte matemática do assunto.

5. Ao abordar o assunto gases, você utiliza experimentos? Se sim, quais? Se não, por que?

Sim, normalmente utilizo um bem simples como a seringa vedada, trabalhando assim, com a pressão.

6. Por que você acha que os experimentos são importantes para os alunos?

É importante a utilização de experimentos durante as aulas, pois motiva os alunos, além de despertar interesse sobre o assunto.

7. Que dificuldade os alunos apresentam no desenvolvimento do conteúdo?

Os alunos apresentam dificuldades na parte matemática do conteúdo, pois o conteúdo teórico (conceitos) os alunos aprendem facilmente.

8. Como você faz a articulação entre o assunto abordado e o cotidiano?

Sempre faço articulação com uma das características dos gases, como a facilidade de expansão. Assim, debatemos sobre o efeito estufa, camada de ozônio, chuva ácida, entre outros.

9. O que você entende por interdisciplinaridade?

Em minha opinião, interdisciplinaridade significa uma inter-relação entre os conteúdos. Saber interagir um assunto do dia-a-dia com conteúdos dito “escolar”.

10. É possível trabalhar de forma interdisciplinar com assunto gases? De que maneira?

Sim, durante as coordenações pedagógicas podemos discutir temas transversais vinculados ao conteúdo de gases e montar projetos a partir desses temas.

11. Você utiliza outro recurso didático? Como?

Eu utilizo paradidático e filmes. Normalmente os alunos lêem o livro e depois discutimos em sala. Uma outra vez realizei um seminário.

12. Como você utiliza o livro didático? Quais?

Utilizo o livro didático como um dos referenciais teóricos, mas também como uma forma do aluno acompanhar o conteúdo e exercitá-lo. Utilizo o livro que a escola adotou “Química” da Marta Reis.

13. E como os alunos utilizam?

Para leitura do assunto e na resolução de exercícios.

14. Você acha importante o uso de paradidáticos? Ao abordar gases, você utiliza algum exemplar? Como?

Sim, acho muito importante o uso de paradidáticos. Eu utilizo o paradidático “Poluentes Atmosféricos”. Utilizo como leitura, seminário (seleção de temas) e em projetos.

15. E como os alunos usam?

Os alunos usam como leitura para se embasar na confecção do seminário e dos projetos.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**A INTER-RELAÇÃO DOS CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS, COTIDIANO E
ESCOLAR NO ENSINO DE GASES**

HELENA CRISTINA ARAGÃO DE SÁ

Proposta de ação profissional resultante da dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

Dezembro
2006

SUMÁRIO

MÓDULO DE ENSINO: OS GASES E A ATMOSFERA TERRESTRE	179
Apresentação do módulo	179
Sugestões Gerais de Trabalho	184
UNIDADE 1: ORIGEM E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA TERRESTRE	186
1.1. Apresentação da Unidade	186
1.2. Sugestões de Atividades com os Alunos	191
UNIDADE 2: GASES DA ATMOSFERA TERRESTRE	194
2.1. Estudo do Gás Nitrogênio	194
2.2. Estudo do Gás Oxigênio	200
2.3. Estudo dos Gases Raros	206
2.4. Estudo do Gás Carbônico	211
UNIDADE 3: AS GRANDES ALTERAÇÕES DA ATMOSFERA	217
3.1. A Camada de Ozônio	217
3.2. O Efeito Estufa	224
3.3. A Chuva Ácida	228
UNIDADE 4: GRANDEZAS DO ESTADO GASOSO	233
4.1. Grandezas e Unidades de Medidas	233
4.2. Pressão	242
4.3. Temperatura	249
4.4. Volume	260

UNIDADE 5: PROPRIEDADES DOS GASES	268
5.1. Compressão e Expansão dos Gases	268
5.2. Difusão dos Gases	277
UNIDADE 6: LEI DOS GASES	287
6.1. Lei dos Gases	287
6.2. Transformação Isotérmica	297
6.3. Transformação Isobárica	300
6.4. Transformação Isocórica	302
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	306

MÓDULO DE ENSINO: OS GASES E A ATMOSFERA TERRESTRE

➤ APRESENTAÇÃO DO MÓDULO

Neste módulo o estudo da atmosfera terrestre será desenvolvido em seis unidades. Cada unidade por sua vez, será composta de uma ou mais atividades.

Em cada unidade procurar-se-á integrar, sempre que possível, importantes aspectos do ensino de Química, a saber:

- a) Contextualização;
- b) Experimentação;
- c) História da Ciência.

Estes aspectos são analisados e discutidos a seguir:

✓ CONTEXTUALIZAÇÃO

Este módulo de ensino propõe o estudo da Química com a preocupação social e consciente do papel do homem na natureza, fazendo com que o aluno adquira conhecimentos mínimos de Química para poder participar com maior fundamentação na sociedade atual.

É primordial ter-se consciência de que a disciplina Química deve ser tratada de forma sistemática, superando assim a fragmentação e a linearidade de ensino, favorecendo e estimulando a relação entre os assuntos, o que é essencial para que haja uma visão articulada

do ser humano com o meio natural, bem como sua atuação para construir e transformar esse meio. Assim, o objetivo do ensino, em cada área de conhecimento, deve envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea e ao desenvolvimento de conhecimentos mais abstratos que correspondam a uma cultura geral e uma visão atual do mundo. Por isso, um dos objetivos deste módulo de ensino é fornecer conhecimentos relevantes, para que os alunos possam compreender os conceitos de Química e seu papel social. Sendo assim, o módulo foi organizado por meio de uma abordagem temática. Nessa perspectiva, o enfoque está em explorar os aspectos da vivência do aluno, envolvendo, assim, atividades que, em sua gênese, são diferentes das adotadas para os tradicionais problemas escolares. Assim, busca-se neste módulo fortalecer a relação escola-cotidiano, de modo que a aprendizagem seja orientada a partir daqueles problemas que, de uma forma ou outra, afligem a comunidade em seu dia-a-dia, para que o educando possa vir a assumir responsabilidades sociais, individuais e coletivas.

Neste módulo a seleção de conceitos fundamentais e sua organização são feitas através de um tema gerador que é a “*atmosfera terrestre*”, promovendo assim um maior inter-relacionamento entre as informações químicas. Com base neste tema e com o auxílio do livro paradidático “*A atmosfera terrestre*⁵³”, o assunto é organizado, fazendo-se necessário que os alunos busquem e sistematizem conhecimentos através de atividades problematizadoras.

A escolha dessa abordagem temática propicia a discussão de uma realidade complexa e multifacetada, comportando abordagens e atividades multidisciplinares, a fim de buscar uma compreensão mais ampla dos problemas envolvidos.

⁵³ TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R.; SILVA, R.R. *Atmosfera terrestre*. 10ª impressão. São Paulo: Moderna, 2004.

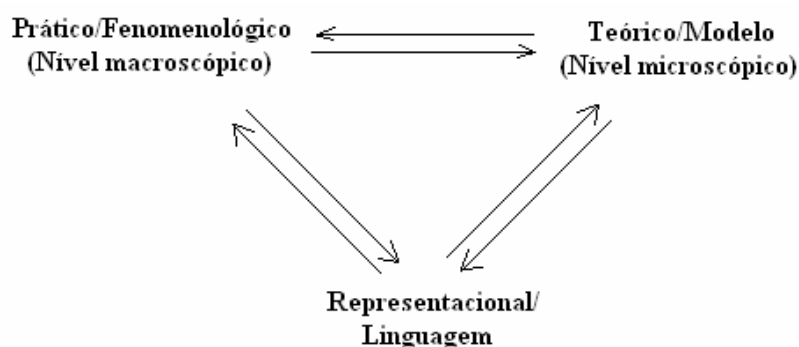
✓ EXPERIMENTAÇÃO

As tendências atuais no ensino de Ciências enfatizam que os conhecimentos de Química devem contribuir para a formação de uma cultura científica, possibilitando ao aluno a interpretações de fenômenos, bem como a compreensão da evolução tecnológica da sociedade. E no que tange este ensino, as atividades experimentais são um importante recurso didático.

A potencialidade da experimentação está em ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciência.

A utilização de experimentos deve basear-se na problematização, tematização e contextualização de determinados fenômenos, pois a ausência dos mesmos podem fazer com que os alunos tornem por ‘reais’ fórmulas de substâncias químicas ou modelos expressos nas salas de aula.

Assim, as experiências propostas neste módulo, envolvem articulações dinâmicas, permanentes e inclusiva entre três níveis de conhecimentos nunca dissociados entre si: o fenomenológico ou empírico, o teórico ou ‘de modelos’ e o representacional ou da linguagem.



O nível fenomenológico (macroscópico) caracteriza-se pela visualização concreta ou pelo manuseio de materiais, de substâncias e de suas transformações, bem como pela descrição, análise ou determinação de suas propriedades.

O nível representacional compreende a representação das substâncias por suas respectivas fórmulas e de suas transformações por meio de equações químicas.

O nível teórico (microscópico) caracteriza-se por uma natureza atômico-molecular, isto é, envolve explicações com base em conceitos abstratos como átomo, molécula, íon, elétron etc., para racionalizar, entender e prever o comportamento das substâncias e de suas transformações, isto é, daqueles fenômenos observados no nível macroscópico.

No decorrer do módulo, os experimentos mantêm constante e explicita a inter-relação entre os níveis macroscópicos e microscópicos do conhecimento químico, de forma que o aluno consiga compreender a estreita relação entre eles. Neste sentido, supera-se a visão linear, diretiva, alienada e alienante de ciência e do ensino experimental de ciências, na medida que os alunos venham a ser ativamente envolvidos em discussões teóricas relativas a resultados experimentais, na forma de interpretações e explicações dinâmicas e interativas.

✓ HISTÓRIA DA CIÊNCIA

A História da Ciência, dentro de uma perspectiva crítica, contribui para o aluno desconstruir a idéia de ciência como produto pronto e acabado, destituído de conflito, para definição do que se entende como verdade. Além disso, podemos facilitar o processo de ensino-aprendizagem se não nos apegarmos a uma perspectiva continuísta de interpretação da história da ciência. Assim, colocamos o aluno diante dos processos históricos de construção

de teorias científicas, de forma a situá-los, não apenas internamente à ciência, mas em relação à sociedade como um todo.

A História da Ciência não tem todas as respostas para a crise do ensino contemporâneo, porém possui algumas delas: pode humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; pode tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; pode contribuir para a superação do “mar de falta de significação”, no qual as fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem, a saber, o que significam; pode melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas.

A história da Química neste módulo é abordada em pequenos trechos, denominados *Pitadas da História*, que além de apresentar tais fatos históricos servem também para aumentar a motivação e consolidar a construção de um conceito.

➤ **SUGESTÕES GERAIS DE TRABALHO**

Como foi dito anteriormente, este módulo de ensino terá como suporte o uso do livro paradidático “*A atmosfera terrestre*”. Este livro pode ser adquirido pela escola para seu uso interno na biblioteca ou pode ser sugerida a compra do mesmo pelos alunos, de acordo com o perfil de cada escola.

É importante deixar claro, que o livro paradidático deve servir apenas como uma ferramenta de suporte, pois o seu uso será restringido à leitura de alguns textos previamente escolhidos que irão proporcionar a fundamentação das atividades propostas.

Os textos solicitados do livro paradidático possuem uma leitura de fácil compreensão que servirão para apresentar conceitos químicos ao nível de entendimento de qualquer leitor. Recomenda-se que as leituras sejam posteriormente discutidas com os alunos, a fim de relacionar e ressaltar idéias que os alunos já tenham sobre os conceitos a serem adquiridos, tornando estes um conteúdo potencialmente significativo.

O módulo traz ainda uma série de experimentos vinculados às atividades que poderão ser utilizados pelo professor em suas aulas, no entanto a formulação dessas práticas possibilita que o professor proponha seus próprios questionamentos junto a sua turma, uma vez, que não se trata de atividades rígidas, pois dependem do perfil do aluno e do contexto escolar.

As experiências devem ser previamente testadas pelo professor. Isto é, além de permitir a verificação das condições dos reagentes e dos instrumentos disponíveis no laboratório, possibilitará também a reflexão sobre as possíveis perguntas e respostas, e eventuais dificuldades dos alunos.

Em escolas nas quais não há laboratório, ou o material disponível é limitado, as experiências podem ser realizadas por demonstração. Caso contrário, por grupos de no máximo quatro alunos, o que favorece observações mais cuidadosas e diversificadas.

O módulo proporciona duas seções, chamadas de “Pitadas da História” e “Leituras Complementares”, nas quais o professor irá encontrar vários textos que irão auxiliar e dar suporte às atividades propostas. A primeira seção apresenta aspectos históricos e filosóficos que ajudam a entender a ciência como algo dinâmico e em constante transformação, enquanto a segunda traz informações complementares que contribuem para um melhor desempenho do professor ao propor as atividades.

UNIDADE 1: ORIGEM E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA TERRESTRE

✓ Apresentação da Unidade

Nessa unidade de ensino são propostas cinco atividades que procuram relacionar o tema – origem e composição da atmosfera terrestre – com aspectos sociais e químicos. Além de ter caráter motivador, estas atividades atuam como organizadores, relacionando conceitos químicos com idéias que os alunos possam ter sobre esses assuntos, derivados de crenças e de observações de fatos cotidianos.

As atividades propostas consistem:

1. Leitura do texto “A capa gasosa da Terra”⁵⁴.

O texto deve ser lido pelos alunos, sob coordenação do professor.

2. Elaboração de um mapa conceitual.

Para a realização dessa atividade, é de suma importância que o professor faça uma leitura do texto complementar “O mapa conceitual”. Este texto traz informações sobre a relevância do mapa conceitual, suas características, maneiras para sua construção e alguns exemplos de mapas construídos sobre o tema em questão.

3. Confecção de mapas conceituais pertinentes a cada seção do capítulo 1, por grupos de alunos.

4. Apresentação dos mapas pelos grupos.

⁵⁴ Capítulo 1, do livro paradidático “*A atmosfera terrestre*” dos autores Mário Tolentino, Romeu Rocha Filho e Roberto da Silva, editora moderna, 10ª impressão, p.7-25.

5. Debate sobre questões pertinentes aos mapas e o ao texto, abordando os seguintes conceitos: átomos, moléculas, íons, elementos químicos, substâncias simples, substâncias compostas, condensação, energia.

Como sugestões para discussão são apresentadas as seguintes questões:

- Como os avanços tecnológicos influenciam a ciência e a história da humanidade?

Dê exemplos de descobertas científicas que alteraram os hábitos de vida das pessoas.

- Por que a capa gasosa da Terra é tão importante para a existência e a sobrevivência da vida tal como a conhecemos?

- Qual a importância das diversas regiões (estruturas) existentes na atmosfera terrestre?

- Como foi o processo de formação dos átomos dos primeiros elementos químicos de acordo com a teoria do Big-Bang?

- Por que a composição atmosférica atual é diferente da composição inicial (primitiva) da Terra? Quais os fatores que influenciaram tais modificações?

- Cite alguns processos naturais e tecnológicos que alteram a composição atmosférica?

- Quais são os aspectos referentes à atmosfera terrestre que diferenciam a Terra dos outros planetas?

Leitura Complementar Nº 01

O Mapa Conceitual

O que são mapas conceituais?

De uma maneira geral, mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conceitos. Mas especificamente, podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que

procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou de parte dela. Ou seja, sua existência deriva da estrutura conceitual de uma disciplina.

O mapa conceitual pode ser simultaneamente: (i) um recurso de aprendizagem ao dispor dos alunos; (ii) um método para encontrar e explicitar significados para os materiais de estudo; (iii) uma estratégia que estimula a organização dos materiais de estudo.

Por quê construir mapas conceituais?

A elaboração de mapas conceituais é um procedimento interessante que nos permite investigar o modo que os alunos estão empregando para pensar e operar com conceitos. Os mapas permitem-nos identificar os atributos de critérios que eles utilizam para incluir objetos numa classe, para relacionar um conceito com outro e para definir um conceito.

Os mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitarão a aprendizagem dessas estruturas. Entretanto, diferentemente dos materiais didáticos, mapas conceituais não são auto-instrutivos: devem ser explicados pelo professor. Além disso, embora possam ser usados para dar uma visão geral do tema em estudo é preferível usá-los quando os alunos já têm uma certa familiaridade com o assunto, de modo que sejam potencialmente significativos e permitam a integração, reconciliação e diferenciação dos conceitos.

A construção de mapas conceituais oferece perspectiva de melhoria das práticas educativas e são valiosos instrumentos para a investigação educativa. Dirigem a atenção, tanto do estudante como do professor, sobre um reduzido número de idéias importantes nas quais se deve concentrar qualquer tarefa específica de aprendizagem.

Dessa forma, os mapas são utilizados como instrumento de ensino e/ou de aprendizagem. Além disso, podem também ser utilizado como auxiliares na análise e planejamento do currículo, particularmente na análise do conteúdo curricular. Todavia, em cada um destes usos, mapas conceituais podem ser sempre interpretados como instrumento para “negociar significados”.

Como construir mapas conceituais?

Existem várias maneiras de traçar um mapa conceitual, ou seja, há diferentes modos de representar uma hierarquia conceitual em um diagrama.

Porém, existem alguns passos que podem ser empregados para sua elaboração:

- (i) Selecione os conceitos pertinentes ao tema.
- (ii) Ordene os conceitos partido das idéias mais amplas e inclusivas.
- (iii) Comece a construir o mapa, colocando o conceito mais geral superordenado no topo do diagrama, por é esse o conceito que irá organizar o mapa.
- (iv) Disponha os outros conceitos obedecendo à hierarquia, debaixo do conceito principal. Nesse caso, use a lista do segundo passo - conceitos já ordenados – para construir o mapa. Lembre-se que, muitas vezes, dois ou mais conceitos apresentam o mesmo nível de generalização, portanto, deverão situar-se na mesma linha.
- (v) Identifique os conceitos relacionados e desenhe uma linha entre eles. Dê a essas linhas um nome que defina a relação entre os conceitos, de modo que sejam lidos como uma afirmação ou proposição válida. Lembre-se que essas ligações ou relações geram significados.
- (vi) Volte a trabalhar na estrutura do mapa para verificar se é preciso fazer alguma alteração.

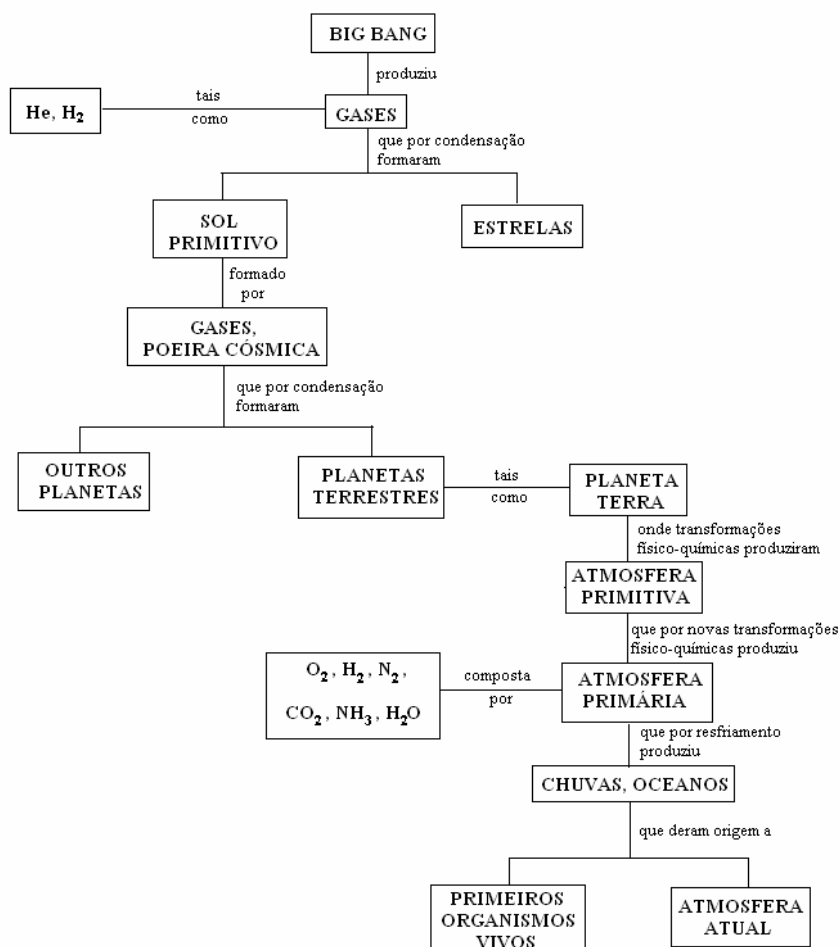
(vii) Verifique se existem ligações cruzadas entre os conceitos. Essa fase do trabalho pode gerar novas relações e, portanto, novos significados.

(viii) Os exemplos devem ser ligados a seus conceitos bases.

(ix) Faça uma última revisão e lembre-se que não existe uma forma pré-definida de desenhar um mapa conceitual. À medida que a compreensão das relações entre os conceitos muda, o mesmo acontece com os mapas conceituais.

A seguir, apresentamos um exemplo de mapa conceitual, elaborado a partir da leitura do texto “Origem da Atmosfera Terrestre”, contido no capítulo 1 do livro paradidático “A Atmosfera Terrestre”.

Mapa Conceitual – Origem da atmosfera terrestre



✓ **Sugestões de atividades com os alunos**

- **Atividade 1** – Leitura do texto “A capa gasosa da Terra”.

- **Atividade 2** – Confeção pelos alunos de um mapa conceitual.

Para a elaboração de mapas conceituais, os alunos devem se familiarizar com o assunto e aprender a construí-los, seguindo algumas regras. Por isso, torna-se importante fazer uma pequena atividade em que os alunos relacionarão alguns conceitos e construirão seu mapa conceitual.

Construção de um mapa conceitual

Para construir um mapa conceitual sobre a natureza da matéria, sugerimos os seguintes passos:

1. Selecione juntamente com os alunos, alguns conceitos relativos ao tema: natureza da matéria.

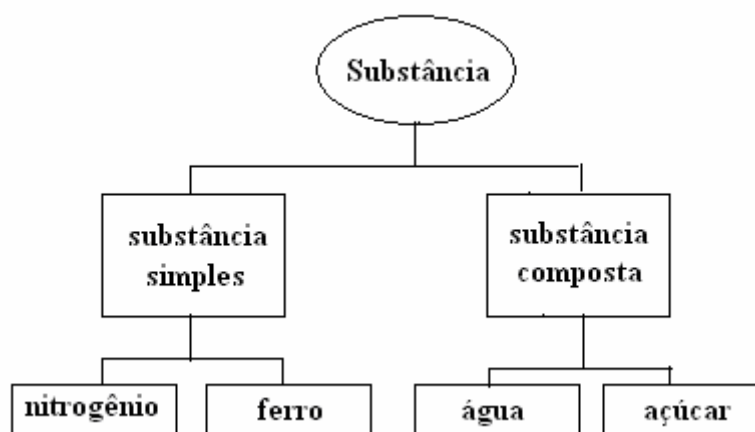
Por exemplos: nitrogênio, substância composta, ferro, água, substâncias simples, açúcar, substância.

2. Peça que os alunos ordene os conceitos acima, partindo das idéias mais amplas e inclusivas, como por exemplo os conceitos de: substâncias, substâncias simples e substâncias compostas, em direção às idéias mais específicas (exemplos: ferro, nitrogênio, açúcar, água).

3. Depois de ordenar, peça que os alunos construam seus mapas, dispondo e obedecendo à hierarquia dos conceitos. Não esquecendo também de relacionar os conceitos entre si.

4. Ressalte aos alunos que não existe o mapa conceitual correto, ou seja, não há um único modo de pensar sobre aquele tema.

Um possível mapa envolvendo esses conceitos é:



- **Atividade 3** – Elaboração de um mapa conceitual pertinente ao texto da atividade

1.

Após a realização da atividade descrita acima, separe os alunos em seis grupos.

Cada grupo de alunos ficará responsável por ler novamente uma das seções do capítulo 1 e, a partir dessa leitura elaborar um mapa conceitual sobre o tema abordado.

O mapa definitivo de cada grupo deve ser confeccionado em cartolinas, papéis pardos etc.

As seções que devem ser divididas para os grupos são:

- a. Origem da atmosfera terrestre;
- b. Estrutura da atmosfera terrestre;
- c. Composição da atmosfera;
- d. Importância e papel fundamental da atmosfera;

- e. Terra, atmosfera, vida e ser humano;
- f. Atmosfera de outros planetas do Sistema Solar.

- **Atividade 4** – Após a confecção por cada grupo de seu mapa conceitual, esses serão apresentados para a turma, por meio de cartazes.

- **Atividade 5** – A partir das apresentações feitas pelos alunos serão discutidas as relações entre conceitos, bem como assuntos pertinentes ao texto.

UNIDADE 2: GASES DA ATMOSFERA TERRESTRE

✓ Apresentação da Unidade

Nessa unidade de ensino são propostas atividades que procuram evidenciar a importância e as diferentes aplicações e obtenções dos gases presentes na atmosfera terrestre, tais como: nitrogênio, oxigênio, gases raros (hélio, neônio, argônio, xenônio e criptônio) e gás carbônico.

Com base na análise do quadro da composição do ar, descrito no texto “A capa gasosa da Terra” (do livro paradidático, p.16), são propostas atividades que descrevem e caracterizam alguns gases presentes na atmosfera terrestre.

Para uma melhor compreensão dos conceitos que são apresentados nesta unidade de ensino, esta foi estruturada em quatro partes, conforme os gases a serem estudados:

Parte A – Estudo do gás nitrogênio;

Parte B – Estudo do gás oxigênio;

Parte C – Estudo dos gases raros;

Parte D – Estudo do gás carbônico.

Parte A – Estudo do gás nitrogênio

As atividades propostas para o estudo do gás nitrogênio consistem:

1. Leitura do texto: “O gás sem vida”

No intuito de motivar os alunos, bem como apresentar uma ciência dinâmica e em constante transformação, é de suma importância que o professor faça uma leitura do texto da seção “Pitadas da História”. Este texto traz informações sobre a descoberta e obtenção do nitrogênio, bem como algumas propriedades características desse gás.

2. Realização do experimento: “Por que o nitrogênio cristaliza a borracha?”.

Esta prática deve ser feita por demonstração. Porém, antes, o professor deve enfatizar a relação desta atividade com o texto da atividade anterior.

3. Debate sobre questões pertinentes ao experimento e ao enredo histórico, abordando os seguintes conceitos: temperatura de ebulição, mudança de estado, vaporização, solidificação.

Como sugestões para discussão são apresentadas as seguintes questões:

- Qual a porcentagem de nitrogênio na atmosfera terrestre?
- Qual a importância do nitrogênio líquido para a indústria? Cite algumas de suas aplicações.
- Qual a importância do nitrogênio para a agricultura?
- Como o nitrogênio se incorpora aos solos ou às plantas?
- Quais os prejuízos ocasionados pela falta de nitrogênio no solo? Quais medidas devem ser tomadas pelo agricultor, para sua reposição?

Pitadas da História Nº 01

O gás sem vida

Por volta de 1722 Joseph Priestely (1733-1780) realizava experiências queimando corpos em vasos fechados, e observava que, exaurindo o oxigênio do ar restava ainda um gás

inerte junto ao gás carbônico. O gás recém descoberto não ativava a combustão e não podia ser respirado; sendo denominado “ar mefítico”. Já Lavoisier (1743-1794), preferia chamá-lo de azoto (do grego *azoti*, sem vida).

O nome nitrogênio só foi dado por Jean-Antonie-Claudi Chaptal, em 1790, quando se percebeu que o nitrogênio era um constituinte do ácido nítrico e dos nitratos (do grego *geniu*, formado de, *nitron*, de nitratos). Porém, no séc VIII o chinês Mao-Khoa já dizia que:

“O ar era composto por duas coisas: Yan, ou ar completo, e Yn, ou ar incompleto. O ar ordinário poderia tornar-se mais perfeito usando metais, enxofre ou carvão para roubar parte do seu Yn; ao se queimarem no ar, combinam-se com Yn” (Mao-Khoa, citado por Peixoto, 1996, p.51).

No entanto a ‘descoberta’ do nitrogênio só foi anunciada na tese de doutorado de Daniel Rutherford, em 12 de setembro de 1772, na Universidade Edinburgo, no qual descreve algumas propriedades do gás.

Sua tese foi sugerida e orientada por um famoso químico da época, Joseph Black (1728-1799). Em seus experimentos, Black notou que, ao queimar uma substância orgânica no ar, restava um certo volume de gás, mesmo depois de ser retirado todo o gás carbônico produzido na queima. Assim, Black sugeriu a Rutherford que ele estudasse a natureza daquele ar residual, que mais tarde Rutherford chamaria de *ar nocivo*, porque não servia para manter a vida.

Tal característica do gás nocivo foi comprovada ao realizar experimentos com camundongos. Assim Rutherford verificou que, quando o animal morria, o volume do ar havia se reduzido para 9/10 do volume inicial. E ao retirar o gás carbônico, houve uma redução de

1/11 do volume desse ar residual. Porém mesmo realizando tal experimento, Rutherford não percebeu que o nitrogênio era componente do ar atmosférico.

Apesar das contribuições inerentes ao trabalho de Rutherford, naquela mesma época, também se dedicaram ao estudo do nitrogênio, Carl W. Scheele, que o isolou, Henry Cavendish, Joseph Priestely entre outros.

EXPERIMENTO:

Por que o nitrogênio cristaliza a borracha?

CONTEXTO

O nitrogênio constitui a maior parcela dos constituintes do ar. A palavra nitrogênio significa “sem vida”, designação dada pelos gregos, e depois utilizada por Priestely, para indicar que este gás não era utilizado na respiração nem na combustão.

O nitrogênio no estado líquido é utilizado no congelamento de materiais moles (carne e borracha, por exemplo) para posterior trituração. Mas por que o nitrogênio cristaliza a borracha?

MATERIAIS

Nitrogênio líquido, pinça metálica, bolinhas de borracha e luvas térmicas.

PROCEDIMENTO

Observe o nitrogênio líquido. Verifique a flexibilidade da bolinha de borracha. A seguir com auxílio da pinça, mergulhe a bolinha no nitrogênio líquido por alguns minutos. Retire a bolinha do nitrogênio líquido e com o auxílio de uma luva térmica, lance-a contra a parede.

OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

O nitrogênio líquido libera bolhas (o líquido parece estar fervendo) e uma fumaça branca. Ao mergulhar a bolinha de borracha, esta se congela, tornando-se dura e quebradiça. Assim, quando lançada à parede se quebra em pedaços.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

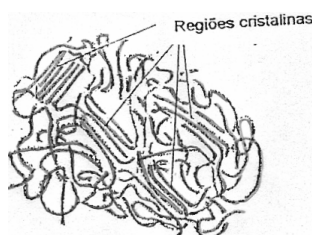
O nitrogênio líquido encontra-se a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. A esta temperatura ele está em ebulição, isto é, passando do estado líquido para o estado de vapor (vaporização). Já a borracha à temperatura ambiente é um material flexível. A $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, as cadeias podem enrodilhar-se de uma forma a outra, milhares de vezes. Quando a borracha é resfriada ocorre à formação de regiões chamadas cristalitos, mas ainda persiste muito material amorfo onde o enrodilhamento acentuado confere ao polímero flexibilidade. Com o resfriamento a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ (nitrogênio líquido) o enrodilhamento torna-se cada vez mais lento, a mobilidade de cadeia é insignificante e o polímero é um sólido duro, vítreo e quebradiço.

EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL

Polímero à temperatura ambiente



Polímero submetido a baixas temperaturas



INTERFACE CIENCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

Outra aplicação importante, e mais conhecida, do nitrogênio líquido consiste na preservação de materiais biológicos, tais como sangue e sêmen. A 196 graus Celsius negativos, a durabilidade desses materiais biológicos é consideravelmente prolongada, pois a maioria das reações químicas praticamente cessa a baixas temperaturas. Essa tecnologia permitiu a expansão dos processos de inseminação artificial em animais, levando a uma acentuada melhoria de rebanhos pelo uso de sêmen provindo de reprodutores altamente selecionados. Uma aplicação recente é o armazenamento de sangue de cordões umbilicais em nitrogênio líquido. Esse material contém células-tronco formadoras de sangue, as quais apresentam boas perspectivas para o tratamento de diversas doenças graves, como leucemia, outros tipos de câncer e distúrbios imunológicos.

✓ **Sugestões de atividades com os alunos**

- **Atividade 1** – Realização de experimento.

Mesmo que a prática experimental seja feita por demonstração, nesta atividade os alunos devem observar sua realização, bem como analisar os fenômenos observados.

- **Atividade 2** – A partir do conhecimento histórico e da realização do experimento serão discutidas as relações dos conceitos químicos pertinentes.

Parte B – Estudo do gás oxigênio

As atividades propostas para o estudo do gás oxigênio consistem:

1. Leitura do texto “O ar deflogisticado”.

Nesta atividade é apresentado ao professor mais um texto da seção “Pitadas da História”. Este texto traz informações sobre a descoberta e obtenção do gás oxigênio, bem como algumas propriedades características desse gás.

2. Realização do experimento: “Por que a garrafa fica azul?”.

Esta prática deve ser realizada por grupos de três ou quatro alunos.

Antes de começar o experimento, o professor deve alertar os alunos os cuidados que devem tomar no laboratório. Entre eles, deve-se destacar principalmente: caso algum material atinja a pele, lavar imediatamente o local afetado com bastante água.

Os materiais necessários são simples e alguns, como, por exemplo, garrafa PET, frascos de 200 a 300 mL de vidro ou plásticos transparentes, podem ser trazidos de casa pelos alunos. A soda cáustica (hidróxido de sódio) e glicose (dextrose), se não houver no laboratório, serão facilmente encontrados em supermercados.

Para o experimento, será necessário que o professor prepare solução aquosa de azul de metileno 1 ou 2%.

Os alunos devem ser instruídos quanto às precauções a serem tomadas na manipulação dos materiais. Deve-se salientar que a soda cáustica não deve ser tocada com as mãos.

3. Debate sobre questões pertinentes ao experimento e ao enredo histórico, abordando os seguintes conceitos: reações químicas, reagentes, produtos, agente redutor, agente oxidante.

Como sugestões para discussão são apresentadas as seguintes questões:

- Por que o oxigênio é um gás de grande importância para a vida terrestre?

- Como o oxigênio é transportado dentro do corpo humano?
- Quais são as principais aplicações do oxigênio na indústria?
- Por que nos hospitais o oxigênio é armazenado no estado líquido? Quais as vantagens desse tipo de armazenamento?

Pitadas da História Nº 02

O ar deflogisticado

Em 1771, o farmacêutico suíço Carl W. Scheele (1742-1786) obteve o oxigênio (denominado por ele, *ar vitriolo*) de várias formas, como, por exemplo, aquecendo KNO_3 , ou $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, ou HgO , ou uma mistura de H_3AsO_4 e MnO_2 , porém o seu trabalho não obteve reconhecimento imediato. Por isso, muitos atribuem a Joseph Priestley (1733-1780) o seu descobrimento, que ocorreu em 1 de agosto de 1774.

Priestley era um estudioso da qualidade do ar. Tal fato contribuiu para que ele notasse que a colocação de plantas em redomas, no qual já haviam sido queimadas velas, ou onde ratos haviam sido mortos por asfixia, melhorava a qualidade do ar, a ponto de velas poderem ser novamente acesas, ou onde ratos podiam novamente sobreviver. A este tipo de ar Priestley deu o nome de “ar deflogisticado” (o conceito de flogístico era aceito por todos os grandes cientistas da época).

No entanto, a obtenção deste ar, se deu em um experimento, no qual Priestley aqueceu cal de mercúrio (óxido vermelho de mercúrio ou óxido mercúrico), em um vidro aquecido, liberando um gás que foi coletado em água. Este gás tinha as propriedades do “ar deflogisticado”: estava descoberto o oxigênio.

O próprio Priestley respirou o “ar deflogisticado” e escreveu que, até aquele momento, apenas ele e seus ratos haviam feito isso, mostrando desconhecer que o gás era o oxigênio, que ele respirou por toda sua vida.

Esse desconhecimento de Priestley o levou a interpretar os resultados obtidos de acordo com a teoria do flogístico. Segundo ele, o aquecimento de óxido de mercúrio retirava flogístico do ar. Por isso, a queima da vela e a respiração dos ratos ocorriam mais facilmente, já que havia mais espaço para que o flogístico fosse liberado pela combustão e pela respiração.

Logo após essa experiência com óxido de mercúrio, Priestley foi a Paris, e assim, contou a Antonie-Laurent Lavoisier (1743-1794) detalhes da pesquisa.

O químico francês Lavoisier já fazia pesquisas com o aquecimento de diversas substâncias. Ele estava certo ao acreditar que isso acontecia porque algumas substâncias reagiam com o ar, consumindo-o, enquanto outras liberavam gases. Ele conseguiu demonstrar que a reação inversa à feita por Priestley, ou seja, à produção de óxido de mercúrio a partir do mercúrio metálico, só acontecia na presença de ar, e que este ar perdia sua capacidade de queimar velas após a reação. Em 1777, o cientista francês deu a esse componente do ar o nome de oxigênio (do grego *oxi*, “azedo”, *gênio*, “gerador de” ou, “eu produzo”). Isso porque Lavoisier acreditava que o oxigênio estava presente em todos os ácidos.

Assim, a Lavoisier cabe o mérito de ter rebatido definitivamente a teoria do flogístico: demonstrando que as reações de combustão não são reações de decomposição, em que uma substância perde flogístico, mas sim uma reação de combinação, na qual um metal reage com o oxigênio do ar para formar óxidos.

Por fim, em 1781, Lavoisier indicava o oxigênio como o gás responsável pelo processo de combustão e da respiração. Assim, o oxigênio foi reconhecido como um gás de grande importância para a vida.

EXPERIMENTO:

Por que a garrafa fica azul?

MATERIAIS

550 a 600 mL de água, 2 colheres e meia (colher de café) de hidróxido de sódio (soda cáustica), 9 colheres (colher de café) glicose (dextrose), 5 mL de solução aquosa de azul de metileno 1 ou 2%, 1 conta-gotas, 2 frascos de 200 a 300 mL de vidro ou plástico com tampa, 1 garrafa PET.

PROCEDIMENTO

Coloque a água na garrafa PET. Acrescente quase todo o hidróxido de sódio (deixe um pouquinho para fazer eventuais ajustes finais na concentração). Agite até dissolver. Em seguida, coloque quase toda a glicose nesta garrafa PET e agite. Acrescente de 60 a 80 gotas da solução azul de metileno e agite. A solução resultante, com frasco tampado, deve apresentar-se incolor quando estiver em repouso. Se não descolorir, acrescente aos poucos o resto do hidróxido de sódio e da glicose até conseguir o efeito necessário, solução incolor. Coloque a solução em 2 frascos de 200 a 300 mL: um deve ficar semi-preenchido e o outro completamente preenchido, sem restar ar. Tampe os frascos. Rotule-os, indicando a situação de cada um: letra A, para o frasco semi-preenchido; letra B, para o frasco completamente cheio. Agite-os.

A solução preparada tem vida útil de apenas algumas horas, não podendo ser armazenada. Se houver necessidade de se preparar solução-estoque para vários dias, proceda como segue:

Dissolva o hidróxido de sódio usando metade da água necessária. Coloque esta solução em um frasco bem tampado e guarde-o. Com o restante da água dissolva a glicose,

guarde esta solução num segundo frasco bem tapado. Num terceiro frasco mantenha a solução de azul de metileno. Na hora de usar é só juntar volumes iguais das duas primeiras soluções e colocar algumas gotas de azul de metileno.

OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

No frasco A (semi-preenchido), o líquido, inicialmente incolor, fica azul depois da agitação e volta a ser incolor mediante repouso. Após várias agitações, a coloração azul vai ficando cada vez mais fraca.

No frasco B (completamente preenchido) não surge a coloração azul.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

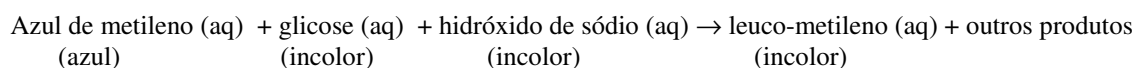
O azul de metileno na presença de glicose e hidróxido de sódio, reage com estas substâncias, transformando-se em uma outra, chamada leuco-metileno, que é incolor (reação de redução).

Quando agitamos a garrafa semi-cheia, o oxigênio presente dentro da garrafa dissolve-se na solução e em seguida reage com o leuco-metileno incolor, regenerando o azul de metileno (reação de oxidação).

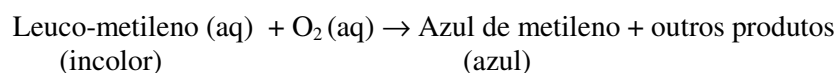
Como na garrafa cheia não há oxigênio, a reação não ocorre.

EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL

Reação 1:



Reação 2:



INTERFACE CIENCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

O oxigênio é obtido industrialmente pela liquefação do ar, sendo comercializado tanto na forma gasosa quanto na líquida. Como gás, tem largo uso na indústria de aço, para acelerar os processos de oxidação de impurezas geralmente existentes no ferro fundido que está sendo transformado em aço. Também é empregado em maçaricos de alta temperatura (superior a 3 mil graus Celsius). Já na forma líquida é empregado em grande escala na indústria aeroespacial, como componente de misturas combustíveis dos foguetes de lançamento de sondas ou aeronaves espaciais e nos hospitais, pois seu armazenamento na forma líquido, requer um menor volume a ser utilizado.

✓ Sugestões de atividades com os alunos

- **Atividade 1** – Realização de experimento.

Nesta atividade o aluno vai trabalhar com dados coletados durante a realização do experimento. Por isso é conveniente que o resultados obtidos e as observações feitas sejam anotadas.

- **Atividade 2** – A partir do conhecimento histórico e da realização do experimento serão discutidas as relações entre os seguintes conceitos: gás oxigênio, oxigênio dissolvido, reação de oxidação, reação de redução, equilíbrio químico.

Parte C – Estudo dos gases raros

As atividades propostas para o estudo dos gases raros consistem:

1. Leitura do capítulo “Escondidos na atmosfera”⁵⁵.

O texto deve ser lido pelos alunos, sob coordenação do professor.

2. Realização do experimento: “Por que os gases raros emitem luzes?”.

Caso não haja condições para a realização da experiência pelos alunos, ela poderá ser feita por meio de demonstração. Porém, antes, o professor deve enfatizar a relação desta atividade com o texto da atividade anterior.

3. Leitura do texto “Gases da atmosfera a serviço do homem”⁵⁶.

Somente a seção intitulada por “Gases Raros” do capítulo 4, deve ser lido pelos alunos, sob coordenação do professor.

A partir da realização dessa atividade, os alunos terão noção de como são utilizados os gases raros na indústria e em outros campos. Facilitando assim, a realização da próxima atividade, no qual os alunos devem entrevistar pessoas que trabalhem com estes gases.

4. Realização de um estudo de espaço social

Nesta atividade é proposta uma saída a campo com os estudantes para recolher informações em conversas com pessoas que trabalham com materiais que utilizam os gases raros

5. Debate sobre questões pertinentes ao experimento e ao estudo do espaço social, abordando os seguintes conceitos: pressão, átomos, elétrons, níveis de energia, frequência, espectro eletromagnético.

⁵⁵ Capítulo 2, do livro paradidático “*A atmosfera terrestre*” dos autores Mário Tolentino, Romeu Rocha Filho e Roberto da Silva, editora moderna, 10ª impressão, p.26-36.

⁵⁶ Capítulo 4, do livro paradidático “*A atmosfera terrestre*” dos autores Mário Tolentino, Romeu Rocha Filho e Roberto da Silva, editora moderna, 10ª impressão, p.53-55.

Como sugestões para discussão são apresentadas as seguintes questões:

- Qual é o gás raro mais abundante na atmosfera terrestre?
- Cite pelo menos uma aplicação industrial para cada gás raro.
- Por que os gases raros emitem luzes de diferentes cores, quando utilizados em lâmpadas de néon?
- Por que o hélio é utilizado em balões e atmosferas para mergulhadores?

EXPERIMENTO:

Por que os gases raros emitem luzes?

CONTEXTO

A utilização de iluminação para propagandas, tubo de luz, lâmpada fluorescente são muito comuns em nosso dia-a-dia, ou seja, os gases raros desempenham um papel bastante visível, mesmo que não os possamos ver. Mas por que os gases raros emitem luzes?

MATERIAIS

Lâmpadas de néon, transformador, caixa de madeira, garras de jacarés e fios de cobre encapados.

PROCEDIMENTO

Monte uma caixa de madeira no qual contenha uma base e duas laterais, fure orifícios nas laterais no diâmetro das lâmpadas de néon, em seguida insira as lâmpadas nos orifícios de acordo com as fotos abaixo. Logo após esse procedimento coloque fios elétricos nas lâmpadas em série, ligando os fios aos terminais do transformador. Finalizando essa etapa o aparelho pode ser ligado.

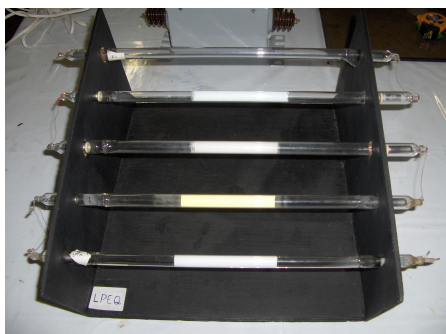


Foto 1 – Placa com lâmpadas de néon (sistema desligado).

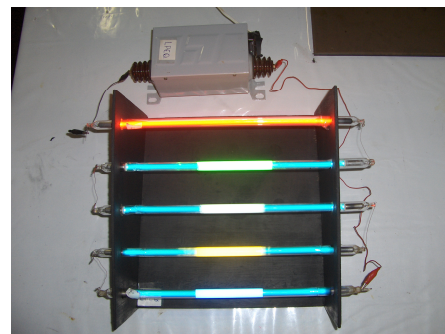


Foto 2 – Placa com lâmpadas de néon (sistema ligado).

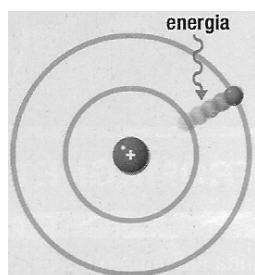
OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

Quando o aparelho com as lâmpadas de néon é ligado à energia elétrica, os tubos emitem diferentes cores de luz.

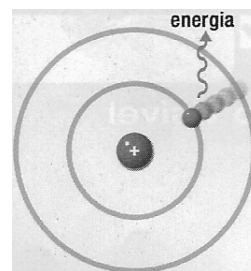
INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

Sob a ação de descargas elétricas e à pressão reduzida, os elétrons nos átomos (dos gases presentes na lâmpada de néon) são excitados (passam a estados de maior energia); quando esses elétrons se desexcitam (retornam a estados de menos energia), emitem luz de frequências características. As frequências correspondentes à luz emitida determinam a coloração, e o seu espectro compõe-se de faixas, raias ou bandas coloridas. No caso dos gases raros (substâncias simples), a presença e a disposição dessas bandas são características dos átomos que as constituem.

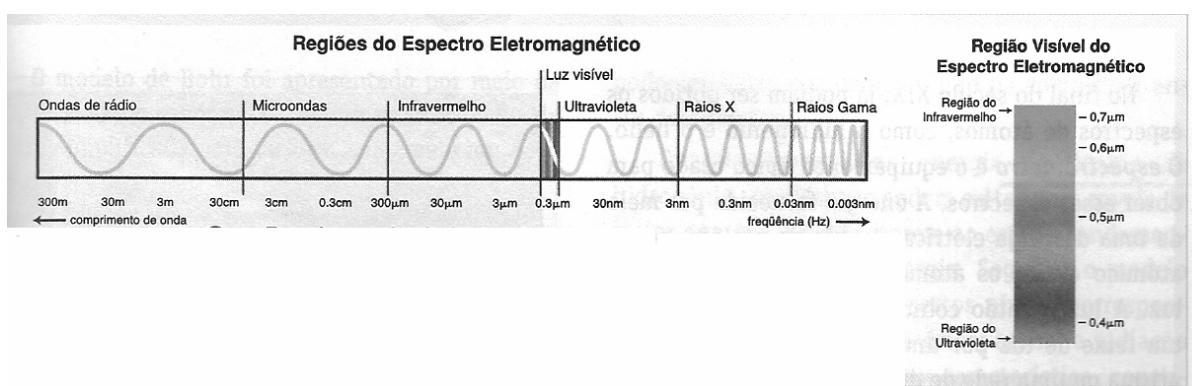
EXPRESSION REPRESENTACIONAL



Ao receber energia os elétrons são excitados e passam a estados de maior energia



Quando os elétrons se desexcitam retornam aos estados menor energia e emitem com luzes frequência (cores) características.



Todas as cores que conhecemos estão situadas em uma pequena faixa, conhecida como região do visível no espectro eletromagnético.

INTERFACE CIENCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

Uma utilização comum dos gases raros consiste no enchimento de tubos de anúncios luminosos, conhecidos como “lâmpadas de néon”. Esses gases emitem luz de diferentes cores: vermelha (neônio puro), rosa-pálido (hélio), azul (argônio), azul-pálido (criptônio) e verde-azulado (xenônio).

✓ Sugestões de atividades com os alunos

- **Atividade 1** – Leitura do capítulo “Escondidos na atmosfera”.

- **Atividade 2** – Realização de experimento.

Mesmo que a prática experimental seja feita por demonstração, nesta atividade os alunos devem observar sua realização, bem como analisar os fenômenos observados, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas na atividade 1.

- **Atividade 3** - Realização de um estudo de espaço social.

Após a realização da atividade descrita acima, separe os alunos em seis grupos.

Cada grupo de alunos ficará responsável em visitar pelo menos uma fábrica de placas de néon e entrevistar os funcionários do local, trazendo informações sobre o tema de estudo, os gases raros.

Na preparação da entrevista, os alunos usarão perguntas “básicas ou obrigatórias” e deverão criar outras a partir do tema (gases raros e questões que sirvam para conhecer a realidade destes profissionais).

Como sugestões para a entrevista são apresentadas as seguintes perguntas:

- Há quanto tempo você trabalha com tubos de néon?
- Como se dá o funcionamento dos tubos?
- Quais as substâncias que vocês utilizam na fabricação dos tubos?
- De onde vem o material (gases raros) utilizado nos tubos?
- Onde são armazenados os resíduos (sobras) das substâncias utilizadas?
- Vocês utilizam algum equipamento de proteção ao trabalhar na fabricação destes tubos?
- Como ou com quem você aprendeu a fabricar esses tubos?
- Você gosta do que faz? Por quê?

Após a entrevista, cada grupo anotar e apresentará, em sala de aula, o que sua “leitura crítica” permitiu observar.

- **Atividade 4** – A partir das apresentações feitas pelos grupos serão verificadas e discutidas as diferentes ou coincidentes leituras.

Parte D – Estudo do gás carbônico
--

As atividades propostas para o estudo do gás carbônico consistem:

1. Leitura do texto “Van Helmont e o gás silvestre”.

Nesta atividade é apresentado ao professor mais um texto da seção “Pitadas da História”. Este texto traz informações sobre as dificuldades encontradas para a descoberta e obtenção do gás carbônico, bem como algumas propriedades características desse gás.

2. Realização do experimento: “Existe gás silvestre na atmosfera?”.

A utilização desse experimento reforça a contextualização de processos históricos de construção da ciência, pois este se baseia em uma das práticas utilizadas pelo cientista Van Helmont na obtenção do CO_2 , descrito na seção “Pitadas da História” com o texto “Van Helmont e o gás silvestre”.

Esta prática deve ser realizada por grupos de três ou quatro alunos.

Os materiais necessários são simples e podem ser trazidos de casa pelos alunos

3. Debate sobre questões pertinentes aos experimentos e ao enredo histórico, abordando os seguintes conceitos: reação química, reagente, produto, substância, sistema homogêneo e heterogêneo.

Como sugestões para discussão são apresentadas as seguintes questões:

- Por que o gás carbônico é utilizado em extintores de incêndio? Quais são os outros tipos de extintores existentes no comércio?

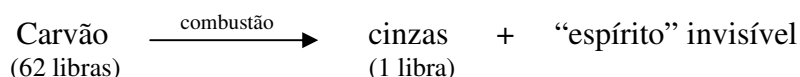
- Indique algumas propriedades inerentes ao gás carbônico.
- Por que ao enchermos balões de aniversário com gás carbônico, este não sobe?
- Por que o gás carbônico é importante para a conservação da vida terrestre?
- Quais os problemas provenientes do aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera terrestre?
- Cite algumas atividades naturais e humanas que contribuem para o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera terrestre?
- Analise e critique a seguinte frase: “a Floresta Amazônica é o pulmão do mundo”.

Pitadas da História Nº 03

Van Helmont e o gás silvestre

Para o historiador da Química Ernst Von Meyer (1847-1916), Van Helmont deve ser considerado o verdadeiro “pai da química pneumática”. Se antes dele havia menção de “espíritos”, que sabemos hoje terem sido gases, estes passaram quase despercebidos, ao passo que Helmont ocupou-se dos gases de modo sistemático, chegando a muitas conclusões de natureza empírica.

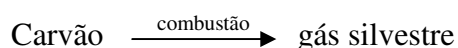
Os estudos de Van Helmont sobre gases foram realizados por volta de 1620, parece que a partir da seguinte constatação:



Da combustão de 62 libras de carvão resultou uma libra de cinzas. O restante da matéria não pode ter desaparecido: formou-se um “espírito” invisível que não pode ser recebido e contido em recipiente nem ser reduzido a um corpo visível a não ser que sua

“semente” seja antes destruída. Percebeu também que este “espírito” era mais denso que o ar. O espírito ou gás obtido na combustão do carvão recebeu de Helmont o nome de gás silvestre, o nosso gás carbônico, ou dióxido de carbono, CO_2 , que assim foi a primeira substância gasosa a ser estudada pelos químicos. O qualificativo “silvestre” não tem relação com floresta (alusão à madeira ou ao carvão dela obtido), mas com selvagem, no sentido de indomável, incontrolável, “selvagem” mesmo (porque não foi possível conter ou “domar” o gás, guardando-o num recipiente por exemplo). Mais tarde, o gás silvestre foi estudado detalhadamente e de um ponto de vista mais “moderno” por Joseph Black (1728-1799) e Torbern Bergman (1735-1784).

Segundo os estudos de Helmont, o gás silvestre forma-se não só na queima do carvão:



mas em muitas outras reações e processos, como por exemplo: nos processos de fermentação; na combustão de madeira, álcool e outros materiais orgânicos; na putrefação; e na reação de conchas ou “pedras de caranguejo” (*lapides cancrorum*) com vinagre.

Muitos historiadores de orientação mais “moderna” ou “positiva” desconsideram as experiências de Helmont com o gás silvestre e atribuem à descoberta do gás carbônico, em 1755, a Joseph Black (denominando-o de “ar fixo”), que já praticou uma Química mais próxima à nossa, inclusive do ponto de vista analítico, essencial nesse caso.

EXPERIMENTO:

Existe gás silvestre fixo na matéria?

CONTEXTO

Na época dos alquimistas, já haviam percebido a existência de “ares” ou “espíritos”, mas foi com Van Helmont que se compreendeu um pouco mais sobre a significação desse

conhecimento alquímico. Pois para Van Helmont havia várias substâncias distintas semelhantes ao ar. Mas será que existia realmente o gás silvestre?

MATERIAIS

Conchas, vinagre, copo plástico.

PROCEDIMENTO

Coloque vinagre até a metade do volume de um copo plástico. Acrescente, cuidadosamente, algumas conchas. Deixe o sistema em repouso. Observe o resultado.

OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

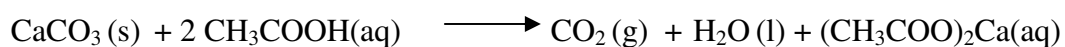
Ao misturar o vinagre com as conchas, há produção de bolhas.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

As conchas são materiais naturais contendo diversas substâncias, sendo o carbonato de cálcio a que ocorre em maior proporção.

O carbonato de cálcio reage com o ácido acético presente no vinagre formando as substâncias dióxido de carbono, água e acetato de cálcio. As bolhas observadas são devido a formação do gás dióxido de carbono.

EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL



INTERFACE CIENCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

A presença de dióxido de carbono na atmosfera é essencial para garantir que a temperatura oscile dentro dos limites necessários para a existência da vida. O dióxido de carbono disperso na atmosfera forma uma redoma protetora, que aprisiona parte das radiações infravermelhas vindas do sol e mantém a temperatura da superfície da Terra dentro de um gradiente ideal para os seres vivos. Sem o efeito estufa natural, isto é, sem o dióxido de carbono na atmosfera, a superfície da Terra seria coberta de gelo.

Grande parte do aumento considerável, nas contribuições humanas, na concentração de dióxido de carbono no ar deve-se à queima de combustíveis fósseis, principalmente carvão, petróleo e gás natural.

A emissão *per capita* de dióxido de carbono nos países em desenvolvimento é cerca de um décimo daquela observada nos países desenvolvidos, mas está crescendo. Uma quantidade significativa de dióxido de carbono é adicionada à atmosfera quando as florestas são devastadas e a madeira é queimada para preparar a terra para uso agrícola. Este tipo de atividade ocorreu em grande escala em zonas de clima temperado nos últimos séculos, mas neste momento ocorre fortemente em regiões tropicais.

A elevação de temperatura tem sérias conseqüências para a vida na terra. A mais evidente delas é o derretimento das calotas de gelo que cobrem os pólos. Há também um aumento na evaporação da água do mar, que provoca um aumento no volume de nuvens, faz crescer o nível das chuvas e altera o regime dos ventos. Criam-se, assim, novos padrões de clima, alterando os regimes habituais.

As alterações do clima provocadas pelo aumento do efeito estufa, já são possíveis de serem observadas por alguns indícios: aumento da temperatura; aumentos das áreas desérticas; extensas regiões mais secas; expansão dos oceanos, inundando ilhas; diminuição das áreas litorâneas;

ocorrências de tempestades violentas; perda de colheitas e aumento da vulnerabilidade de comunidades rurais.

✓ **Sugestões de atividades com os alunos**

- **Atividade 1** – Realização de experimento.

Nesta atividade o aluno vai trabalhar com dados coletados durante a realização do experimento. Por isso é conveniente que os resultados obtidos e as observação feitas sejam anotadas.

- **Atividade 2** – a partir do conhecimento histórico e da realização do experimento serão discutidas as relações entre os seguintes conceitos: reação química, reagente, produto, substância, sistema homogêneo e heterogêneo.

UNIDADE 3: AS GRANDES ALTERAÇÕES DA ATMOSFERA

✓ Apresentação da Unidade

Nessa unidade de ensino são propostas atividades que procuram ressaltar a relação entre sociedade e natureza - evidenciando as conseqüências sobre o ambiente da introdução na atmosfera de poluentes resultantes de atividades humanas e naturais – e as relacionar com as reações químicas e fotoquímicas existentes na atmosfera terrestre.

Para uma melhor compreensão dos conceitos que serão apresentados nesta unidade de ensino, esta foi estruturada em três partes, conforme os fenômenos a serem estudados:

Parte A – A camada de ozônio;

Parte B – O efeito estufa;

Parte C – A chuva ácida.

Parte A - A camada de ozônio

As atividades propostas para o estudo da camada de ozônio consistem:

1. Leitura do texto “As grandes alterações da atmosfera”⁵⁷.

Nesta atividade, deve ser feita somente a leitura da seção intitulada por “O depauperamento da camada de ozônio” do capítulo 6. Este texto deve ser lido pelos alunos, sob coordenação do professor.

2. Realização do experimento: “Para que serve a camada de ozônio?”.

⁵⁷ Capítulo 6, do livro paradidático “*A atmosfera terrestre*” dos autores Mário Tolentino, Romeu Rocha Filho e Roberto da Silva, editora moderna, 10ª impressão, p.87-104;107-108.

Esta prática deve ser realizada por grupos de três ou quatro alunos. Porém, antes de sua realização, o professor deve enfatizar a relação desta atividade com o texto da atividade anterior.

Os materiais necessários são simples e alguns, como, por exemplo: presilhas e filtro solar podem ser trazidos de casa pelos alunos.

3. Leitura do texto: “Como funciona uma geladeira?”

A leitura do texto complementar é direcionada aos professores que buscam informações sobre o processo de refrigeração de geladeiras, possibilitando entender a relação do CFCs (neste caso freon) com o circuito de refrigeração. Além de ter caráter motivador, este texto atua como organizador, relacionando conceitos químicos com idéias que os alunos possam ter sobre esses assuntos, derivados de crenças e de observações de fatos cotidianos.

4. Debate sobre questões pertinentes ao fenômeno estudado, abordando os seguintes conceitos: pressão, vaporização, condensação, CFCs, efeito Joule Thomson, calor.

Como sugestões para discussão são apresentadas as seguintes questões:

- Qual a importância da camada de ozônio para os seres vivos?
- Quais os principais produtos que contêm o CFCs?
- Por que os CFCs contribuem para a destruição da camada de ozônio?
- Como ocorre a destruição da camada de ozônio?
- Por que as medidas adotadas em convenções internacionais não têm evitado o aumento da destruição da camada de ozônio?
- Porque o filtro solar protege mais a pele das radiações solares? O que indica o FPS desses filtros solares?

EXPERIMENTO:

Para que serve a camada de ozônio?

CONTEXTO

A atmosfera possui uma camada que a envolve externamente, a cerca de 15 km de distância da superfície, formada pelo gás ozônio. A camada de ozônio tem cerca de 30 km de espessura. As moléculas de ozônio são formadas por três átomos de oxigênio, o que resulta num gás altamente oxidante e tóxico. Essa camada vem perdendo espessura e “ganhando” alguns buracos. Os alertas de perigo sobre essa redução vêm sendo feitos a partir de estudos realizados entre 1979 e 1986. Mas afinal, para que serve a camada de ozônio?

MATERIAIS

Luz negra, presilha de cabelo branca, filtro solar, caixa preta e papel alumínio.



Foto1 – Materiais utilizados na realização dos experimentos.

PROCEDIMENTO

Antes da realização do experimento, envolva com papel alumínio o suporte contendo a luz ultravioleta (ver foto 2) e depois passe filtro solar na metade da presilha. Em seguida, coloque a presilha em cima de uma caixa preta e acenda a lâmpada. Observe.



Foto 2 – Representação do procedimento utilizado para a realização da prática.

OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

Após colocar filtro solar na metade da presilha branca, essa foi exposta a luz ultravioleta, tornando-se rosa (na metade que não havia filtro solar) e continuou branca (na parte que continha filtro solar).



Foto 3 – Aspecto da presilha antes da realização do experimento



Foto 4 – Aspecto da presilha depois da realização do experimento.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

A luz negra emite as radiações eletromagnéticas na faixa do ultravioleta. Essas radiações por sua vez, podem ser bloqueadas pelo filtro solar. Esse fato, explica porque a metade da presilha que continha filtro, ao ser exposta a lâmpada não sofre interferência em sua coloração.

A principal causa de redução da camada de ozônio são as emissões de diversos compostos químicos, criados artificialmente pelos processos industriais intensamente desenvolvidos durante o século 20. Desde 1987 sabe-se que átomos de cloro presentes nos compostos de clorofluorcarbono, os CFCs, são os principais responsáveis por essa redução.

O CFC é usado como propelente em vários tipos de aerosóis; em motores de aviões; em circuitos de refrigeração (geladeiras), na obtenção de espumas, formas e bandejas de plástico poroso; na fabricação de chips de computadores e como solvente.

Ainda não existe um substituto ideal para o CFC. Atualmente, são utilizadas maciçamente substâncias como o HCFC, que por conterem átomos de hidrogênio em suas moléculas são mais instáveis que os CFC, e que, portanto, podem se decompor na troposfera.

Leitura Complementar Nº 02

Como funciona uma geladeira?

Para compreendermos os problemas ligados à destruição da camada de ozônio, precisamos entender a relação do CFCs com o circuito de refrigeração.

A refrigeração consiste basicamente em tornar frio o interior da geladeira; esse processo se faz através de trocas de calor.

Os gases freons (clorofluorcarbonetos) são substâncias que possuem alto calor de vaporização, daí seu emprego nas geladeiras.

Na geladeira, o freon se vaporiza a baixa pressão no congelador e se condensa a alta pressão no radiador, com a temperatura de mudança de estado varia de acordo com a pressão

a que está submetida a substâncias, é necessário um mecanismo que reduza a pressão no congelador e a aumente no radiador. Isso é obtido através de um compressor (que eleva a pressão) e de uma válvula (que diminui a pressão).

A válvula descompressora, nas geladeiras domésticas, nada mais é do que um tubo capilar. O estreitamento do caminho da substância de operação faz com que seu fluxo aumente de velocidade para permanecer constante, com conseqüente diminuição de pressão.

A figura 1 indica o percurso da substância utilizada através dos elementos de uma geladeira:

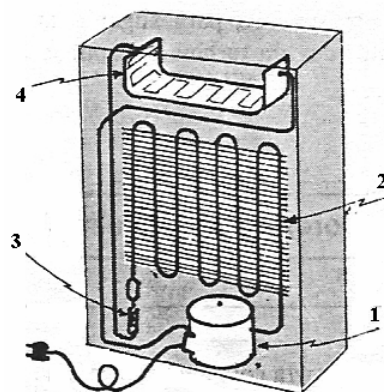


Fig 1. Esquema do circuito da geladeira.

1. compressor: o vapor entra com baixa pressão e sai com alta pressão;
2. radiador: é a serpentina na qual o vapor se liquefaz, trocando calor com o ambiente;
3. válvula: é um tubo capilar que diminui a pressão;
4. congelador: o líquido se vaporiza e absorve o calor do interior da geladeira.

O freon é uma substância que possui alto calor latente de vaporização, o que facilita a troca de calor no interior da geladeira. Além disso, a temperatura de vaporização deve ser conseguida a uma pressão pequena, porém superior à atmosférica, para que um eventual vazamento permita a saída do gás e não a entrada de ar e umidade na tubulação. A temperatura de condensação deve ser conseguida a uma pressão não tão alta que represente um custo excessivo de construção.

A geladeira, como a turbina a vapor, utiliza a mesma substância de operação ao final de cada ciclo, que é, portanto um ciclo mesmo. A figura 2 identifica os elementos de uma geladeira elétrica e o estado da substância em cada trecho do ciclo.

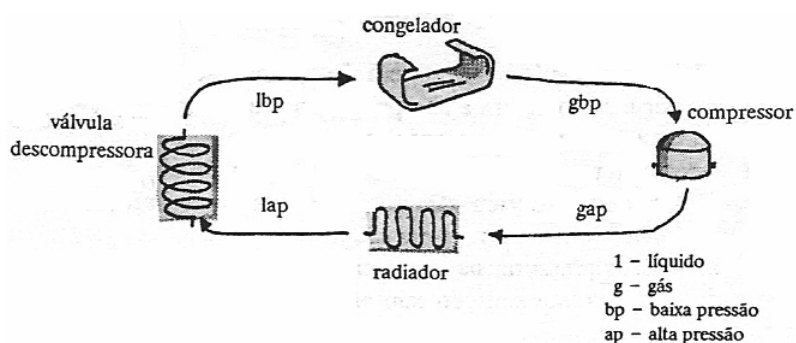


Fig 2. Percurso realizado pelo freon no interior do refrigerador



Fotos – Sistema construído para representar o funcionamento do refrigerador

Ao realizar o ciclo, a substância passa por alguns processos, entre os quais absorver e trocar calor ao mudar de estado e receber trabalho ao ser comprimida. A energia interna da substância, entretanto, é a mesma ao final de cada ciclo, por ele sempre retorna às mesmas condições iniciais.

✓ **Sugestões de atividades com os alunos**

- **Atividade 1** – Leitura do texto “As grandes alterações da atmosfera”.

- **Atividade 2** – Realização do experimento: “Para que serve a camada de ozônio?”.

Nesta atividade o aluno vai trabalhar com dados coletados durante a realização do experimento, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas na atividade 1. Por isso é conveniente que o resultados obtidos e as observações feitas sejam anotadas

- **Atividade 3** – A partir da realização das atividades e do conhecimento dos alunos serão discutidas as relações dos conceitos químicos pertinentes ao tema.

Parte B – O efeito estufa

As atividades propostas para o estudo do efeito estufa consistem:

1. Leitura do texto “As grandes alterações da atmosfera”⁵⁸.

Nesta atividade, deve ser feita somente a leitura da seção intitulada por “Um aquecimento anômalo: o efeito estufa” do capítulo 6. Este texto deve ser lido pelos alunos, sob coordenação do professor.

2. Realização de experimento: “O que é o efeito estufa?”.

Esta prática deve ser realizada por grupos de três ou quatro alunos. Porém, antes de sua realização, o professor deve enfatizar a relação desta atividade com o texto da atividade anterior.

Debate sobre questões pertinentes ao fenômeno estudado, abordando os seguintes conceitos: estufa, temperatura, gases estufas, poluentes, calor.

Como sugestões para discussão, são apresentadas as seguintes questões:

⁵⁸ Capítulo 6, do livro paradidático “*A atmosfera terrestre*” dos autores Mário Tolentino, Romeu Rocha Filho e Roberto da Silva, editora moderna, 10ª impressão, p.82-87;105-107.

- Como ocorre o aquecimento da atmosfera terrestre? Qual o perigo da intensificação deste processo?
- Quais são os principais gases do efeito estufa?
- Quais são as possíveis conseqüências do aquecimento constante da atmosfera terrestre?
- Quais são as atividades humanas que contribuem para o aumento da concentração dos gases do efeito estufa?

EXPERIMENTO:

O que é efeito estufa?

CONTEXTO

A introdução na atmosfera de poluentes resultantes de atividades humanas e naturais leva a alterações prejudiciais à vida. Entre elas, destaca-se o aumento do efeito estufa. O aumento do efeito estufa vem causando várias mudanças climáticas, com conseqüências dramáticas para o meio ambiente. Mas o que é efeito estufa?

MATERIAIS

Caixa de madeira com duas repartições, vidro (para tampar parte da caixa), tinta preta (ou cartolina preta fosca), lâmpada de filamento de 100 a 150 watts (use uma luminária ou abajour), mistura de asfalto com cascalho e 2 termômetros.

PROCEDIMENTO

Pinte o interior da caixa de madeira de preto ou forre-a com cartolina preta fosca. Adicione no fundo da caixa uma mistura de asfalto e cascalho. Coloque os termômetros

dentro da caixa (cada um em uma repartição) e tampe uma das partes com o vidro. Posicione a lâmpada acesa perto e no meio das duas repartições (ver fotos). Observe como a temperatura se comporta nas duas partes da caixa.



Fotos – Sistema construído para representar o fenômeno do efeito estufa

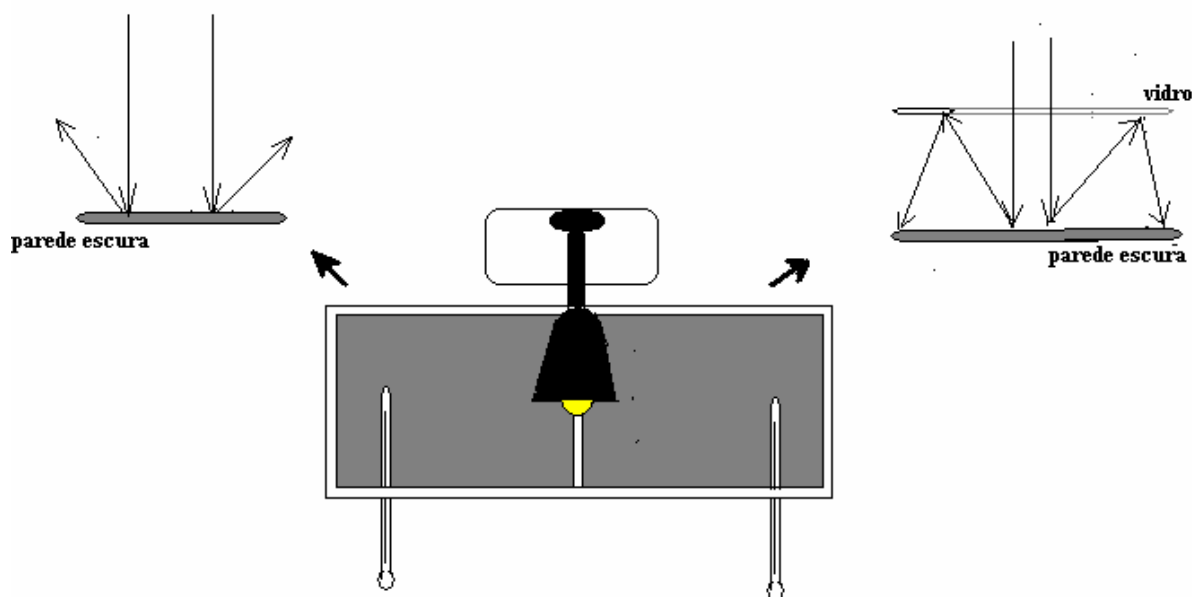
OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

Ao acender a luz verifica-se que a temperatura fica maior no termômetro da parte com vidro. Quando a luz é desligada, observe-se que a diminuição da temperatura nessa repartição é mais lenta.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

Na repartição com o vidro, a luz atravessa sendo absorvida pelas paredes escuras e pela mistura de asfalto com cascalho. Tais componentes, por sua vez, emitem luz infravermelha, que é fortemente refletida pelo vidro. A presença desse vidro faz com que a temperatura aumente rapidamente, porém impede que o calor se dissipe rápido, fazendo com que a temperatura diminua lentamente no interior da caixa. Já na repartição sem vidro o mesmo fenômeno de absorção, porém não possui o vidro para impedir que ocorra a reflexão e conseqüentemente um resfriamento mais rápido. Assim, pode-se verificar que na caixa com vidro ocorre um aumento maior da temperatura, bem como um resfriamento mais lento.

EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL



INTERFACE CIENCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

Como já vimos, o excesso de gás carbônico, tende a elevar a temperatura atmosférica, originando um fenômeno conhecido como efeito estufa, todos os gases capazes de provocar o aquecimento da Terra são chamados gases estufas. São eles o gás carbônico (CO_2), o dióxido de nitrogênio (NO_2), os clorofluorcarbonos (CFCs) e o metano (CH_4). Todos esses gases são produzidos em larga escala, tanto pelos processos naturais, quanto pelas ações humanas diretas ou indiretas.

O gás carbônico é proveniente, principalmente, da queima de combustíveis fósseis e de biomassa.

O dióxido de nitrogênio vem das combustões a altas temperaturas, que provocam uma reação química entre o nitrogênio do ar e o oxigênio. É também proveniente dos fertilizantes do solo.

Os clorofluorcarbonos provêm dos gases utilizados em refrigeração.

O metano provém da queima de biomassa, dos arrozais, do trato digestivo do gado bovino e dos aterros sanitários.

As grandes represas destinadas às usinas hidrelétricas geram elevadas quantidades de CO_2 e CH_4 , devido à decomposição dos vegetais que ficam submersos na inundação. Outros gases, como o óxido de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono, bem como o próprio vapor d'água, têm propriedades absorventes de raios infravermelhos, sendo considerados, também, gases estufa.

✓ Sugestões de atividades com os alunos

- **Atividade 1** – Leitura do texto “As grandes alterações da atmosfera”.
- **Atividade 2** – Realização de experimento.

Nesta atividade o aluno vai trabalhar com dados coletados durante a realização do experimento, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas na atividade 1. Por isso é conveniente que o resultados obtidos e as observações feitas sejam anotadas.

- **Atividade 3** – A partir da realização das atividades e do conhecimento dos alunos serão discutidas as relações dos conceitos químicos pertinentes ao tema.

Parte C – A chuva ácida

As atividades propostas para o estudo da chuva ácida consistem:

1. Leitura do texto “As grandes alterações da atmosfera”⁵⁹.

Nesta atividade, deve ser feita somente a leitura da seção intitulada por “Um tipo especial de chuva: a chuva ácida” do capítulo 6. Este texto deve ser lido pelos alunos, sob coordenação do professor.

2. Realização de experimento: “Como é formada a chuva ácida?”.

Esta prática deve ser realizada por grupos de três ou quatro alunos. Porém, antes de sua realização, o professor deve enfatizar a relação desta atividade com o texto da atividade anterior.

O professor deve alertar os alunos os cuidados que devem tomar no laboratório. Entre eles, deve-se destacar principalmente:

a) caso algum material atinja a pele, lavar imediatamente o local afetado com bastante água.

b) evitar inspirar o dióxido de enxofre produzido, tampando rapidamente o vidro, além de se certificar que o laboratório está suficientemente ventilado.

3. Debate sobre questões pertinentes aos experimentos e ao texto, abordando os seguintes conceitos: ácidos, bases, pH, indicadores, solubilidade.

Como sugestões para discussão são apresentadas as seguintes questões:

- Como são formadas as chuvas? E a chuva ácida?
- Quais os gases que contribuem para a existência da chuva ácida?
- Quais os problemas provocados pela chuva ácida?
- Quais as transformações que estes gases sofrem para produzir ácidos na atmosfera?

⁵⁹ Capítulo 6, do livro paradidático “*A atmosfera terrestre*” dos autores Mário Tolentino, Romeu Rocha Filho e Roberto da Silva, editora moderna, 10ª impressão, p.79-82.

EXPERIMENTO:

Como é formada a chuva ácida?

CONTEXTO

Especialistas da Universidade de Atenas têm observado que, nos últimos anos, milhares de monumentos e obras de arte, vêm se deteriorando perigosamente. Essa ação corrosiva é exercida por meio de um fenômeno conhecido de longa data como *chuva ácida*. Mas afinal, como é formada a chuva ácida?

MATERIAIS

1 pote de vidro com tampa, palito de fósforo, enxofre, água, flor de cor forte, espiral de fio metálico, conta-gotas e papel tornassol.

PROCEDIMENTO

Prenda o espiral de fio metálico na tampa do pote. Logo em seguida, coloque a flor dentro do recipiente e o enxofre no espiral. Depois, acenda o fósforo e queime o enxofre. Feche rapidamente o pote. Aguarde cerca de 10 minutos. Observe a coloração da flor.

Em seguida, retire a flor e o cone de dentro do frasco. Adicione, imediatamente, cerca de 30 mL de água ao frasco e tampe-o rapidamente. Agite o frasco. Depois, retire uma amostra desse líquido com o conta-gotas e pingue 2 gotas num pedaço de papel de tornassol azul. Observe e anote.

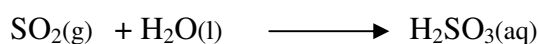
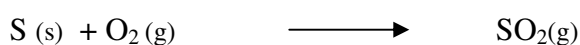
OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

Ao queimar o enxofre observa-se a produção de um gás amarelo que desbota a flor.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

O enxofre (S), ao ser queimado, se combina com o oxigênio (O₂) do ar, produzindo um gás, o dióxido de enxofre (SO₂). A flor sofre a ação do dióxido de enxofre e desbota. O dióxido de enxofre se dissolve na água, tornando o meio ácido. Desta forma, o papel de tornassol azul muda para a cor vermelha.

EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL



INTERFACE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

As majestosas colunas do Pantheon, construídas há 2400 anos nas colinas da Acrópole ateniense, o Coliseu de Roma vêm sendo corrido pelos efeitos das chuvas ácidas, assim como a Floresta Negra, na região sudeste da Alemanha, a vegetação da Serra do Mar, os rios de parte da região sudeste de Santa Catarina.

Além desses exemplos, o que mais impressiona nesse tipo de impacto ambiental é o fato de seus efeitos se fazerem sentir a extraordinária distância do local de origem, tratando-se de uma ação que não reconhece fronteiras políticas ou barreiras físicas. Represas da Noruega, por exemplo, estão sofrendo os efeitos de chuvas ácidas que têm origem nas indústrias da Alemanha, França e Grã-Bretanha.

O caráter especial das chuvas ácidas deve-se não só a isso, mas também ao fato de não serem elas causadas exclusivamente por grandes indústrias. No caso dos monumentos de Atenas, o principal responsável é o tráfego de veículos na cidade. Já em alguns outros casos na Europa, no século XIX, os grandes responsáveis poderiam ser as inúmeras chaminés de fogões e aquecedores a carvão das residências e estabelecimentos.

✓ **Sugestões de atividades com os alunos**

- **Atividade 1** – Leitura do texto “As grandes alterações da atmosfera”.

- **Atividade 2** – Realização de experimento: “Como é formada a chuva ácida?”.

Nesta atividade o aluno vai trabalhar com dados coletados durante a realização do experimento, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas na atividade 1.

Por isso é conveniente que o resultados obtidos e as observações feitas sejam anotadas

- **Atividade 3** – A partir da realização das atividades e do conhecimento dos alunos serão discutidas as relações dos conceitos químicos pertinentes ao tema.

UNIDADE 4: GRANDEZAS DO ESTADO GASOSO

✓ Apresentação da Unidade

Nessa unidade de ensino são propostas atividades que procuram evidenciar o comportamento dos gases, caracterizando e operando com três grandezas: pressão, temperatura e volume.

Para uma melhor compreensão dos conceitos que serão apresentados nesta unidade, esta foi estruturada em quatro partes:

Parte A - Grandezas e unidades de medidas;

Parte B - Pressão;

Parte C - Temperatura;

Parte D - Volume.

Parte A - Grandezas e unidades de medidas
--

A atividade proposta para o estudo das grandezas relacionadas ao estado gasoso em Química consiste:

1. Leitura do texto: “Grandezas e unidades de medidas através dos tempos”

No intuito de apresentar uma ciência dinâmica e em constante transformação, é de suma importância que o professor faça uma leitura do texto da seção “Pitada da História”. Este texto traz informação sobre as diversas formas de estimar e avaliar as grandezas e unidades de medidas desenvolvidas pela humanidade desde o início de sua evolução cultural.

Pitadas da História Nº 03**Grandezas e unidades de medidas através dos tempos**

Estimar e avaliar grandezas diversas são capacidades e habilidades desenvolvidas pela humanidade desde o início de sua evolução cultural. Na pré-história, o homem apenas comparava volumes e peso, sem medi-los.

No entanto, com o crescimento demográfico, o surgimento das cidades e dos sistemas de trocas, foram fixadas unidades que permitiam uma comparação mais precisa entre objetos. Estas unidades eram de: massa (anteriormente denominado peso), volume (líquido ou de grãos), comprimento e área.

Historicamente, existem dois tipos de sistemas de unidades: aqueles que surgiram baseados nos costumes e tradições, denominadas consuetudinários; e os que foram planejados.

➤ Sistemas consuetudinários

Todos os sistemas de unidades existentes até o final do século XVIII, eram consuetudinários.

Os primeiros padrões utilizados para medir eram: partes do corpo humano – palma da mão, polegada, braço ou uma passada - utensílios de uso cotidiano, como cuias e vasilhas; e estimativas daquilo que um homem ou animal poderia levantar e/ou carregar. Cada civilização definia seus padrões e fixava suas próprias unidades de medida, o que ocasionou a multiplicidade de sistemas de medições existentes desde a Antiguidade.

Porém, as medições que utilizavam partes do corpo humano não eram muito precisas. Por exemplo, o côvado egípcio era uma medida de comprimento cujo padrão é a distância entre o cotovelo e o ponto do dedo médio, estando o braço e o antebraço dobrado em ângulo

reto e mão esticada. A milha é a distância de mil passadas duplas. Com este tipo de unidade, as medições podem dar resultados tão variados quantas são as diferenças individuais do corpo humano. Assim, apesar de práticas, essas unidades de medidas levaram a fatores de conversão bastante inconvenientes.

O surgimento de padrões materiais de referência para as unidades de medida, fabricados de pedras, argilas ou ligas metálicas, marca o início da construção dos primeiros sistemas de pesos e medidas. Eles estavam presentes nas civilizações da Assíria, Babilônia, Caldéia e Egito. Os padrões de peso mais conhecidos até hoje datam do quarto milênio antes de Cristo. Eram pequenos cilindros de base côncava, com cerca de treze gramas, encontrados nos túmulos de Amrah, no Egito. O sistema egípcio teve grande influência sobre os povos da Antiguidade do vale do Nilo, espalhou-se pela Judéia, Ásia Menor e Grécia antiga, e chegou às colônias gregas da península itálica e, mais tarde, foi levado pelos romanos para as diferentes regiões da Europa. Misturou-se, então, aos sistemas locais, assumindo novas características.

Já a Idade Média, com os feudos e cidades-estados bem distantes uns dos outros, caracterizou-se por uma variedade bastante grande de sistemas de pesos e medidas. No início do século IX, Carlos Magno quis impor, em vão, certa uniformização. Na realidade, o pouco de uniformização que se obteve foi decorrência das grandes feiras comerciais, em cujos recintos era obrigatória a utilização de unidades de medidas padronizadas.

- **Sistemas Inglês e Americano**

A Inglaterra normatizou seu sistema consuetudinário de pesos e medidas logo após a promulgação da Carta Magna, em 1215. Esta primeira normalização foi tão bem sucedida que permaneceu em pleno vigor por quase 600 anos. A última legislação britânica dispendo sobre pesos e medidas deste sistema é de 1878. Em 1963, por decisão do Parlamento Britânico,

todos os pesos e medidas do sistema consuetudinário inglês foram redefinidos em termos de unidades de medida do Sistema Internacional de Unidades, sendo que 2 anos depois iniciou-se a mudança nacional para o Sistema Internacional de unidades. Atualmente, embora o parlamento britânico tenha decidido pela adesão do país ao Sistema Internacional de Medidas, a população inglesa continua utilizando o antigo sistema no seu dia-a-dia.

Como ex-colônia inglesa, os Estados Unidos iniciaram-se como nação utilizando unidades consuetudinárias inglesas. Logo após a independência, conseguiu-se estabelecer que a moeda fosse decimal, mas não se conseguiu vencer o hábito e abandonar os pesos e medidas ingleses. O sistema métrico é oficialmente permitido desde 1866. Em 1959, as unidades de medidas passaram a ser definidas em função do Sistema Internacional de Unidades; contudo, nas atividades comerciais, industriais e sociais locais, este sistema nunca foi efetivamente adotado.

➤ **Sistemas Planejados**

A necessidade de medidas cada vez mais precisas surge a partir do Renascimento, com as grandes navegações e o desenvolvimento da ciência experimental. Para os cientistas da era moderna, conhecer um fenômeno significava medi-lo. Nos séculos XVII e XVIII multiplicaram-se os instrumentos de precisão, como termômetros, relógios e lunetas. Com a revolução industrial e o desenvolvimento do capitalismo, o comércio internacional também se intensifica e exige sistemas de medidas que garantam não apenas precisão, mas também padrões reconhecidos por todos os países.

▪ **Sistema Métrico**

No século XVII, cientistas europeus vinham apontando a necessidade de um novo sistema de medidas, que fosse racional e uniforme, para substituir os vários sistemas

nacionais, que com suas diferenças dificultavam a comunicação científica. Tal sistema começou finalmente a ser elaborado no final do século XVIII e fez parte das reformas desencadeadas pela Revolução Francesa. Em 1790 a Academia Francesa de Ciências propôs que todas as unidades de comprimento existentes – côvado, pé, milha, polegada etc. - fossem substituídas por uma única, o metro, definido como a décima milionésima parte da distância do Pólo Norte ao Equador pelo meridiano que passa por Paris. Já as diferentes unidades de peso (massa) seriam substituídas pelo grama. Mas, o mais importante é que se adotou um sistema decimal, tendo sido proposta uma lista de prefixos para múltiplos e submúltiplos das unidades de sistema. A medição da distância sobre o meridiano de Barcelona, na Espanha, até Dinkerque, no norte da França para determinar o comprimento do metro foi realizado durante sete anos, pelos engenheiros Delambre e Méchain. Sendo assim o Sistema Métrico passou a existir de fato em junho de 1793.

Durante o início do séc XIX, o Sistema Métrico conviveu lado a lado com os sistemas consuetudinários na França. Somente em 1840, quando as vantagens do sistema já tinham efetivamente sobressaído, é que se tornou obrigatório. Após isto, o Sistema Métrico foi progressivamente sendo adotado por vários países, inclusive o Brasil, que oficializou sua adesão em 1862. Em 1875, o governo francês convocou a Conferência Diplomática do Metro, quando é criada a Repartição Internacional de Pesos e Medidas – BIPM (sigla em francês), organismo responsável pela padronização das unidades de medidas.

- **Sistema Internacional de Medidas**

A partir do séc. XIX, novas grandezas físicas são descobertas. Para medi-las os cientistas inventaram novos instrumentos de precisão e novas unidades de medidas. Para unificar e padronizar os subsistemas improvisados em uso nas diferentes áreas da ciência, a Conferência Internacional de Pesos e Medidas decidiu, em 1960, substituir o Sistema Métrico

pelo Sistema Internacional de Unidades (SI).

- **Pesos e Medidas no Brasil**

O Brasil, até o início do séc XIX, como colônia Portuguesa, adotou os sistemas de peso e medidas da Metrópole, os quais, como usual na época, eram consuetudinários.

Em 1862, o Brasil tornou-se um dos países pioneiros do Sistema Métrico, através da lei imperial nº 1157, de 26 de junho, assinada por Dom Pedro II.

Apesar do Sistema Métrico ter sido adotado, a legislação teoricamente vigente nas primeiras décadas do século XX, rapidamente, tornou-se obsoleta. Assim, a partir da década de 20 do século passado, foram tomadas diversas iniciativas no sentido de modernizar a legislação vigente.

Em 1960 o Brasil ao participar da 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas dos países membros da Convenção do Metro, adotou o SI.

Desde 1938, o Brasil, vem promovendo uma estrutura técnica, científica, legal e administrativa na área de pesos e medidas, com a criação e solidificação de órgãos responsáveis pela promoção e execução da legislação métrica. Atualmente, o órgão responsável por estas tarefas é o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade, conhecido como Inmetro.

- **Conversão de unidades de medidas**

Qualquer atributo mensurável do universo físico é denominado grandeza. Assim, de acordo com o que desejamos medir, existe uma grandeza a ser utilizada. Os gases, por exemplo, podem ser medidos pelo volume, pressão ou temperatura.

Para cada grandeza, podemos utilizar diferentes unidades de medidas. Por exemplo, para volume é possível trabalhar com metro cúbico, litro, galão, alqueire etc.

Como vimos no decorrer do texto, as unidades de medidas utilizadas até o final do século XVIII não eram muito precisas. Surgiu então, a necessidade de padronizá-las.

Para padronizar as medidas e substituir os vários sistemas nacionais existentes na época, em 1790 a Academia Francesa de Ciência criou o Sistema Métrico, sendo esse substituído em 1960 pelo Sistema Internacional de Unidades (SI).

O SI é construído a partir de sete unidades de base. Essas unidades foram arbitrariamente escolhidas visando-se criar um sistema coerente de unidades de medidas, o qual satisfizesse não somente as necessidades do dia-a-dia, mas também aquelas da ciência e da tecnologia. No Quadro1, podemos verificar as grandezas de base utilizadas no SI e suas respectivas unidades.

Quadro 1. Unidades SI de base e grandezas relacionadas		
Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampére	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

Além das unidades de base e outras derivadas, o SI adota prefixos que são usados como múltiplos e submúltiplos para as unidades.

Giga (G)	mega (M)	quilo (k)	hecta (h)	deca (da)	deci (d)	centi (c)	mili (ml)	micro (μ)	nano (n)
10^9	10^6	10^3	10^2	10^1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}

Quando operações envolvem diferentes grandezas, é necessário que todas as unidades sejam compatíveis. Por isso, é preciso muitas vezes a realização de cálculos de conversão. Os

métodos mais utilizados para a conversão de unidades de medidas são: regra de três simples e análise dimensional. Neste texto abordaremos apenas o método de análise dimensional

- **Análise Dimensional**

Esse método se baseia nos seguintes pontos:

I) Na representação correta das grandezas, isto é, sempre, expressas como um produto de um valor numérico por uma unidade.

II) Na estrita obediência à álgebra de grandezas, isto é, as unidades cancelam-se no numerador e no denominador de uma fração, tal como os números.

III) No uso de fatores de conversão

Ou seja, o método baseia-se na conversão sucessiva das unidades até a obtenção do resultado esperado. Isso é feito por meio de fatores de conversão, que são igualdades originadas de relações entre suas unidades.

Para facilitar o entendimento sobre o método de análise dimensional, utilizaremos a resolução do seguinte problema: Quantas horas existem em 324 minutos?

Este problema configura-se numa simples conversão de unidade para a grandeza tempo, isto é, conversão da unidade minuto na unidade hora. Na realidade, sabe-se que, por definição:

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$$

Esta igualdade matemática pode ser dividida, em ambos os lados, por exemplo, por 1 h:

$$\frac{1 \text{ h}}{1 \text{ h}} = \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

Mas,

$$\frac{1 \text{ h}}{1 \text{ h}} = 1$$

Portanto:

$$\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 1$$

Logo, o quociente (60 min/1 h) corresponde à identidade. Sendo um fator de conversão, que converte a unidade hora na unidade minuto. Assim, o problema proposto pode, então, ser solucionado, basta multiplicar a unidade que se deseja converter pelo fator de conversão apropriado, ou seja:

$$t = 324 \text{ min} \times (\text{fator de conversão})$$

Assim,

$$t = 324 \cancel{\text{ min}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \cancel{\text{ min}}} = 5,40 \text{ h}$$

Note que a unidade minuto se cancela e a unidade do resultado decorre naturalmente da obediência à álgebra de grandezas.

É importante frizar que todo quociente que for uma identidade pode ser utilizado como um fator de conversão.

Desta forma, como podemos verificar, a utilização do método de análise dimensional na resolução de problemas envolvendo cálculos de conversão traz para o estudante duas grandes vantagens:

1. As unidades da grandeza calculada (resultado do cálculo) serão obtidas automaticamente;
2. Se um erro for cometido ao se montar os termos envolvidos no cálculo (por exemplo, o uso de uma fórmula errada, de um fator de conversão errado ou invertido etc.), este erro será facilmente detectável já que as respostas não serão corretas para a grandeza calculada.

Parte B – Pressão

Nesta parte da unidade de ensino procura-se definir e explicar o comportamento da pressão para os materiais gasosos. Para isso são propostas as seguintes atividades:

1. Realização do experimento: “Existe pressão atmosférica?”.

Esta prática deve ser feita por demonstração. Porém, os alunos devem observar sua realização, bem como analisar os fenômenos observados, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas pelo professor (a partir da leitura do texto da parte A).

Os materiais necessários são simples e alguns, como, por exemplo, lata de refrigerante vazia, pode ser trazida de casa pelos alunos.

2. Realização da atividade: “Medindo a pressão de bolas e câmaras de ar”.

Nesta atividade será proposta a utilização de um manômetro para medir e analisar as diferentes pressões em bolas de futebol e vôlei e em uma câmara de gás. Tal prática tem como objetivo propiciar aos alunos a oportunidade de manusear um aparelho de medição, bem como trabalhar as grandezas e unidades de medidas usadas pela humanidade.

Para facilitar e tornar mais interessante a realização desta atividade é necessário conhecer algumas especificações inerentes às bolas (ler as informações no quadro: “Fique por dentro de sua bola”). Após o conhecimento de tais especificações, os alunos utilizarão o manômetro para medir a pressão nos objetos (bolas e câmara de ar) e logo em seguida, será proposta, a conversão dessas medidas, para outras unidades, utilizando o método de análise dimensional.

Estas atividades podem ser realizadas por grupos de 3 ou 4 alunos.

3. Realização da atividade: “Medindo a pressão em sua cidade”

Nesta atividade será proposta a procura pelo aluno, do site do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) para que esse possa obter a pressão de sua cidade.

4. Debate sobre questões pertinentes ao fenômeno estudado, abordando os seguintes conceitos: grandezas e unidades medidas, pressão atmosférica.

EXPERIMENTO:

Existe pressão atmosférica?

CONTEXTO

A atmosfera terrestre é composta por vários gases, que exercem uma pressão sobre a superfície da Terra. Essa pressão, denominada pressão atmosférica, depende da altitude do local, pois à medida que nos afastamos da superfície do planeta, o ar se torna cada vez mais rarefeito, e, portanto, exerce uma pressão cada vez menor.

MATERIAIS

1 lata de refrigerante vazia, 1 bico de Bunsen (ou lamparina a álcool), tripé, tela de amianto, fósforos, 1 par de luvas térmicas, 1 cuba e água.

PROCEDIMENTO

Coloque um pouco de água (até a altura de 1 cm) dentro da lata de refrigerante. Logo em seguida, aqueça-a com cuidado diretamente no bico de Bunsen (ou lamparina a álcool). Quando a água no interior da lata estiver em ebulição por alguns minutos, pegue-a cuidadosamente com a luva térmica e afunde-a rapidamente em água fria, mantendo a boca da lata para baixo.

OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

Ao aquecer a lata de refrigerante, a água que está em seu interior começa a ferver.

Após mergulhá-la na cuba, a lata colapsa rapidamente.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

No aquecimento da lata, grande parte do ar foi expulso pelo vapor de água formado. Ao emborcá-la em água fria, parte do vapor se condensa, fazendo diminuir a pressão interna. Como a pressão externa ficou maior, ela comprimirá a lata.

INTERFACE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

Sabemos que o ar atmosférico exerce uma pressão sobre tudo que existe na superfície da Terra. Quem primeiro fez a medida da pressão atmosférica foi um discípulo de Galileu chamado Evangelista Torricelli, em 1643. Para medi-la, ele inventou um instrumento chamado barômetro. Em seu experimento, Torricelli encheu um tubo de vidro (fechado em um extremo) com mercúrio e inverteu-o em uma cisterna pequena que também contém mercúrio. O mercúrio no tubo caiu a um nível onde o peso do ar, que pressiona para baixo a superfície do mercúrio na cisterna, fica precisamente equilibrado com o peso do mercúrio no tubo. Esta altura, de aproximadamente 760 mm de Hg ao nível do mar, é chamada pressão barométrica e representada por 760 mmHg

A pressão barométrica é medida em pascals, atmosfera, milibares, polegadas de mercúrio (Hg), ou milímetros de Hg. No Brasil a pressão é medida também em milibares. Para se ter um sistema consistente de comparação às medidas de pressão devem ser corrigidas ao nível do mar antes de registrá-las.

Tipicamente, ao nível do mar, a pressão ao nível do mar varia de 0,97 a 1,02 atm. Em geral, queda de pressão ou baixa pressão indica mau tempo, aumento de pressão ou pressão alta indica tempo bom.

Baseado no princípio do barômetro foi desenvolvido mais tarde, o manômetro. Este

aparelho utiliza a pressão atmosférica como referência, medindo a diferença entre a pressão do sistema e a pressão atmosférica. Existem vários tipos de manômetros, tais como os utilizados em postos de gasolina para calibração de pneus e os que medem a nossa pressão arterial.

Leitura Complementar N° 03

“Fique por dentro de sua bola”

Produto da tecnologia, as bolas (de futebol de campo, de areia, society, futsal, voleibol, basquete e handebol) devem seguir as especificações técnicas e padrões de qualidade adotados por cada uma das confederações mundiais do esporte a que se destinam (FIFA, FIVB, FIBA, IHT).

Para obedecer e obter padrões de qualidades são feitos alguns testes, eis alguns exemplos:

1. Esfericidade – uma costura mal feita altera a esfericidade da bola. Este teste mede o diâmetro em 16 pontos e calcula em média, que entre o maior e o menor diâmetro, não deve exceder 1,5%.
2. Massa – a massa de cada bola é medida 3 vezes em uma redoma, para que a umidade não afete a balança. O valor deve estar entre 420 a 445 gramas.
3. Quique – a bola é lançada 10 vezes sobre uma placa de aço, a uma altura de 2 metros. Ela deve quicar conforme especificações oficiais. A diferença entre o máximo e o mínimo não pode passar de 10 cm.
4. Pressão – enche-se a bola com a pressão de 1,0 bar. Depois de 72 horas, ela só pode ter perdido, no máximo, 20% do ar.

5. Circunferência - a bola é medida em dez pontos diferentes e a circunferência deve ser igual por todos os lados.

6. Absorção de água – neste teste a bola é pesada e colocada dentro de um tanque d'água, onde será comprimida 250 vezes. Ao final das compressões, a bola é novamente pesada e poderá estar no máximo com 10 % a mais do que o peso original.

7. Forma e tamanho – atira-se a bola 2000 vezes contra uma placa de aço a 50 km/h. As costuras, a válvula de ar e as características da bola devem permanecer intactas.

Após todos estes testes, a bola esta aprovada.

No entanto, mesmo que as especificações sejam obedecidas, para não causar danos a sua bola, é necessário seguir algumas regras. A mais importante é: nunca utilize pressões diferentes da indicada na tabela (ver abaixo) ou no miolo da válvula. O não cumprimento da regra, pode acarretar deformação na bola.

Modalidade	Categoria	Pressão/Ibs*	Massa/g	Diâmetro/cm
Futebol de campo	Adulto	10 – 12	410 – 450	68,5 – 69,5
	Fem/Inf.	08	350 – 380	64 – 66
Futsal	Princ/Juv.	09	420 – 440	61 – 64
	Fem/Inf.	09	350 – 380	55 – 59
	Mirim	09	300 – 330	50 – 55
Futebol de areia	-	08	420 – 445	68,5 – 69,5
Futebol Society	-	08	420 – 445	68,5 – 69,5
Handeball	Adulto/Masc.	06	425 – 475	58 – 60
	Fem/Inf.	06	325 – 400	54 – 56
	Mirim	06	230 – 270	49 – 51
Vôlei	Adulto	4,3 – 4,6	250 – 280	65 – 67
	Mirim	4,3 – 4,6	240 – 250	60 – 63
Basquete	Adulto	07 – 09	600 – 650	75 – 78
	Mirim	07 – 09	500 – 540	72 – 74
	Mini	06	300 – 340	55 – 57

* libras por polegada ao quadrado - psi

✓ **Sugestões de atividades com os alunos**

- **Atividade 1** – Realização de experimento: “Existe pressão atmosférica?”.

- **Atividade 2** – Realização da atividade: “Medindo a pressão de bolas e câmaras de gases”.

Nesta atividade o aluno vai trabalhar com dados coletados durante a realização da prática. Por isso é conveniente que os resultados obtidos e as observações feitas sejam anotados.

Medindo a pressão de bolas e câmaras de ar

Para realizar esta atividade, os alunos devem se familiarizar com os materiais a serem utilizados, seguindo algumas regras. Por isso, torna-se importante realizar passo a passo alguns procedimentos descritos abaixo:

1. Adapte o manômetro ao orifício da bola de futebol;
2. Meça o valor encontrado;
3. Anote o valor obtido e compare com o valor especificado no quadro de pressões para tal tipo de bola.
4. Calibre a bola até o valor especificado.
5. Realize os mesmos procedimentos para a bola de vôlei. Já para a câmara de gás, siga os passos 1 e 2, e para calibrar, meça um valor aproximado a 40 libras.
6. Converta todos os valores obtidos para as seguintes unidades: Pascal (Pa), atmosfera (atm) e milímetro de mercúrio (mmHg).

- **Atividade 3** - Realização da atividade: “Medindo a pressão de sua cidade”

Procure e Explique

O Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) possui rede de estações por todo o território nacional fornecendo automaticamente dados sobre o tempo e o clima.

Para obter o valor da pressão em dada cidade, acesse a rede Internet da seguinte forma:

1. www.inmet.gov.br;
2. Clique em rede de estações;
3. Clique em superfície automática;
4. Clique em “Allow” na janela que aparecer;
5. Clique em “Allow” na nova janela que aparece;
6. Coloque o cursor sobre o estado onde a cidade se localiza e clique uma vez;
7. Coloque o cursor sobre a cidade (indicada por um ponto verde) e clique uma vez.

Leia o valor da pressão atmosférica local na coluna à direita da tela.

Atividade: Veja qual é o valor da pressão atmosférica em Brasília (DF) e em Niterói (RJ). Explique as diferenças observadas.

- **Atividade 4** – A partir da realização das atividades e do conhecimento dos alunos serão discutidas as relações dos conceitos pertinentes ao tema.

Parte C - Temperatura

Nesta parte da unidade de ensino procura-se definir e explicar o comportamento dos materiais gasosos em diferentes temperaturas. Para isso são propostas as seguintes atividades:

1. Leitura do texto: “Uma Breve História da Medição de Temperatura”.

No intuito de contextualizar historicamente a construção do conhecimento científico, é de suma importância que se faça uma leitura do texto: “Uma Breve História da Medição de Temperatura”. Este texto traz informações sobre a utilização da temperatura, sua medição e as unidades de medidas que quantificam esta grandeza.

O texto deve ser lido pelos alunos, sob coordenação do professor.

2. Realização da atividade: “Estimando a umidade relativa do ar”.

Nesta atividade será proposta a utilização de termômetros para medir e analisar a temperatura ambiente. Tal prática tem como objetivo propiciar aos alunos a oportunidade de manusear um aparelho de medição, bem como trabalhar suas grandezas e unidades de medidas.

Os alunos utilizarão o termômetro para medir a temperatura ambiente e logo em seguida, será proposta, a conversão dessas medidas, para outras unidades, utilizando o método de análise dimensional.

Esta prática deve ser realizada em grupos de 3 ou 4 alunos.

3. Leitura do texto: “A Umidade Relativa do Ar”.

No intuito, de relacionar a temperatura com a umidade relativa do ar, prática esta utilizada em estações meteorológicas, emissoras de televisão e jornais, faz-se necessário conhecer um pouco mais sobre o tema.

O texto deve ser lido pelos alunos, sob coordenação do professor.

4. Realização do experimento: “Como funciona um indicador de umidade do ar?”.

Esta prática deve ser realizada por grupos de três ou quatro alunos. Porém, antes de sua realização, o professor deve enfatizar a relação desta atividade com o texto da atividade anterior.

Os materiais necessários são simples e alguns, como, por exemplo: folha de papel branca, secador de cabelos e cotonete, podem ser trazidos de casa pelos alunos.

5. Debate sobre questões pertinentes ao fenômeno estudado, abordando os seguintes conceitos: grandezas e unidades medidas, temperatura, umidade relativa do ar.

Pitadas da História Nº 04

Uma Breve História da Medição de Temperatura

A produção de novos combustíveis, cuidados médicos, produção industrial, meteorologia, aproveitamento da energia solar e desenvolvimento de novos motores para automóveis são apenas alguns dos inúmeros domínios de aplicação das medições de temperatura.

A história da medição da temperatura é um pouco obscura. A explicação das dificuldades na definição desta grandeza tem a ver com o fato de ela não depender da “quantidade” de material sobre o qual se pretende efetuar a medição (como é o caso, por exemplo, da pressão); além disso, não intervém aqui grandezas facilmente “quantificáveis” pelos sentidos humanos.

O corpo humano é um péssimo “termômetro”, pois além de ser um instrumento “diferencial” (uma vez que só consegue distinguir entre “mais frio” e “mais quente” em relação à sua própria temperatura) induz facilmente o observador em erro, dado que é sensível a outras grandezas, como por exemplo, a condutibilidade térmica (uma maçaneta metálica

“parece mais fria” ao tato do que a madeira da porta onde se encontra colocada, apesar de estarem ambas à mesma temperatura).

- **Breve história da medição de Temperatura**

Os registros históricos existentes situam a primeira tentativa de estabelecer uma “escala de temperaturas” entre os anos 130 e 200 d.C., época em que Galeno – médico grego cujos ensinamentos constituíram a base da prática clínica até ao século XVII – sugeriu que as sensações de “quente” e “frio” fossem medidas com base numa escala com quatro divisões numeradas acima e abaixo de um ponto neutro; para tal escala termométrica, atribuiu a temperatura de “4 graus de calor” à água a ferver, a temperatura de “4 graus de frio” ao gelo e a temperatura “neutra” à mistura de quantidades iguais daquelas duas substâncias

Cerca de 1300 anos mais tarde, um outro “físico” (designação então dada aos médicos), Harme de Berna, criou uma escala de temperaturas baseada nas latitudes terrestres, atribuindo “4 graus de frio” aos pólos e “4 graus de calor” ao equador. De acordo com essa escala, seria possível estabelecer a mistura ideal de drogas a administrar, de acordo com o local da Terra em que o paciente se encontrasse...

A idéia de um instrumento para medir a temperatura foi talvez inspirada nos escritos de Héron de Alexandria (século I d.C.), publicados na Itália em 1575.

Porém, foi Galileu Galilei tido como o inventor do primeiro termômetro, em 1592, suspendendo sobre um reservatório aberto, cheio de álcool colorido, um tubo estreito de vidro oco, em cima do qual colocou uma esfera de vidro, também oca. Quando aquecido, o ar dentro da esfera expandia-se e borbulhava através do álcool. Arrefecendo a esfera, o líquido penetrava no interior do tubo. As flutuações da temperatura da esfera podiam assim ser observadas, anotando a posição do líquido dentro do tubo.

Em 1611, Bartolomeu Telioux, de Roma, desenhou um termoscópio dotado de uma escala; no entanto a sua descrição de tal dispositivo revela pouca compreensão dos princípios físicos envolvidos.

O verdadeiro “termômetro” foi inventado pelo médico italiano Santorio Santorre que, cerca de 1612, desenvolveu um termosκόpio a ar equipado com uma escala para leitura da temperatura.

Sabe-se que, em 1632, Jean Ray usou um termômetro de líquido em vidro, embora ainda com o topo aberto.

Na segunda metade do século XVII o termômetro a ar era já muito conhecido, embora a sua eficácia deixasse bastante a desejar. Em 1644, por exemplo, Evangelista Torricelli descobriu a variabilidade da pressão do ar e, cerca de 1660, comprovou-se que o termômetro a ar reagia não só às mudanças de temperatura, mas também às de pressão.

A solução para esse problema – também o grande passo seguinte na medição da temperatura – fora dado em 1654 por Ferdinando II, grão-duque da Toscana, que selou um tubo contendo álcool e tendo gravada uma escala arbitrária, dividida em 50 graus. Pelo fato de ser fechado, tal dispositivo não sofria a influência da pressão atmosférica, pois esta atuava de igual modo em todo o termômetro. Nascia assim o “termômetro florentino”, primeiro termômetro de líquido em vidro de construção selada e incorporando uma escala graduada.

O termômetro de líquido tornou-se amplamente conhecido após a publicação de um relatório da *Accademia del Cimento*, de Florença, em meados do século XVII. Um dos instrumentos construídos na *Accademia*, composto por um tubo helicoidal com uma escala dividida em 420 graus, proporcionou uma excelente demonstração da expansibilidade do álcool e da sua eficácia como fluido termométrico. Vários outros termômetros, com escalas de 50 e de 100 graus, foram construídos naquela instituição; o grande problema com tais

dispositivos residia na variação das escalas, de um modelo para outro, que só coincidiam em aparelhos iguais, não permitindo, portanto, uma escala de temperaturas uniforme.

Durante a década de 1660, Robert Hooke, da *London Royal Society*, estabeleceu os primeiros princípios de comparação entre termômetros de diferentes construções, evitando assim a necessidade de construir réplicas exatas de cada termômetro. O seu método consistiu em estabelecer dois pontos de congelamento da água (início da solidificação e solidificação completa), criando uma escala entre -7 e +13 graus, obtidos em tempo de inverno e de verão, respectivamente.

Ao longo das décadas seguintes, muitas escalas de temperatura foram concebidas, todas baseadas num ou mais pontos fixos, arbitrariamente escolhidos; em 1778 foram contadas nada menos do que 27 diferentes escalas termométricas. Os pontos fixos tentados incluíam a temperatura do corpo humano, o ponto de fusão da manteiga etc.

No entanto, nenhuma escala foi universalmente aceita até cerca de 1714, quando Gabriel Fahrenheit, um fabricante holandês de instrumentos de precisão, construiu os primeiros termômetros de mercúrio precisos e repetitivos. Fahrenheit fixou o ponto inferior (o “zero”) da sua escala de temperaturas à custa de uma mistura de gelo e de sal; esta era a temperatura mais baixa que ele podia reproduzir, e atribuiu-lhe o valor de “32 graus”. Para o extremo superior da sua escala, escolheu a temperatura normal do corpo humano, designando-a por “96 graus”. O termômetro de Fahrenheit ganhou grande popularidade, principalmente devido à repetibilidade da escala e à qualidade de construção dos termômetros produzidos.

Cerca de 1742, o sueco Anders Celsius propôs que o ponto de fusão do gelo e o ponto de ebulição da água fossem adotados para definir uma escala de temperaturas. Celsius escolheu os “zero graus” como sendo o ponto de ebulição da água, atribuindo os “100 graus”

ao ponto de fusão. Mais tarde, esses pontos foram invertidos e nascia a escala “centígrado” (que significa literalmente “dividida em cem graus”). Em 1948 o nome desta escala viria a ser oficialmente alterado para “escala Celsius”.

Entretanto, ainda no século XVIII, Amontons desenvolveu um termômetro de gás, medindo a pressão no interior de um bulbo selado contendo um gás. Verificou assim que a relação entre as pressões no verão e no inverno estavam na proporção de 6 para 5; foi mais longe, e concluiu que a menor temperatura possível seria aquela que provocasse uma pressão nula no interior do bulbo. Parecia, pois, haver uma relação de proporcionalidade entre a temperatura e a pressão, embora na época não tivesse sido dada grande relevância a tal conclusão, devido ao fato de o termômetro de gás de Amontons ser de grandes dimensões e pouco manuseável. Posteriormente, os trabalhos de Amontons viriam a dar origem à termometria de gás.

No início dos anos 1800 William Thomson (que viria mais tarde a receber o título de *Lord Kelvin*) desenvolveu uma escala termodinâmica universal baseada no coeficiente de expansão de um gás ideal. Kelvin estabeleceu o conceito de “zero absoluto” e a sua escala veio a tornar-se a base da moderna termometria

- **Termômetro: um instrumento de medição**

O termômetro é um instrumento que possui a finalidade de medir e registrar as variações de clima.

Existem alguns tipos de termômetros. O comum apenas nos mostra a temperatura ambiente no momento de sua leitura. Normalmente são usados termômetros de mercúrio ou álcool colorido colocados à sombra em local ventilado. O álcool tem sido preferido por não congelar quando as temperaturas variam abaixo de zero. Tais tipos de termômetros são pouco usados nas estações meteorológicas por não permitirem o registro de dados além do visual. O

mais usado, nestas estações, é o termômetro registrador de máximas e mínimas. Ele registra (por um processo puramente mecânico) as temperaturas máximas e mínimas num intervalo de tempo.

- **A medição no Brasil**

No Brasil, a escala comumente utilizada é a Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Ela é baseada nas temperaturas de fusão e de ebulição da água. A primeira recebe valor arbitrário igual a zero (temperatura de fusão da água = 0°C) e a segunda, valor igual a cem (temperatura de ebulição da água = 100°C).

Nos Estados Unidos e na Europa, utiliza-se a escala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Já a escala oficial do Sistema Internacional de Medidas utiliza a unidade kelvin (K).

Leitura Complementar Nº 02

Umidade Relativa do ar

Diariamente, o serviço de meteorologia divulga a previsão do tempo em que são fornecidos os valores de temperatura e umidade relativa do ar.

Entende-se por umidade o conteúdo de água em uma substância ou material. No caso da umidade do ar, a água está misturada com o mesmo de forma homogênea no estado gasoso.

O ar atmosférico sempre contém quantidade variável de vapor de água conforme a temperatura, pressão, região, estação etc. Esse vapor, resultante da evaporação das águas dos mares, rios e lagos, sobretudo pela ação do calor solar, sobe na atmosfera e passa a fazer parte de sua composição. Devem-se ao vapor de água diversos fenômenos relevantes na vida de animais e plantas, como a chuva, neve etc.

Como qualquer outra mistura gasosa o ar tem um limite de absorção, este limite se denomina saturação. Abaixo do ponto de saturação o ar úmido não se distingue do ar seco; já acima do limite a quantidade de água em excesso se precipita em forma de neblina ou pequenas gotas de água (chuva). A quantidade de água que o ar absorve antes de atingir a saturação depende da temperatura e aumenta progressivamente com ela. Por exemplo: a 0 °C ela é de 4,9 g/cm³ e a 20 °C alcança 17,3 g/cm³.

Um fato interessante ligado à umidade relativa é que o homem sente-se melhor em um ambiente com umidade baixa, do que em lugares de umidade relativa elevada e temperaturas menores. Nestes últimos, o suor custa mais a evaporar, razão pela qual a sudorese, ainda que abundante, não provoca resfriamento sensível. Uma sudorese muito menor em ambiente de ar seco permite, ao contrário, uma evaporação rápida do suor e uma conseqüente diminuição de temperatura do corpo humano.

O Termohigrógrafo é um instrumento utilizado na leitura e registro em forma impressa da temperatura e da umidade relativa do ar. O instrumento pode ser usado todas as vezes que as leituras das variações da umidade e da temperatura são exigidas: uso meteorológico em estações meteorológicas, indústria alimentícia, laboratórios, horticultura, museus, etc.

Outro instrumento utilizado é o Psicrômetro, que permite a determinação rápida da umidade relativa do ar. Este aparelho é constituído de dois termômetros: um do bulbo seco (termômetro comum) e o outro de bulbo molhado. É a diferença de temperatura entre os termômetros que possibilita calcular a umidade relativa do ar.

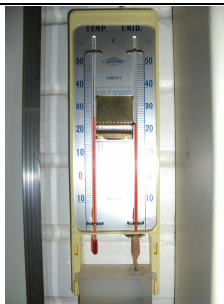


Foto 1 – Psicrômetro

EXPERIMENTO:

Como funciona um indicador de umidade do ar?

CONTEXTO

Bastante conhecido, o popularmente chamado “galinho do tempo” é um dispositivo que adquire coloração azul quando o tempo está bom e rosa em dias chuvosos. Sendo assim um bom indicador da umidade do ar. Mas afinal, como ele funciona?

MATERIAIS

Sulfato de cobalto agrícola, água, sal (NaCl), folha de papel branca, secador de cabelos, cotonete.

PROCEDIMENTO

Em um vidro, coloque 0,5 g de sulfato de cobalto e 0,5 g de sal de cozinha. Dissolva a mistura de 10 mL de água. Molhe um cotonete na solução obtida e escreva qualquer coisa em uma folha de papel branca. Ligue o secador de cabelos e dirija o jato de ar quente para o escrito. Observe! Borrife água na região escrita. Observe!

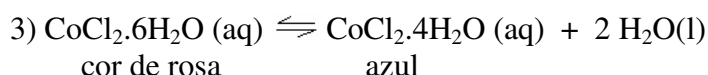
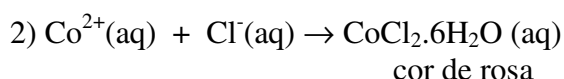
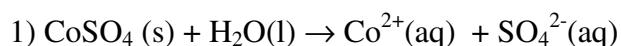
OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

Ao escrever na folha branca com a solução, as letras são róseas. Logo depois de dirigir o jato quente do secador para o escrito, este se torna de cor azul.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

A cor rósea do cloreto de cobalto é devido à presença de seis moléculas de água que se ligam ao íon cobalto (íon hexahidratado). Quando aquecemos uma solução deste sal hexahidratado, ocorre à saída de duas moléculas de água, com formação do íon tetra hidratado, que é azul. Ao resfriar a solução, o íon torna-se novamente hexahidratado.

EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL



INTERFACE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

Muitos de nós consultamos algum tipo de previsão do tempo a fim de melhor organizar o dia. À véspera de um final de semana prolongado, por exemplo, muitas pessoas se interessam em saber qual é a previsão meteorológica para confirmar uma viagem.

O interesse pela previsão do tempo, porém, não se restringe apenas ao plano individual. Sua importância é cada vez maior para a agricultura e os transportes, tanto que a Organização Meteorológica Mundial (OMM) criou um sistema composto por uma rede mundial de estações de superfície, com cerca de 10 mil unidades, cada vez mais automatizadas, além de incontáveis navios e aviões que registram e fornecem resultados de

observações em alto-mar e em todos os pontos do globo. Algumas centenas de estações terrestres realizam sondagens a fim de determinar a estrutura vertical da atmosfera com relação a suas características de temperatura, umidade relativa, direção e velocidade do vento num dado momento. Atualmente, as imagens produzidas pelos satélites são os mais eficientes instrumentos postos à disposição dos estudiosos do clima, fazendo com que a evolução das condições do tempo seja prevista a curtos intervalos com razoável grau de segurança.

Acesse o site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e veja as fotos de satélites, bem como, a previsão do tempo para sua região (www.inpe.br).

✓ Sugestões de atividades com os alunos

- **Atividade 1** – Realização da atividade: “Estimando a umidade relativa do ar”.

Nesta atividade o aluno vai trabalhar com o dado coletado durante a realização da prática. Por isso é conveniente que o resultado obtido e as observações feitas sejam anotados.

Estimando a umidade relativa do ar

Para realizar esta atividade, os alunos devem se familiarizar com o material a ser utilizado, seguindo algumas regras. Por isso, torna-se importante realizar passo a passo alguns procedimentos descritos abaixo:

1. Coloque o termômetro de bulbo seco e úmido para a medição da temperatura ambiente na sombra e em lugar ventilado;
2. Meça o valor encontrado;

3. Anote o valor obtido;
4. Estime a umidade relativa do ar

- **Atividade 2** – Leitura do texto “Umidade Relativa do Ar”.

- **Atividade 3** – Realização do experimento: “Como funciona um indicador de umidade do ar?”.

Nesta atividade o aluno vai trabalhar com dados coletados durante a realização do experimento, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas na atividade 2.

- **Atividade 4** – A partir da realização das atividades e do conhecimento dos alunos serão discutidas as relações dos conceitos químicos pertinentes ao tema.

Parte D - Volume

Nesta parte da unidade de ensino procura-se definir e explicar o comportamento do volume para os materiais gasosos. Para isso são propostas as seguintes atividades:

1. Leitura do texto “O volume como padrão de medida”

Para contextualizar historicamente a construção do conhecimento científico, é de suma importância que o professor faça uma leitura do texto da seção “Pitadas da história”. Este texto traz informações sobre a utilização do volume como grandeza de medida.

2. Realização do experimento “Como determinar o volume de O_2 no ar?”.

Esta prática deve ser realizada por grupos de três ou quatro alunos. Entretanto, antes de sua realização, o professor deve enfatizar a relação desta atividade com o contexto do texto da atividade anterior.

O procedimento e os materiais utilizados no experimento são simples. O que permite a realização pelos próprios alunos sem maiores riscos.

3. Debate sobre questões pertinentes ao fenômeno estudado, abordando os seguintes conceitos: grandezas e unidades medidas, volume, reação de oxi-redução.

Pitadas da História Nº 05

O volume como padrão de medida

Desde a antiguidade, o homem já utilizava unidades de peso e medidas. Tais unidades abrangiam somente: massa (anteriormente denominada peso), volume (líquido ou de grãos), comprimento e área. No entanto, não havia uma padronização destas unidades, as medidas e transações eram feitas de inúmeras maneiras, dependendo de cada região.

Ou seja, em todos os países, passaram-se séculos sem que houvesse unidades uniformes, que pudessem servir de padrão ao comércio entre zonas distintas do país e com os países vizinhos. Eram conhecidas e implementadas unidades que vinham ainda dos tempos árabes, tais como o arrátel, padrão de peso, ou a milha, unidade de comprimento que foi herdada dos romanos. E ainda, as unidades variavam de lugar para lugar e não era raro sobrepor unidades diferentes e com diversas designações ou dar o mesmo nome a unidades distintas.

Provavelmente a mais antiga medida linear que se tem notícia, surgiu no antigo Egito, é a representação em mármore preto do cúbito (distância entre o cotovelo e o dedo médio), padrão mais antigo registrado pela História.

Outra tentativa conhecida, para a padronização das medidas, foi feita em Portugal, com o rei D. Pedro I, em 1361. Período em que o poder real se afirmava em detrimento do poder dos múltiplos senhores feudais. A uniformização das medidas era um instrumento da

unidade do reino sob um único soberano. Chegados ao tempo dos Descobrimentos, procedeu-se a duas novas reformas. Nas Ordenações Manuelinas (1499) procurou-se clarificar os sistemas de unidades para as várias aplicações no comércio e definiram-se múltiplos e submúltiplos das unidades principais. No tempo de D. Sebastião procedeu-se à nova reforma, na qual foram estabelecidas unidades de volume para líquidos tais como o vinho (alqueires) e para secos tais como grão e arroz (almudes). Sendo que, quaisquer outras unidades de volume utilizadas, foram proibidas.

No entanto, a falta de medidas unificada continuava sendo um problema, até que em 1799, na França, houve a uniformidade das medidas. Foi criado o Sistema Métrico Decimal. Este sistema definiu não só o metro e o quilograma como medidas, mas também determinou o litro para medidas de volume.

Anos antes, da implantação do sistema métrico, cientistas e academias de vários países, nomeadamente da França e da Inglaterra tinham procurado chegar a um acordo para a instituição de um sistema racional e uniforme de medidas. Porém, com a revolução francesa de 1789 interromperam-se esses esforços e os franceses declararam unilateralmente o sistema métrico decimal em 1791. Por isso a adoção desse sistema foi feita de forma relutante em muitos países. Segundo o fundador da Química moderna, Antoine Lavoisier (1743–1794), jamais algo de maior coerência e mais simples, em todas as suas partes, saiu das mãos dos homens. Mas os tempos eram difíceis. O próprio Lavoisier, que tinha sido um dos membros do comitê nomeado pela Assembléia Nacional revolucionária para a reforma das unidades, veio a ser condenado e executado, em 1794.

A relutância de muitos países na adoção do sistema foi intensificada quando, poucos anos depois, Napoleão espalhou o sistema métrico pela Europa, usando meios de persuasão pouco ortodoxos na ciência e no comércio. O metro passou a ser visto como um símbolo das invasões francesas e em alguns países tentava-se evitar a própria palavra. Por isso, apesar da

racionalidade do sistema, procuravam-se subterfúgios.

Tais subterfúgios foram empregados por D. João VI, em 1812, ao evitar a palavra “metro” para os padrões de medidas. Assim, em seu reinado, foi adotada a designação de “mão-travessa”, como unidade fundamental. A mão-travessa correspondia ao decímetro, a décima parte do metro. Da mesma maneira, adotou-se o litro como unidade de volume, mas chamou-lhe de canada.

Este sistema tinha vários inconvenientes. Dificultava as comparações e o comércio internacional e originava grandes confusões, pois usavam nomes antigos, que correspondiam a outras unidades, para designar as novas. Ao falar de canada, não se sabia se estava a considerar a nova unidade, correspondente a 1 litro, ou se a antiga, que correspondia a 1,4 litros. A aumentar a confusão, o sistema de 1814 tinha nomes diferentes para os diversos múltiplos e submúltiplos das unidades principais.

No Brasil, ao se tentar implantar o sistema métrico, houve uma revolta. Quebra-Quilos foi um movimento que teve início na Paraíba, mas que depois se espalhou pelas quatro províncias do norte. A revolta consistia na resistência frente às mudanças do padrão de medidas, já que grande parte da população desconhecía a nova unidade métrica decimal e com isso tinha medo de ser ludibriada.

Outra reivindicação visava acabar com a cobrança de tributo sobre o solo. Neste período de revolução, os amotinados após inutilizarem as balanças, voltavam a comercializar produtos pelo antigo sistema de origem ibérica. A revolta perdurou até o ano de 1882, quando o Brasil finalmente conseguiu adotar o sistema francês como padrão. Este sistema, duzentos anos depois de ser criado, foi modificado devido a sua falta de exatidão. Chegou-se, assim, ao Sistema Internacional de Unidades (SI), implantado oficialmente no Brasil em 1962 e depois confirmado por lei para garantir uma uniformidade de pesos e medidas em todo território nacional.

Atualmente, a maioria dos países adota o SI para se integrar ao mercado internacional. Porém, mantém outros sistemas de medidas para uso interno. Conseqüentemente, existem ainda várias unidades de medidas utilizadas para a mesma grandeza. Assim, para a grandeza de volume são empregadas, além do metro cúbico (unidade padrão do SI): litro, galão, barril, alqueire, bushel etc.

Relação entre unidade de volume
1 L = 10^{-3} m^3
1 pé cúbico = $28,32 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
1 galão (EUA) = $3,78 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
1 galão (Rússia) = $4,546 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
1 barril (petróleo, EUA) = $158,98 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
1 barril (Rússia) = $163,65 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
1 bushel * (EUA) = $35,24 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
1 alqueire ** = $36,27 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
1 medida ** = $2,66 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

* Unidade de capacidade para secos (EUA), usada, por exemplo, na comercialização de grãos.

** Unidade de volume legal no Brasil do século XIX.

EXPERIMENTO:

“Como determinar o volume de O_2 no ar?”

CONTEXTO

O gás oxigênio é um gás incolor, inodoro e insípido e atóxico. Além de ser um dos principais componentes da atmosfera terrestre. Mas como determinar seu volume no ar?

MATERIAIS

Seringa plástica de volume igual ou superior a 10mL; pedaço de esponja de aço, copo, água, vinagre.

PROCEDIMENTO

Umedeça um pequeno pedaço da esponja no vinagre por cerca de um minuto. Depois, sacuda para a retirada do excesso de vinagre. Em seguida, a esponja deve ser introduzida na seringa plástica (não a deixar próxima à extremidade inferior para que não haja interferência na medida do volume de água), que rapidamente deve ter a extremidade superior tapada pelo êmbolo e a inferior mergulhada na água contida no béquer ou copo. Observe.

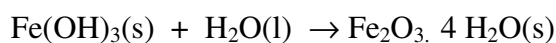
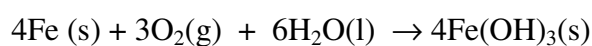
OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

Ao mergulhar a seringa, a água entra. Por algum tempo observa-se a elevação de seu nível. Após o fim do fenômeno, verifica-se mudança na coloração e na aparência da esponja.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

A entrada da água na seringa é ocasionada pela diferença de pressão estabelecida entre o interior da seringa e o ambiente. Essa diferença de pressão é provocada pelo consumo de oxigênio durante a reação de oxidação do ferro presente na esponja, e faz com que a pressão atmosférica “empurre” o líquido (no caso a água) para dentro da seringa.

EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL



INTERFACE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

A Terra possui aproximadamente 4,5 bilhões de anos. Sendo assim, pouco provável que o planeta tenha permanecido por todo esse tempo idêntico, na sua forma e na sua composição. Esse fato também indica, que nem sempre a atmosfera terrestre apresentou a mesma composição química atual.

Estima-se que a Terra apresentava uma atmosfera bastante redutora, com uma crosta rica em ferro elementar e altas doses de radiação. Pois, o Sol era 40% mais ativo e não havia oxigênio suficiente para atuar na filtração dessa radiação. A partir, dessas características, inferiu-se que a atmosfera primitiva era composta de hidrogênio, metano e amônia.

O oxigênio que compõem a atmosfera atualmente provém, quase que na sua totalidade, da reação proveniente da fotossíntese, pois todas as outras fontes fotoquímicas inorgânicas de produção de oxigênio juntas contribuem com menos de um bilionésimo da reserva que utilizamos no processo de respiração.

Há dois bilhões de anos atrás, quando o oxigênio começava a se formar, seu excesso, era fotoquimicamente transformado em ozônio, pela radiação UV que atingia a crosta terrestre de forma intensa e muito energética. Consequentemente, a atmosfera se transformava em um ambiente duplamente oxidante, pois além do oxigênio, também havia o gás ozônio na baixa troposfera. Tal fato acarretava um ambiente altamente tóxico para os organismos fermentativos e facultativos, que buscavam proteção embaixo d'água, onde o ozônio é pouco solúvel e a radiação UV penetra apenas nos primeiros centímetros.

Durante milhões de anos os organismos procuraram se adaptar bioquimicamente, através da produção de enzimas protetoras de espécies altamente reativas como os radicais oxigenados. Enquanto isso, a concentração do oxigênio aumentava na troposfera, e com isso a

camada de ozônio tornava-se mais elevada, distante da crosta terrestre. Dessa forma, os organismos hoje chamados de aeróbicos foram se adaptando ao aumento da concentração de oxigênio na atmosfera. Acarretando assim, a saída da água destes organismos para terra seca. E a mudança de uma atmosfera redutora para altamente oxidante, contendo em sua composição, cerca de 21% de oxigênio.

✓ **Sugestões de atividades com os alunos**

- **Atividade 1** – Realização do experimento: “Como determinar o volume de O₂ no ar?”.

Nesta atividade o aluno vai trabalhar com dados coletados durante a realização do experimento, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas na atividade 1.

- **Atividade 2** – A partir da realização das atividades e do conhecimento dos alunos serão discutidas as relações dos conceitos químicos pertinentes ao tema.

UNIDADE 5: PROPRIEDADES DOS GASES

✓ Apresentação da Unidade

Nessa unidade de ensino são propostas atividades, que procuram investigar e caracterizar o comportamento dos gases, a partir de suas propriedades. São elas: expansão, compressão e difusão.

Para uma melhor compreensão dos conceitos que serão apresentados nesta unidade, esta foi estruturada em duas partes:

Parte A – Expansão e compressão;

Parte B – Difusão.

Parte A – Compressão e expansão dos gases
--

Nesta parte da unidade de ensino procura-se definir e explicar os fenômenos de expansão e compressão para os materiais gasosos. Para isso são propostas as seguintes atividades:

1. Leitura do texto “Conhecendo os motores de combustão”.

A leitura do texto complementar é direcionada aos professores que buscam informações sobre o funcionamento básico de um motor de combustão interna, bem como sua relação com as propriedades de expansão e compressão dos gases. Além de ter caráter motivador, este texto atua como organizador, relacionando conceitos químicos com idéias que os alunos possam ter sobre esses assuntos.

2. Realização do experimento “Por que ocorre a compressão nos gases?”.

Esta prática deve ser realizada por grupos de três ou quatro alunos. Entretanto, antes de sua realização, o professor deve enfatizar a relação desta atividade com o contexto do texto da atividade anterior.

Os materiais necessários são simples e alguns, como, por exemplo: seringa e fósforo podem ser trazidos de casa pelos alunos.

3. Debate sobre questões pertinentes ao experimento e ao texto, abordando os seguintes conceitos: moléculas, estados físicos, gases, expansão e compressão.

Texto Complementar Nº 03

Como funcionam os motores de combustão interna?

Em 1770, durante a Revolução Industrial, foi desenvolvido o primeiro veículo a motor. Seu funcionamento baseava-se nos princípios da máquina a vapor construída por James Watt (1736 – 1819). Já no início do século XIX, os carros a vapor existentes eram mais práticos, porém ainda eram pesados e desajeitados. Dessa forma, com o aparecimento dos trens, mais rápidos e capazes de transportar mais passageiros, houve o declínio dos “carros” a vapor.

Somente em 1860, foi desenvolvida a primeira unidade motriz prática para veículo, com a invenção do motor de combustão interna pelo belga Etienne Lenoir. Sendo o gás da iluminação de rua, o combustível por ele utilizado.

Com o conhecimento das qualidades explosivas da gasolina bem estabelecidas e o aperfeiçoamento do motor de combustão interna, em 1882, o engenheiro alemão Daimler começou a construir os primeiros motores práticos. Em 1885, montou um desses motores numa espécie de bicicleta de madeira e, no ano seguinte, uma carruagem de quatro rodas. Foi

o primeiro automóvel que realizou, com êxito, viagens completas. Desde então, surgiram novos modelos que passaram a ter rodas de borracha, faróis e pára-choques.

Por volta de 1890, Karl Benz e Gottlieb Daimler, na Alemanha, e Albert de Dion e Armand Peugeot, na França, fabricavam automóveis para venda ao público. Esses primeiros carros produzidos em número limitado iniciaram a idade do automóvel.

A partir da fabricação do primeiro carro de Henry Ford, nos Estados Unidos, iniciou-se a produção em massa de automóveis, diminuindo seu preço no mercado. Tal fato propiciou a oportunidade de milhões de pessoas de possuírem seu próprio automóvel. A notável difusão de seu uso permitiu que os fabricantes melhorassem a apresentação e forma dos carros, de ano para ano, até chegarem aos maravilhosos modelos aerodinâmicos de nossos dias.

No Brasil, as fábricas se estabeleceram a partir de 1954, principalmente na região compreendida pelas cidades de Osasco, São Bernardo do Campo e Santo André, nas proximidades da cidade de São Paulo.

➤ **Motores de combustão interna**

Qualquer motor é um transformador de energia. Sua principal característica é converter todo tipo de energia em energia mecânica. Por exemplo, um motor de combustão interna transforma energia do calor (energia térmica) proveniente da reação de combustão da mistura comburente (ar e combustível), em energia mecânica. Essa transformação de energia química em térmica é feita no interior do motor, precisamente na câmara de explosão.

O funcionamento dos motores de combustão interna é baseado em duas importantes propriedades dos gases: a compressibilidade e a expansibilidade. Ou seja, se essa expansão dos gases for controlada, obtém-se uma pressão que será utilizada para movimentar partes interiores do motor, levando-as a se moverem. Mesmo que todos os motores de combustão interna funcionem pelo mesmo princípio, existem várias maneiras pelas quais se pode obter

esse efeito: motor de dois tempos, motor de quatro tempos, motor diesel etc.

Os motores mais comuns, no mundo inteiro, são os que funcionam com o processo chamado de “quatro tempos”. Conhecidos também como “motores Otto”, pois em 1866, Nikolaus August Otto e Eugent Langen, da Alemanha, construíram o primeiro bem sucedido motor deste tipo.

Para que o motor “quatro tempos” funcione, esse deve executar quatro fases (quatro tempos) bem características. Estas recebem nomes especiais e são descritas a seguir:

Primeiro tempo – admissão: a válvula de admissão “abre” e o cilindro aspira à mistura de ar com combustível através do movimento de descida do pistão.

Segundo tempo – compressão: a válvula de admissão se “fecha” e o pistão volta a subir para comprimir a mistura. Neste momento, inicia-se a queima da mistura, ocasionada por uma faísca (centelha elétrica) liberada pela vela. Assim, a combustão passa a se processar continuamente.

Terceiro tempo – explosão: a mistura ao inflamar-se, é transformada em gases de alta pressão. Assim, a força de expansão resultante destes gases, empurra o pistão para baixo.

Quarto tempo – escapamento: o pistão sobe abrindo a válvula de escape e expelindo os gases, deixando assim, o cilindro livre para a admissão do ciclo seguinte.

Nos motores de dois tempos é necessário uma mistura de óleo com o combustível, para que este seja lubrificado, pois não possui cárter (depósito de óleo localizado na parte interior do motor). Seu ciclo é feito por admissão e explosão. No tempo de admissão admite ar e combustível. Já no tempo de explosão, ocorre a combustão, iniciada por uma faísca elétrica. Os gases provenientes desta queima saem por um orifício (localizado no motor) e o pistão desce para a admissão de um novo ciclo.

Os motores a combustão interna podem utilizar combustíveis líquidos voláteis diversos tais como: gasolina, querosene, benzina, diesel, etanol, metanol; ou gases como:

butano e propano.

Os motores de combustão interna são usados em vários tipos de serviços. Os movidos à gasolina e álcool são utilizados quando se torna necessário trabalhar com acelerações rápidas e altas velocidades. Já os motores a diesel são usados na propulsão de navios, locomotivas, tratores, grandes caminhões, automóveis, ônibus, lanchas e outros tipos de embarcações; enfim na propulsão de veículos pesados.

Os motores que utilizam álcool como combustível foram empregados pelo Brasil, a partir de 1975, com a implementação do Programa Nacional do Álcool (pró-álcool). Tal programa alcançou seu ápice entre 1986 e 1989, produzindo 90% dos automóveis que saíam das linhas de montagem das fábricas nacionais. Este tipo de motor apresentou inicialmente algumas falhas, que posteriormente foram solucionadas.

A construção e montagem dos motores a álcool, não diferem dos motores à gasolina. Porém, apresentam algumas particularidades próprias: os pistões e as velas de ignição são exclusivos; o tanque, o carburador e as canalizações recebem tratamento químico especial contra corrosão; as câmaras de compressão são menores, para permitir maior taxa de compressão; a bomba de combustível tem uma maior vazão; possui um dispositivo (que injeta gasolina) para dar a partida quando o motor está frio; e a bateria possui maior amperagem (46 ou 54 A), devido à alta taxa de compressão.

O álcool etílico, ou etanol (C_2H_5OH) pode ser obtido a partir da exploração das seguintes biomassas: plantas e matérias ricas em açúcares (cana-de-açúcar, sorgo, sacarídea etc); plantas ricas em amido (mandioca, batata, milho etc) transformáveis em açúcar, por enzimas; plantas ricas em celulose (madeira, bambu, aguapé etc). No Brasil, o álcool é produzido, principalmente, através da fermentação de açúcares provenientes da cana-de-açúcar. Para uso automotivo recebe o nome de álcool carburante.

O álcool adquirido nas bombas dos postos de serviço possui em sua composição água

e outros componentes (ex: gasolina), que além outras utilidades servem para inibir o uso doméstico ou a fabricação de bebidas alcoólicas.

No Brasil, o álcool hidratado utilizado possui duas particularidades: alta resistência à detonação e baixo poder calorífico (gera menos energia na combustão que a gasolina). Em função dessas características, o motor a álcool pode utilizar taxa de compressão mais elevada, mas requer uma relação estequiométrica diferenciada, ou seja, a mistura ar e combustível deve ser mais rica (mais combustível) que no motor a gasolina. Na prática, isso significa que o motor a álcool pode obter mais potência, mas consome mais combustível. Pois, possui um menor poder calorífico, quando comparado ao da gasolina. Ou seja, é necessária maior quantidade de combustível para realização do mesmo trabalho.

Nos tempos áureos do álcool o governo o subsidiava de modo a mantê-lo em proporção interessante diante da gasolina, compensando no preço por litro seu maior consumo. Hoje essa proporção se alterou e o álcool deixou de ser viável, aumentando o custo por quilômetro. Algumas vantagens do álcool, como o menor índice de emissões, perderam importância com as normas de controle de poluição que restringiram também as emissões dos motores a gasolina.

Além dos motores movidos à gasolina e a álcool, existem os que utilizam o diesel. Tais motores funcionam também por combustão interna, porém com uma pequena diferença: o ar é comprimido para depois ser pulverizado o combustível. Assim, no primeiro tempo admite-se o ar puro; no segundo ocorre a compressão do ar; no terceiro, o óleo diesel é pulverizado e ocorre, sucessivamente, a combustão e expansão dos gases resultante; e finalmente no quarto tempo, há expulsão de tais gases. Dessa forma, a um melhor aproveitamento do combustível injetado, e conseqüentemente, uma maior economia.

Em relação aos motores de ciclo Otto (gasolina e álcool), os motores a diesel possuem atrativos cada vez maiores. Pois, à medida que os parâmetros de emissões ficam mais rígidos

e o fator consumo se estreita através das imposições de um mercado cada vez mais exigente, tornam-se mais claras suas vantagens. São elas: alto rendimento térmico (42% contra no máximo 33% dos propulsores a gasolina); menor consumo específico (em torno de 30%, pois se retira mais energia do combustível e da combustão) e por conseqüência menores índices de emissões de poluentes (emitem menor quantidade de gases tóxicos pelo escape, desde que bem regulados); por utilizar um combustível menos volátil que a gasolina, oferece maior segurança nos acidentes.

Atualmente, novas tecnologias estão sendo pesquisadas, na tentativa de substituir o uso do óleo diesel. Entre ela está o uso do biodiesel, proveniente de alguns óleos vegetais. As principais fontes de extração são: baga de mamona, polpa de dendê, amêndoa do coco de dendê, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, amêndoa do coco da praia, caroço de algodão, grão de amendoim, semente de canola, semente de maracujá, polpa de abacate, semente de linhaça, semente de tomate e de nabo forrajeiro.

Combustível renovável, o biodiesel tem propriedades físicas similares ao óleo diesel além de apresentar maior lubricidade. Além de reduzir em 78% as emissões líquidas do gás carbônico, 90% as emissões de fumaça e praticamente elimina as emissões de óxido de enxofre.

Os benefícios ambientais podem, ainda, gerar vantagens econômicas para o País. O Brasil poderia enquadrar o biodiesel nos acordos estabelecidos no protocolo de Kyoto e nas diretrizes dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL.

No País, já existem algumas empresas habilitadas a produzir o biodiesel. E em algumas cidades, como Riberão Preto e Curitiba, já se utiliza o biodiesel como combustível na frota de ônibus urbanos.

EXPERIMENTO:

Por que ocorre a compressão nos gases?

CONTEXTO

Podemos observar em fenômenos do cotidiano, que os sólidos e líquidos não são compressíveis como os gases. Mas por que isso ocorre?

MATERIAIS

Seringa descartável de 10 mL (sem agulha), bico de Bunsen (ou lamparina a álcool) e fósforo

PROCEDIMENTO

Encha a seringa com ar até a marca de 5 mL e aqueça a ponta para lacrá-la. Deixe esfriar. Depois, tente empurrar o êmbolo da seringa e observe. Em seguida, solte o êmbolo e observe.

OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

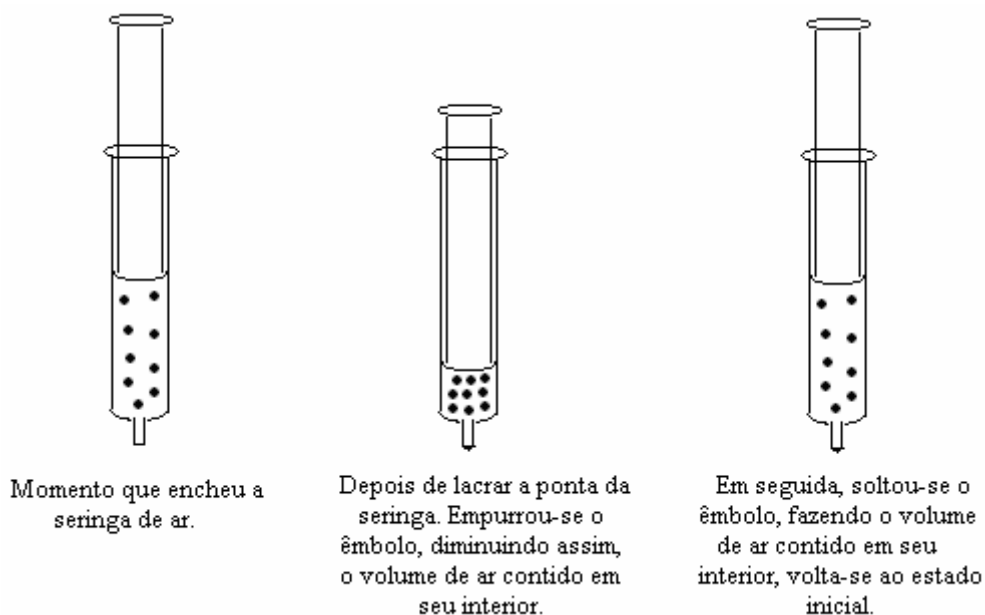
Após lacrar a seringa, empurrou-se o êmbolo. Dessa forma, observou-se uma diminuição do volume do ar contido na seringa. Já ao soltar o êmbolo, o volume do ar no interior da seringa aumenta, tornando-se o mesmo do início do experimento.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

O ar é formado de partículas que estão bastante afastadas uma das outras. Assim, ao comprimir o êmbolo da seringa, suas partículas ficam mais próximas entre si, reduzindo o espaço vazio entre ela, e conseqüentemente o volume de ar. Há conseqüentemente um

aumento da pressão no interior da seringa. Já ao soltar o êmbolo, a pressão interna maior que a externa, empurra o êmbolo para fora (posição inicial) as partículas afastam-se novamente, obtendo assim, o mesmo volume do estado inicial.

EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL



INTERFACE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

O trovão é proveniente do som emitido pela rápida expansão de gases, ao longo de um canal de descarga elétrica, gerado por um raio. A energia da descarga elétrica provoca o aquecimento de gases no interior e ao redor da área visível do relâmpago. As temperaturas podem elevar-se a mais de 10.000 °C em microssegundos, resultando em uma violenta onda de pressão, composta de expansão e compressão. O estrondo do trovão é criado quando nossos ouvidos são atingidos por diferentes ondas, resultantes de uma mesma descarga, porém com origens localizadas a diferentes distâncias do observador.

✓ **Sugestões de atividades com os alunos**

▪ **Atividade 1** – Realização do experimento: “Por que ocorre a compressão nos gases?”.

Esta prática deve ser realizada pelos alunos. Porém, esses devem observar, bem como analisar os fenômenos, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas pelo professor (a partir da leitura do texto “Conhecendo os motores de combustão”).

▪ **Atividade 2** – A partir da realização da atividade e do conhecimento dos alunos serão discutidas as relações dos conceitos químicos pertinentes ao tema.

Parte B – Difusão dos gases

Nesta parte da unidade de ensino procura-se definir e explicar o fenômeno difusão para os materiais gasosos. Para isso são propostas as seguintes atividades:

1. Realização do experimento “O que é difusão?”.

Recomenda-se que esta prática experimental seja feita por demonstração, pois tanto o ácido clorídrico como o hidróxido de amônio são tóxicos e devem ser reservados em capela. Aconselha-se também o uso de óculos e luvas para manuseá-los.

Durante a realização desta atividade os alunos devem observar, bem como analisar os fenômenos.

2. Leitura do texto “Por que sentimos o aroma dos perfumes?”.

A leitura do texto complementar pelos alunos torna-se necessária, pois é de suma importância que esse obtenha informações sobre a química dos perfumes. Para o professor,

além de ter caráter motivador, este texto atua como organizador, relacionando conceitos químicos com idéias que os alunos possam ter sobre esses assuntos.

O texto deve ser lido pelos alunos, sob coordenação do professor.

3. Realização da atividade: “Vamos fazer perfumes?”.

Nesta atividade será proposta a fabricação de alguns perfumes. Tal prática tem como objetivo propiciar aos alunos a oportunidade de produzir produtos utilizados no dia-a-dia, bem com contextualizar o conhecimento químico com o seu cotidiano.

Para facilitar e tornar mais interessante à realização desta atividade é necessário conhecer algumas especificações inerentes aos perfumes (ler as informações no texto complementar: “Por que sentimos o aroma dos Perfumes?”). Após o conhecimento de tais especificações, os alunos irão produzir perfumes com essências diversificadas e logo em seguida, será proposto um debate sobre questões pertinentes a atividade e ao texto, abordando os seguintes conceitos: moléculas, massa molar, difusão, efusão e volatilidade.

Como sugestões para discussão são apresentadas as seguintes questões:

1. Existe alguma diferença na intensidade do aroma dos perfumes produzidos na atividade?
2. Como são classificados (segundo sua volatilidade) os perfumes produzidos na atividade?
3. Por que sentimos o cheiro dos perfumes?
4. O que é um perfume? O que ele contém?
5. O que caracteriza uma fragrância?
6. Por que a composição dos perfumes importados é diferente dos nacionais?
7. Qual a função do álcool etílico na produção dos perfumes? E do fixador?

Esta atividade podem ser realizadas por grupos de 3 ou 4 alunos.

EXPERIMENTO:

O que é difusão?

CONTEXTO

O mais primitivo dos nossos sentidos é o olfato, que nos permite sentir os cheiros, agradáveis ou desagradáveis, dos gases que se espalham pelo ar atmosférico. Mas, afinal de contas, por que percebemos o cheiro desses gases?

MATERIAIS

Tubo transparente (aproximadamente 40 cm), algodão, duas rolhas de cortiça, contagotas, ácido clorídrico (HCl), amoníaco (solução de hidróxido de amônio, NH_4OH).

PROCEDIMENTO

Pegue o tubo transparente. Coloque em cada extremidade um chumaço de algodão. Logo em seguida, ao mesmo tempo, goteje ácido clorídrico no algodão numa das extremidades e amoníaco no algodão da outra. Tampe as extremidades do tubo com as cortiças. Observe.

OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

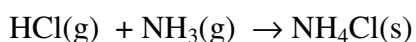
Após gotejar as substâncias indicadas nas extremidades, seus vapores formaram uma névoa branca no interior do tubo. Tal névoa se formou mais próxima da extremidade, na qual foi gotejado o amoníaco.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

As soluções gotejadas contêm as substâncias HCl e NH₃ que são voláteis. Portanto, os vapores de HCl e NH₃ difundem-se no interior do tubo e reagem ao se encontrar, formando uma névoa branca de NH₄Cl.

A névoa se encontra mais próxima da extremidade do amoníaco, pela diferença de velocidades existente entre os gases. Pois suas moléculas possuem massas diferentes. A massa da molécula de HCl é maior (mais que o dobro) do que da molécula da amônia. Sendo assim, o deslocamento das moléculas do ácido clorídrico é mais lento.

EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL



INTERFACE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

O “gás de cozinha” é o nome popular do GLP (gás liquefeito de petróleo. É composto basicamente de propano e butano e obtido através do refino do petróleo e seu poder calorífico e de 28000 kcal/m³. O gás acondicionado no interior do botijão cheio se encontra 85% em estado líquido e 15% em estado gasoso. Isto garante espaço de segurança para evitar a pressão elevada no interior do recipiente, não devendo nunca ser ultrapassado este limite máximo de enchimento. Os gases propano e butano são inodoros, porém são acrescentadas substâncias orgânicas (mercaptantes) para que produza odor para fácil percepção em caso de vazamento. Nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP) o propano e o butano se apresentam em estado gasoso. E tornam-se líquidos quando submetido a pressões relativamente altas ou quando resfriado.

Texto Complementar Nº 04**“Por que sentimos o aroma dos perfumes?”**

Os primeiros perfumes surgiram provavelmente quando o homem passou a dominar o fogo, há mais ou menos 800 mil anos, e possivelmente estavam associados a atos religiosos. Os deuses era homenageados com a oferenda de fumaça proveniente da queima de madeira e folha seca. Mais tarde, essa prática foi incorporada pelos sacerdotes dos mais diversos cultos, que utilizavam folhas, madeira e materiais de origem animal como incenso, na crença de que a fumaça com cheiro adocicado levaria suas preces para os deuses. Portanto, a palavra ‘perfume’ tem origem nas palavras latinas *per* (que significa origem de) e *perfumare* (fumaça).

O uso dos aromas pelas pessoas, de forma particular, aconteceu provavelmente entre os egípcios.

O passo seguinte na evolução dos aromas foi a descoberta de que certas flores e outros materiais vegetais e animais, quando imersos em gorduras e óleos, deixavam nestes uma parte de seu princípio odorífero. Desta maneira, eram produzidos os unguentos e os perfumes mencionados na Bíblia.

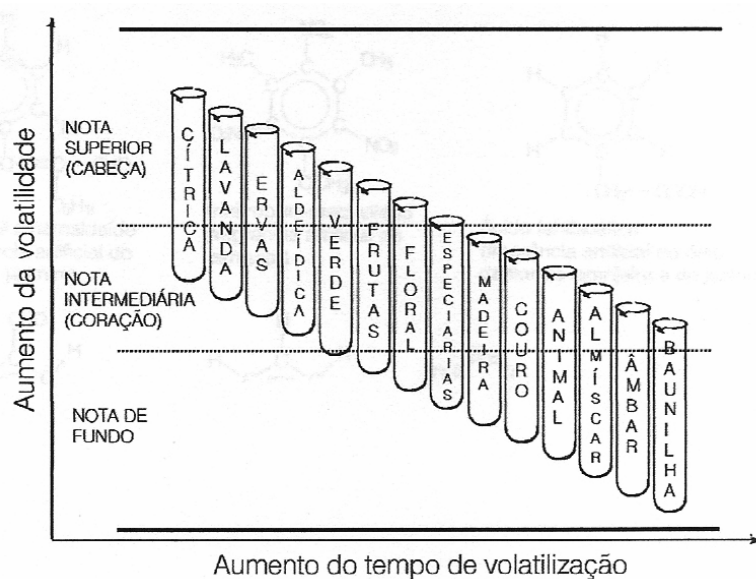
Com o início do cristianismo, a utilização dos aromas foi banida, uma vez que associada a rituais pagãos. Os árabes, porém, cuja religião não impunha as mesmas restrições, foram responsáveis pela perpetuação dos perfumes, bem como o aprimoramento na arte de extração desses compostos. Eles faziam essas extrações a partir de flores maceradas, geralmente em água, obtendo ‘água de rosas’ e ‘água de violetas’, dentre outras.

O renascimento da perfumaria no Ocidente se deve as expedições às Índias em busca

de especiarias. Outra significativa contribuição foi a das Cruzadas, que trouxeram toda a arte e habilidade da perfumaria oriental, além de informações relacionadas às fontes de gomas, óleos e substâncias odoríferas exóticas. Já no final do século XIII, Paris torna-se a capital mundial dos perfumes. Isso porque a Europa foi vítima de várias epidemias, todas atribuídas à água. A abstinência ao banho foi total e as pessoas recorreram às fragrâncias para disfarçar o mau cheiro.

Os perfumes são compostos de várias substâncias voláteis (que se evaporam). Portanto, as moléculas dessas substâncias se espalham rapidamente pelo ar e sentimos o aroma porque algumas delas são detectadas por nosso olfato.

Atualmente os perfumes são misturas de fragrâncias que podem ser classificadas em 14 grupos, conforme a volatilidade (rapidez de evaporação) de seus componentes.



Os perfumistas procuram compor a essência do perfume de modo que a evaporação dos componentes da fragrância ocorra em três fases distintas, denominadas *notas de um perfume*. Assim um bom perfume possui três notas:

Notas superiores ou cabeça do perfume: é a parte mais volátil do perfume, sendo detectada nos primeiros 15 minutos de evaporação;

Notas do meio ou coração do perfume: é a parte intermediária do perfume, e leva um tempo maior para se percebida, de três a quatro horas.

Nota de fundo ou base do perfume: é a parte menos volátil, geralmente leva de quatro a cinco horas para ser percebida. É também denominada “fixador” do perfume. Por possuírem a função de retardar e uniformizar a velocidade de evaporação de diversos constituintes.

A grande maioria das fragrâncias usadas hoje em dia é fabricada em laboratório. No entanto, os perfumes mais caros usam os produtos sintéticos apenas para acentuar o aroma dos óleos naturais. Para alguns óleos, como o patchouli e o de sândalo, os químicos ainda não encontraram substitutos satisfatórios.

Existe uma diferença muito grande no preço dos produtos de perfumaria, dependendo se são classificados como ‘perfume’, ‘água de colônia’ ou ‘loção pós-barba’. Estas diferentes classificações refletem da composição da mistura que se compra.

Os perfumes contêm misturas de fragrâncias dissolvidas em um solvente geralmente o etanol, que por sua vez, possui sempre uma pequena quantidade de água. Além da essência e do solvente, sempre se adiciona à mistura os fixadores, bem como a adição de um outro álcool, o propileno glicol, que possui a função de aumentar a solubilidade da essência no solvente.

Uma das maiores diferenças entre produtos europeus, americanos e brasileiros é a concentração da essência. Enquanto nos perfumes nacionais esta se mantém entre 5% a 10%, nos importados sobe para 15% a 30%. O uso elevado dessa substância torna o perfume extremamente forte, não combinando assim com o clima brasileiro, pois o calor tende a exaltar o perfume.

✓ **Sugestões de atividades com os alunos**

- **Atividade 1** – Realização de experimento: “O que é difusão?”.

Mesmo que a prática experimental seja feita por demonstração, nesta atividade os alunos devem observar sua realização, bem como analisar os fenômenos.

- **Atividade 2** – Leitura do texto “Por que sentimos o aroma dos perfumes?”.

- **Atividade 3** – Realização da atividade: “Vamos fazer perfumes?”.

Nesta atividade o aluno vai trabalhar com dados coletados durante a realização do experimento, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas nas atividades 1 e 2.

Vamos fazer perfumes?

Para realização desta atividade, são necessários os seguintes materiais:

- 1 frasco de vidro escuro com 100 mL de capacidade
- 76 mL de álcool etílico (etanol);
- 10 mL das essências cítrica, floral e baunilha;
- 2 mL de fixador;
- 2 mL de propileno glicol;
- 10 mL de água destilada.

Tais matérias podem ser adquiridas em: casas especializadas em perfumaria, lojas de produtos naturais e farmácias de manipulação.

Para a execução dessa atividade, torna-se importante realizar passo a passo alguns procedimentos descritos abaixo:

- Coloque o álcool etílico na garrafa de vidro escuro;
- Adicione a essência cítrica, tomando cuidado para que ela se dissolva completamente no álcool e, em seguida, acrescente o fixador e o propileno glicol;
- Agite bem a mistura e tampe a garrafa;
- Nunca deixe que o vidro fique exposto à luz solar direta ou refletida.
- Repita os mesmos procedimentos, utilizando as essências de baunilha e a floral.

Ao produzir os três perfumes, observe suas características e as descreva no quadro a seguir:

Perfumes (fragrância)	Coloração	Intensidade do aroma (forte, médio ou fraco)
Cítrica		
Floral		
Baunilha		

Caro aluno a partir dos resultados obtidos na tabela, e dos conhecimentos adquiridos nas atividades anteriores, faça uma descrição da análise desses dados.

- **Atividade 4** – A partir da realização da atividade e do conhecimento dos alunos serão discutidas as relações dos conceitos químicos pertinentes ao tema.

UNIDADE 6: LEI DOS GASES

✓ Apresentação da Unidade

Nessa unidade de ensino são propostas atividades, que procuram investigar e caracterizar o comportamento dos gases, permitindo assim, o estudo de leis sobre suas propriedades, e conseqüentemente, a teoria cinética dos gases. Para entendermos os principais pressupostos dessa teoria, é necessário estudar as seguintes leis: transformações isotérmicas, transformações isobáricas e transformações isocóricas.

Para uma melhor compreensão dos conceitos que serão apresentados nesta unidade, esta foi estruturada em quatro partes:

Parte A – Lei dos Gases.

Parte B – Transformação Isotérmica;

Parte C – Transformação Isobárica;

Parte D – Transformação Isocórica;

Parte A – Lei dos Gases

A atividade proposta para o estudo da lei dos gases consiste:

1. Leitura do texto: “Uma abordagem histórica sobre a Lei dos gases”.

No intuito de apresentar uma ciência dinâmica e em constante transformação, é de suma importância que o professor faça uma leitura do texto da seção “Pitada da História”.

Este texto traz informação sobre diversos cientistas famosos que desenvolveram trabalhos envolvendo a lei dos gases.

Pitadas da História Nº 05

Uma abordagem histórica sobre a lei dos gases

Por mais de 300 anos, a Química e a Física estiveram envolvidas na busca de conhecer os gases. Muitos cientistas famosos devem sua reputação a experiências e cálculos teóricos envolvendo gases. Entre estes estão: Robert Boyle, Jacques Charles, Gay-Lussac, Avogadro, Cannizzaro, Joule, Kelvin e Maxwell.

- **Robert Boyle (1627-1691)**

No século XVII, a Química se transformou num campo de estudo com objetivos e métodos definidos. Nesse período coube um papel de destaque a Boyle que, com suas publicações, deu um passo decisivo para a valorização das medidas e da racionalidade das deduções experimentais.

Robert Boyle nasceu no castelo de Lismore, na Irlanda, a 25 de janeiro de 1627. Era o sétimo dos catorze filhos do duque de Cork, um dos homens mais ricos e influentes da [Grã-Bretanha](#). Sua formação foi tradicional: em parte em casa, em parte no Colégio de Eton, complementado por viagens a [França](#), [Itália](#) e [Suíça](#). O roteiro incluía uma estada em Florença, em 1641, onde o jovem inglês assistiu aos últimos anos da vida de Galileu Galilei. Pôde, desta forma, assimilar sua posição crítica perante a filosofia aristotélica e adquiriu com ele a certeza de que a experiência é a fonte clara e pura dos conhecimentos científicos.

Em uma de suas obras, “*Químico Céptico*”, Boyle atacou a teoria de Aristóteles sobre os quatro elementos (Terra, ar, Água e Fogo) e os três princípios da Paracelsus (Sal, Enxofre e Mercúrio) e propôs que a matéria era composta de vários tipos de partículas que podiam se arranjar em grupos. Grupos de um tipo constituíam uma substância química. Neste sentido, ele usou conceitos de teoria atômica e molecular semelhantes àqueles que usamos atualmente.

De volta à Inglaterra, escreveu diversos ensaios filosóficos e começou seus estudos de Física e Química. Sendo um homem de posses, construiu um laboratório na sua casa em Sailbridge e se descobriu um entusiasta da experimentação. Suas pesquisas e obras foram influenciadas por autores como: Paracelso, Bernardino Telesio, Francis Bacon, Tommaso Campanella e Jan Baptista van Helmont.

Em 1654, Boyle transferiu-se para Oxford, onde começou a freqüentar reuniões de um grupo de jovens interessados em desenvolver a chamada Filosofia Experimental (ciências físicas e químicas). Na tentativa de defender seus propósitos, foi um dos fundadores da Royal Society of London (Sociedade Real de Londres) para o desenvolvimento das ciências naturais. Foi durante sua permanência em Oxford, que Boyle realizou suas maiores produções científicas.

No ano de 1660, Robert Boyle publicou sua primeira obra científica “*New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring or the Air and its Effects*” (*Novas Experiências Físico-Mecânicas, Concernentes à Elasticidade do Ar e Seus Efeitos*), na qual relata estudos e observações feitas a partir das pesquisas de Galileu, Pascal e Torricelli sobre o peso do ar (pressão atmosférica) e o vácuo. No intuito de realizar certas experiências, utilizou-se da bomba pneumática idealizada pelo alemão Otto von Guericke e adaptada por Robert Hooke para uso em laboratório.

Na época, esta publicação criou grande polêmica, pois se tratava de uma obra não aristotélica. Conseqüentemente foram publicados dois livros com violentos ataques tanto às

experiências como às interpretações de Boyle. Um desses trabalhos era de autoria do famoso teórico de Filosofia Política, Thomas Hobbes, ardente defensor da não-existência do vácuo e da teoria do "éter" que preencheria todo o Universo. O outro foi escrito por um obscuro adepto das postulações aristotélicas, o jesuíta Franciscus Linus, que tinha objeções a todo o esquema conceitual sobre o peso do ar e o vácuo, desenvolvido por Pascal a partir do barômetro de Torricelli, ao qual Boyle havia feito algumas complementações.

Em respostas aos ataques, em 1662, Boyle publicou um livro contendo experiências e justificativas suficientes para rebater os argumentos de Hobbes e Linus. Dentre as explicações presentes no trabalho, havia na seção intitulada "*Onde se examina a hipótese funicular dos Adversários*", a inclusão da famosa lei da relação entre a pressão e o volume dos gases.

Nessa seção, Boyle escrevia: "Pode-se notar que, além de tudo, a hipótese do adversário é desnecessária, visto que ele não recusa que o ar tenha algum peso e elasticidade, mas, sim, afirma serem essas qualidades insuficientes para realizar tão grandes trabalhos como o de contrabalançar uma coluna de mercúrio de 75 cm, como nós dissemos; vamos, portanto, procurar, mostrar-lhe que a elasticidade do ar é capaz de realizar muito mais do que o simplesmente necessário para confirmar a experiência de Torricelli".

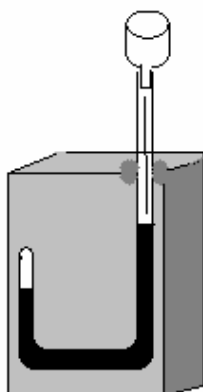


Fig 1. Aparelhagem laboratorial utilizada por Robert Boyle no estudo da pressão.

Em sua experiência, Boyle preparou um tubo de vidro com a forma de uma letra J

(com o braço menor fechado e o maior aberto) e despejou mercúrio pela extremidade aberta, até que a diferença entre o nível de mercúrio do braço menor para o maior fosse de 75 em. Concluiu assim, que a pressão do ar fechado no braço mais curto era duas vezes maior que a pressão atmosférica que agia no outro braço, observando então, que o volume do ar comprimido no braço menor tinha se reduzido à metade do volume total.

A partir desse e de outros experimentos, Boyle verificou as relações entre pressão e volume dos gases. Porém, em seu trabalho, não é feita nenhuma alusão explícita à influência da temperatura nos resultados obtidos. Na verdade, ele chegou a destacar o fato de expandir-se o ar com o calor e de contrair-se com o frio; mas, nesse caso, ele estava preocupado apenas em saber se o ar comprimido se comportaria da mesma forma. Somente anos depois, é que o abade francês Edme Mariotte deu maior precisão a essa lei, observando que só era válida sob temperatura constante.

Dentre os trabalhos científicos desenvolvidos por Boyle podemos citar: (1) a lei dos gases que tem seu nome; (2) um indicador colorido para os ácidos; (3) o melhoramento da máquina de Otto von Guericke; (4) o melhoramento do termômetro de Galileu; (5) o abaixamento do ponto de ebulição dos líquidos no vácuo; (6) uma explicação para o paradoxo hidrostático; (7) uma refutação das teorias de Aristóteles sobre os quatro elementos; (8) a descoberta da acetona; (9) o isolamento do hidrogênio; (10) a prova que o ar é uma mistura; (11) a primeira aparição da noção de elemento químico; e (12) a descoberta da sublimação da água.

Foi a partir de suas definições químicas e reações que se iniciou a separação entre química e alquimia. Estabelecendo-se, no ano de 1668, em Londres. Já em 1680, foi eleito presidente da Royal Society, mas declinou da honra por não concordar com os termos do juramento de posse. Os seus múltiplos interesses intelectuais levaram-no a montar uma gráfica em que imprimiu diversas traduções da Bíblia. Durante alguns anos dirigiu a

Companhia das Índias Orientais e, sem abandonar a pesquisa, dedicou os últimos anos de vida a pregação religiosa, até que morreu em 30 de dezembro de 1691, ainda na cidade de Londres.

- **Jacques Charles (1746-1823) e Joseph Gay-Lussac (1778-1850)**

Jacques Alexandre César Charles nasceu em 12 de novembro de 1746. Começou sua carreira como um pequeno burocrata no governo francês. Quando foi demitido de seu cargo, por motivos econômicos, ele tornou-se professor de Física da Sorbonne e de Química na Escola Politécnica, onde se voltou para o estudo dos gases.

Charles foi o primeiro a ter a idéia de usar hidrogênio para encher balões aerostáticos. (Até então, utilizara-se apenas ar quente.) Em 1783, junto com seu irmão Robert, pôs essa idéia em prática e efetuou vôos, chegando a atingir mais de 1600 metros de altura. Em 1º de dezembro de 1783, Charles estava no segundo balão a elevar um ser humano da superfície da terra, este feito impressionou tanto Luís XVI que Charles ganhou um laboratório na Sorbonne.

Em 1787, Charles fez sua descoberta mais famosa, descrevendo a interdependência volume-temperatura (para uma pressão constante) de um gás, porém nunca publicou seu trabalho. Vinte e um anos mais tarde, Gay-Lussac repetiu o trabalho de Charles e publicou seus resultados em 1802. Hoje conhecida como a primeira lei de Gay-Lussac-Charles: “Sob uma mesma pressão, o volume de um gás varia linearmente com a temperatura”.

Gay-Lussac, como Charles, era fascinado por balões. Em 1804, ele se elevou a uma altura de 7 Km em um balão de hidrogênio. Este recorde de altitude permaneceu por 50 anos. Diferente de Charles, Gay-Lussac, tinha um grande interesse pela química.

A contribuição mais importante de Gay-Lussac foi a Lei da Combinação de Volumes, publicado em 1808. Esta lei estabelece que os gases formam compostos entre si, segundo proporções definidas, que podem ser expressas em fórmulas.

Gay-Lussac nasceu no dia 6 de dezembro de 1778 em Saint-Léonard-de-Noblat e morreu, no dia 9 de maio de 1850, em Paris. Químico e físico francês. Professor de Física da Sorbonne e de Química na Escola Politécnica, foi um grande observador, trabalhando pelo progresso da ciência.

- **Rudolf Clausius Benoit-Paul-Emile Clapeyron (1799-1864)**

Físico e engenheiro civil francês, Benoit-Pierre-Émile Clapeyron nasceu em Paris, no dia 26 de Fevereiro de 1799, falecendo a 28 de Janeiro de 1864. Frequentou a École Polytechnique de Paris, onde ingressou em 1816, tornando-se especialista em construção de locomotivas e ferrovias.

Em 1818, entrou para a École des Mines onde trabalhou como engenheiro com seu amigo Gabriel Lamé. No ano de 1820, foram juntos para a Rússia para trabalhar na equipe de engenheiros criada por Alexandre I, para melhorar as estradas e pontes do país. Retornaram a França para aperfeiçoar seus conhecimentos e foram para São Petersburgo como professores de matemática pura e aplicada da École des Travaux Publics, ao mesmo tempo que continuavam exercendo a engenharia. Ambos permaneceram na Rússia durante 10 anos e nesse tempo publicaram vários trabalhos sobre matemática em revistas especializadas.

Ambos foram forçados a deixar o país logo depois da Revolução de 1830 uma vez que suas posições conhecidamente liberais não eram muito compatíveis com a Revolução.

Sua mais importante contribuição científica foi a apresentação de uma análise matemática do princípio de Sadi Carnot desenvolvido por Carnot no ensaio *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, em 1824. Em seus estudos, Clapeyron fez uma formulação matemática do conhecido *ciclo de Carnot*. Assim, criou a *relação de Clapeyron*, uma equação diferencial para determinação do calor de vaporização de um líquido. Este trabalho teve

influências importantes para o enunciado da segunda lei de termodinâmica.

Essa façanha valiosa de Clapeyron foi sua contribuição para o progresso da Termodinâmica. A ele coube o mérito de haver estabelecido e demonstrado de forma clara e rigorosa, a equação dos gases perfeitos e as fórmulas de correlação entre volume de um gás, a temperatura, a pressão, o calor latente de compressão, o de dilatação e o de vaporização, que interferem no equilíbrio técnico do sistema.

▪ **Avogadro (1776-1856) e Cannizzaro (1826-1910)**

Filippo Avogadro nasceu em 9 de Julho de 1776 na cidade de Turim. Filho de um importante administrador público e advogado eclesiástico, estudou na escola de Turim, formando-se bacharel na área de ciências jurídicas, em 1792. Mesmo tendo uma carreira de sucesso na advocacia, Avogadro se interessava pelas Ciências Naturais. Assim, dedicou-se as Ciências (Física e Química) estudando por conta própria. Em 1809 passou a lecionar Física no Realle Collegio de Varcelli. Em 1820 ingressou na Universidade de Turim como responsável pela cadeira de Física. Trabalhou por 30 anos lá, período em que boa parte de sua obra foi publicada.

Com base nos estudos de Joseph-Louis Gay-Lussac, enunciou em 1811 o extraordinário princípio de Avogadro: *volumes iguais de qualquer gás a mesma temperatura e pressão contêm o mesmo número de moléculas*. Tal enunciado se constituiu num apoio decisivo à teoria atômica

A lei de Avogadro oferece um método simples para a determinação das massas moleculares relativas. Tudo que se tem a fazer é determinar a massa de um volume fixo, de diferentes gases a mesma temperatura e pressão. Infelizmente, este argumento, que parece tão simples hoje, criou pouco ou nenhum impacto nos contemporâneos de Avogadro.

As idéias de Avogadro ficaram esquecidas por quase meio século. Elas foram revividas em 1860 por um compatriota, Stanislao Cannizzaro, professor de Química de Gênova. Ele mostrou que a Lei de Avogadro podia ser usada para determinar não apenas massas molares, mas também, indiretamente, massas atômicas. Cannizzaro teve mais impacto que Avogadro, talvez porque tenha apresentado suas idéias mais claramente. Ele proporcionou uma grande contribuição ao desenvolvimento da escala de massas atômicas.

▪ **James Joule (1818-1889) e William Thomson (1824-1907)**

A lei de Charles e Gay-Lussac, relacionando o volume gasoso à temperatura, foi originalmente expressa em graus Celsius. Meio século se passou antes da escala absoluta de temperatura (K) ter sido desenvolvida. Esta escala é devida ao trabalho de dois relevantes físicos britânicos. Um destes era James Joule, que realizou experiências físicas em casa, e é usualmente apontado como o descobridor da Lei de Conservação de Energia e a Primeira Lei da Termodinâmica. Joule parece ter sido o primeiro a perceber que, se a linha reta de V vs t for extrapolada o volume tende para zero a -273 °C . Assim, em 1847, Joule sugeriu que, com esta relação valia para todos os gases, um a temperatura de -273 °C poderia servir como origem de uma nova escala de temperatura.

Joule nasceu em Salford, Inglaterra, em 24 de dezembro de 1818. Sua família era rica e possuía uma cervejaria. Recebeu instrução de John Dalton em Ciências e Matemática. Sentiu-se atraído pela Física, especialmente pelos temas relacionados ao calor. Iniciou seus trabalhos experimentais num laboratório anexo à cervejaria. A experiência adquirida por Joule o habilitou a medir diferenças de temperatura com grande precisão, e foi encorajado a prosseguir em suas pesquisas por William Thomson. Joule foi um dos grandes experimentalistas de seu século, tendo elaborado suas principais contribuições antes dos 30

anos de idade. Em 1878, Joule publicou um resultado mais aperfeiçoado do equivalente mecânico do calor. Faleceu em 11 de outubro de 1889, em Sale, Inglaterra.

O outro físico a trabalhar com a escala foi William Thomson (Lord Kelvin). Ele e Joule trabalharam durante cerca de 7 anos, a partir de 1852, em diversos experimentos, principalmente em relação ao efeito Joule-Thomson, pelo qual quando um gás se expande sua temperatura cai, sugerindo a possibilidade de aproveitamento desse efeito para o desenvolvimento de máquinas de refrigeração.

William Thomson, físico britânico, nasceu em Belfast, Irlanda, em 26 de junho de 1824. Professor de Física na Universidade de Glasgow, foi uma criança-prodígio; ele entrou para o ensino médio com 10 anos e publicou seu primeiro artigo científico aos 15 anos. Em 1848, aos 29 anos, Thomson mostrou, usando termodinâmica, que -273 °C é a menor temperatura atingível de qualquer substância em qualquer estado físico. Ele criou a escala absoluta de temperatura (K) que usamos atualmente. Isto foi somente uma das realizações de Thomson. Entre outras, ele teve participação importante no estabelecimento da Segunda Lei da Termodinâmica. Em 1892, ele se tornou Lord Kelvin, como é conhecido hoje, por tornar-se presidente da Royal Society e receber a ordem de mérito desta instituição.

- **James Clerk Maxwell (1831-1879)**

Maxwell nasceu em 13 de junho de 1831 em Edimburgo, Escócia. Seu pai era advogado, e logo depois de seu nascimento sua família deixou a cidade. Quando tinha 15 anos Maxwell publicou seu primeiro trabalho científico "Descrição das Curvas Elípticas". O trabalho foi publicado na Royal Society de Edimburgo. Em 1847 foi admitido na Universidade de Edimburgo, onde permaneceu um período três anos. Posteriormente estudou Matemática no Trinity College, em Cambridge. Após sua formação na Universidade de

Edinburgo e em Cambridge, tornou-se professor de Filosofia Natural, primeiro na Escócia e, depois, em Cambridge. Suas habilidades matemáticas tornaram-se notórias desde muito jovem e foram aplicadas em muitas áreas.

Maxwell contribuiu para o desenvolvimento da teoria cinética dos gases, partindo da hipótese os gases eram compostos por moléculas em constante movimento, colidindo com as paredes do recipiente e umas com as outras. Essa descrição dos gases foi feita por Bernoulli e por dois pesquisadores pouco conhecidos, Herapath e Waterston. Como os gases difundem-se vagarosamente, Clausius deduziu que embora as moléculas tenham velocidade alta, elas deviam ter um livre caminho médio bastante pequeno entre as colisões.

A partir de 1860 Maxwell, e também Boltzmann independentemente, utilizaram métodos estatísticos para analisar as grandes variações de velocidade das moléculas constituintes dos gases, derivando a distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann. Maxwell também mostrou qual era a dependência dessa distribuição em relação à temperatura, e que o "calor" era armazenado no gás por meio do movimento de suas moléculas. A teoria foi então utilizada para explicar a viscosidade, difusividade e condutividade térmica dos gases. Maxwell e sua esposa descobriram experimentalmente que a viscosidade dos gases é independente da pressão e que a mesma é aproximadamente proporcional à temperatura, aumentando com a mesma, o que corresponde ao comportamento inverso dos líquidos. Isto não concordava com a teoria de Maxwell, e ele então passou a considerar que as moléculas não colidiam elasticamente, mas sim se repeliam com uma força inversamente proporcional à sua distância elevada à quinta potência. Esta conclusão e os trabalhos posteriores de Boltzmann, de 1868, permitiram o completo desenvolvimento da teoria cinética dos gases.

Maxwell era uma personalidade tímida, profundamente religiosa, com um forte senso de humor. Como Einstein, e ao contrário de Newton e Faraday, Maxwell realizou suas

grandes contribuições sem um excessivo tensionamento mental. Possuía uma excelente intuição física, aplicou modelos visuais e matemáticos com grande maestria, sem ficar subordinado a eles, e acima de tudo trabalhou livre de preconceitos e exerceu sua imaginação criadora. A síntese de Maxwell no eletromagnetismo, por meio de suas equações de campo, constituiu uma contribuição que pode ser igualada somente ao que realizaram Newton e Einstein na mecânica.

Parte B – Transformação Isotérmica

Nesta parte da unidade de ensino procura-se explicar a relação entre o volume e a pressão dos gases a uma temperatura constante. Para isso é proposta a seguinte atividade:

1. Realização do experimento “Qual a influência das grandezas de volume e pressão no comportamento dos gases, quando a temperatura não se altera?”.

Esta prática deve ser realizada por grupos de três ou quatro alunos. Entretanto, antes de sua realização, o professor deve enfatizar a relação desta atividade com o contexto do texto da seção anterior.

Os materiais necessários são simples e alguns, como, por exemplo: seringa e fósforo podem ser trazidos de casa pelos alunos.

EXPERIMENTO:

Qual a influência das grandezas de volume e pressão no comportamento dos gases, quando a temperatura não se altera?

MATERIAIS

2 seringas descartáveis de 20 mL (sem agulha), bico de Bunsen (ou lamparina a álcool) e fósforo.

PROCEDIMENTO

Encha a seringa com ar até a marca de 20 mL. Com uma lamparina (ou bico de bunsen), aqueça a sua ponta, lacrando-a. Deixe esfriar. Em seguida, pressione o êmbolo da seringa. Solte o êmbolo e observe o que acontece com o sistema.

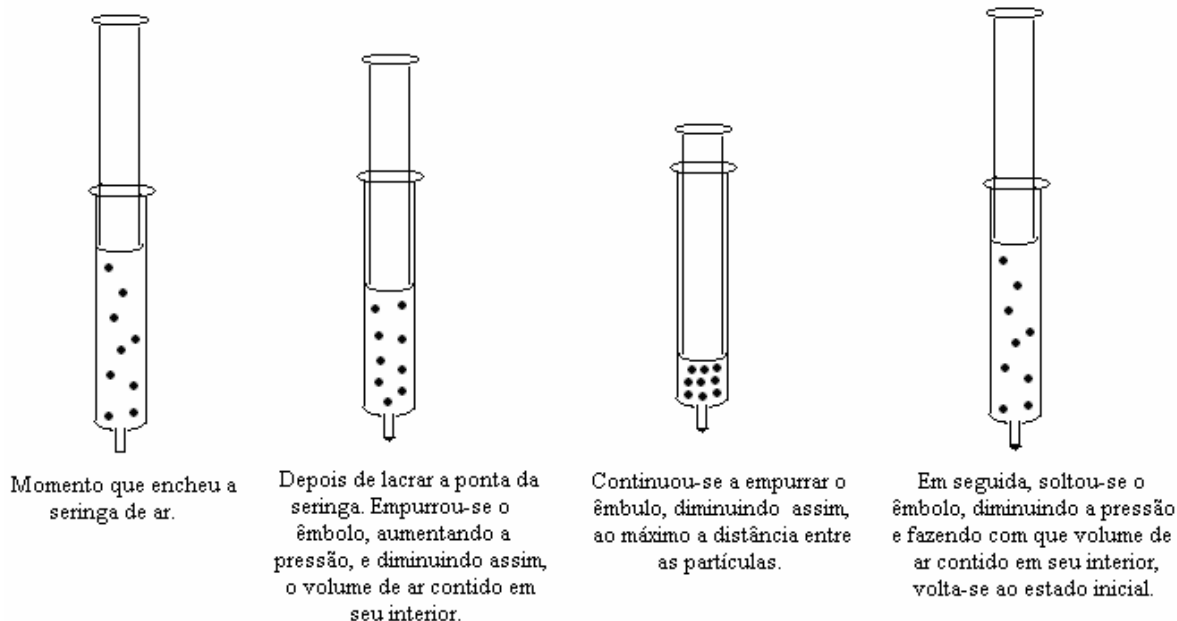
OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

Após lacrar a ponta da seringa, empurrou-se o êmbolo. Dessa forma, observou-se uma diminuição do volume do ar contido na seringa. Já ao soltar o êmbolo, o volume do ar no interior da seringa aumenta, tornando-se o mesmo do início do experimento.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

O ar é formado de partículas que estão bastante afastadas uma das outras. Assim, ao comprimir o êmbolo da seringa, aumenta-se a pressão em seu interior e as partículas ficam mais próximas entre si, reduzindo o espaço vazio entre ela, e conseqüentemente o volume de ar. Já ao soltar o êmbolo, a pressão diminui e as partículas afastam-se novamente, obtendo assim, o mesmo volume do estado inicial.

EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL



INTERFACE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

No processo de respiração, a troca entre o ar exterior e os pulmões ocorre em duas etapas: a entrada de ar (inspiração) e a saída de ar (expiração). Essa troca ocorre pela diferença de pressão entre os alvéolos e o exterior, condição obtida pela expansão e contração do espaço torácico. Cada movimento (expansão ou contração) da caixa torácica acarreta uma alteração no volume pulmonar.

Tais movimentos da caixa torácica são ocasionados, por uma série de músculos, dentre os quais o mais importante é o diafragma. Assim, na etapa de expansão torácica, o diafragma se expande deixando o volume dos pulmões maior, que por sua vez, gera uma diminuição na pressão interna desses órgãos. Isso ocorre porque a pressão nos pulmões deve ser um pouco menor que a pressão atmosférica senão o ar não flui para dentro do corpo. Como a pressão atmosférica é maior, o ar entra nos pulmões e iguala essas pressões. Na etapa da expiração o processo é inverso

✓ **Sugestões de atividades com os alunos**

▪ **Atividade 1** – Realização do experimento: “Qual a influência das grandezas de volume e pressão no comportamento dos gases, quando a temperatura não se altera?”.

Esta prática deve ser realizada pelos alunos. Porém, esses devem observar, bem como analisar os fenômenos, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas pelo professor (a partir da leitura do texto “Uma abordagem histórica sobre a lei dos gases”).

Parte C – Transformação Isobárica
--

Nesta parte da unidade de ensino procura-se explicar a relação entre o volume e a temperatura dos gases a uma pressão constante. Para isso é proposta a seguinte atividade:

1. Realização do experimento “Qual a influência das grandezas de volume e temperatura no comportamento dos gases, quando a pressão não se altera?”.

Esta prática deve ser realizada por grupos de três ou quatro alunos. Entretanto, antes de sua realização, o professor deve enfatizar a relação desta atividade com o contexto do texto da parte A.

Os materiais necessários são simples e alguns, como, por exemplo: garrafa descartável e balão de aniversário podem ser trazidos de casa pelos alunos.

EXPERIMENTO:

Qual a influência das grandezas de volume e temperatura no comportamento dos gases, quando a pressão não se altera?
--

MATERIAIS

1 garrafa descartável de água mineral (500 mL), 1 balão de aniversário, 2 recipientes de tamanho suficiente para colocar as garrafas mergulhadas em água, água quente (acima de 80°C), água fria.

PROCEDIMENTO

Adapte o balão na garrafa. Mergulhe a garrafa no recipiente com água quente (deixe pelo menos 3 minutos) e observe. Em seguida, transfira a garrafa para o recipiente com água fria (deixe pelo menos 3 minutos) e observe.

OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

Após adaptar o balão na garrafa, essa é colocada em um recipiente com água quente. Dessa forma, observa-se que o balão começa a encher. Já ao transferir a garrafa com balão para um recipiente com água fria, o balão murcha.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

Ao colocar a garrafa com balão no recipiente com água quente, as partículas de ar distanciam-se uma das outras por causa do aumento da temperatura, que provoca o aumento do movimento das partículas.

Ao transferir a garrafa com balão para o recipiente com água fria, os espaços entre as partículas de ar diminuem. Isso ocorre, por causa da redução da temperatura, que provoca a diminuição do movimento das partículas.

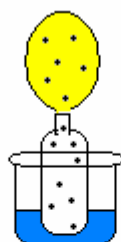
Tais fenômenos ocorrem, porque a energia cinética das partículas é diretamente proporcional à temperatura do gás. Portanto quanto maior a temperatura, maior será a

velocidade das moléculas de um gás e vice-versa. Aumentando a velocidade, se a pressão for constante, o volume ocupado tende a aumentar.

EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL

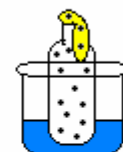


Momento que se adaptou o balão na garrafa.



água quente

Ao colocar a garrafa com o balão, no recipiente com água quente, as partículas de ar distanciam-se uma das outras.



água fria

Ao transferir a garrafa com balão para o recipiente com água fria, os espaços entre as partículas de ar diminuem.

✓ Sugestões de atividades com os alunos

- **Atividade 1** – Realização do experimento: “Qual a influência das grandezas de volume e temperatura no comportamento dos gases, quando a pressão não se altera?”.

Esta prática deve ser realizada pelos alunos. Porém, esses devem observar, bem como analisar os fenômenos, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas pelo professor (a partir da leitura do texto “Uma abordagem histórica sobre a lei dos gases”).

Parte D – Transformação Isocórica

Nesta parte da unidade de ensino procura-se explicar a relação entre a temperatura e a pressão dos gases a um volume constante. Para isso é proposta a seguinte atividade:

1. Realização do experimento “Qual a influência das grandezas da temperatura e pressão no comportamento dos gases, quando o volume não se altera?”.

Esta prática deve ser realizada por grupos de três ou quatro alunos. Entretanto, antes de sua realização, o professor deve enfatizar a relação desta atividade com o contexto do texto da parte A.

EXPERIMENTO:

Qual a relação entre a temperatura e a pressão dos gases, quando o volume não se altera?

MATERIAIS

Tripé, tela de amianto, bico de Bunsen, fósforo, béquer de 1 L (ou recipiente grande), garrafa de plástico de 500 mL, água, manômetro, válvula da bola.

PROCEDIMENTO

Retire a válvula de encher de bolas esportivas e adapte na tampa da garrafa. Acople o manômetro junto a válvula. Coloque a água para aquecer no béquer e deixe ficar morna. Mergulhe a garrafa e observe a medição no manômetro.



Fotos – Sistema construído para representar a transformação isocórica.

OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

Ao acoplar o manômetro na garrafa, esse indicava valor zero. Quando colocada no recipiente quente, o manômetro começou a indicar uma variação no valor da pressão. Após retirar a garrafa da água morna, os valores marcados pelo aparelho decresceram até novamente marcar zero.

INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA

Ao colocar a garrafa acoplada ao manômetro no recipiente com água aquecida, aumentou-se a energia cinética das moléculas dos gases presentes no interior da garrafa e consequentemente houve um aumento na pressão.

INTERFACE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

A lei da transformação isocórica pode ser evidenciada quando um pneu sofre atrito sobre o asfalto quente, durante o deslocamento de um veículo. Dentro do pneu existem moléculas de gases que terão um aumento em sua energia cinética devido ao aumento da temperatura do pneu. Esse fator pode ocasionar o rompimento do pneu uma vez que trata-se de um recipiente fechado no qual o volume é praticamente constante, esse fato é muito observado nas estradas brasileiras.

✓ Sugestões de atividades com os alunos

- **Atividade 1** – Realização do experimento: “Qual a influência das grandezas da temperatura e pressão no comportamento dos gases, quando a volume não se altera?”.

Esta prática deve ser realizada pelos alunos. Porém, esses devem observar, bem como analisar os fenômenos, relacionando-os com as informações previamente trabalhadas pelo professor (a partir da leitura do texto “Uma abordagem histórica sobre a lei dos gases”).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONTI, J. B. *Clima e meio ambiente*. São Paulo: Atual, 1998.

DIAS, S. M.; SILVA, R. R. Perfumes. *Química Nova na Escola*. n. 4, novembro, 1996.

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. *Interações e transformações: química para o 2º grau*. Livro do aluno. Guia do Professor/GEPEC. 5ª ed. São Paulo: Edusp, 1999.

GRUPO DA REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. *Física 2: Física térmica, óptica*. São Paulo: Editora da Universidade de, 1991.

HELENE, E. M.M. *Poluentes atmosféricos*. Série Ponto de apoio. São Paulo: Scipione, 1999.

MAAR, J. H. *Pequena história da química: uma história da ciência da matéria*. Florianópolis: papa-livros, 1999.

NOVAIS, V. L. D. *Ozônio: aliado e inimigo*. Série Ponto de Apoio. São Paulo: Scipione, 1998.

PEIXOTO, E. M. A. Carbono. *Química Nova na Escola*. n. 5, maio, 1997.

_____. Nitrogênio. *Química Nova na Escola*. n. 6, novembro, 1997.

_____. Oxigênio. *Química Nova na Escola*. n. 7, maio, 1998.

ROCHA-FILHO, R. C. *Grandezas e unidades de medidas: o sistema internacional de unidades*. São Paulo: Ática, 1988.

SILVA, I. *História dos pesos e medidas*. São Carlos: EdUFSCar, 2004.

STRATHERN, P. *O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química*. Trad. Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA, R. R. *A atmosfera terrestre*. 2 ed. Reform. São Paulo: Moderna, 2004.

VALADARES, E. C. *Física mais que divertida*. 2ª edição revisada e ampliada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

VANIN, J. A. *Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro*. São Paulo: Moderna, 1994.

VIDAL, B. *História da Química*. Trad. Antônio Filipe Marques. Portugal: Edições 70, 1986.