

LIVROS DIDÁTICOS: OBSTÁCULOS AO APRENDIZADO DA CIÊNCIA QUÍMICA*
I - Obstáculos Animistas e Realistas¹

Alice R. C. Lopes

Coordenação de Análises Químicas - Escola Técnica Federal de Química do Rio de Janeiro - Rua Senador Furtado, 121/125 - Maracanã - 20270 - Rio de Janeiro - RJ

Recebido em 24/7/91; cópia revisada em 15/10/91

We aimed analyse from the epistemological-historical point of view, the teaching of chemistry in Brazil, so we selected 107 didactic books used at high school from period of 1931 to 1990. Gaston Bachelard's epistemology was the theoretical reference for detaching the category of the epistemological obstacle, known as one of the inherent hindrances for the scientific knowledge itself, blocking the comprehension and the development of science. Among the different kinds of obstacles we detached animism and realism. We not only tried to identify examples of these obstacles, but we discussed the reasons of their occurrence.

Keywords: didactic books, Bachelard, epistemological obstacle.

I - INTRODUÇÃO

O livro, enquanto instrumento didático mais importante de nossas escolas, fato atestado por diferentes fontes em diferentes épocas²⁻⁵ tem sido objeto de diversas pesquisas, principalmente no que tange à discussão de seu conteúdo⁴. E nada parece apontar para uma visão positiva de nossa literatura didática, excetuando a constatação de que o sofrível ensino seria ainda pior se não fosse o livro escolar, tal seu poder de penetração e sustentação do ensino⁴.

O mesmo se dá na área de ensino de química, onde diferentes trabalhos^{6,7} revelam o grau de comprometimento entre a má qualidade de ensino e a má qualidade da literatura didática. Erros conceituais e falhas na estrutura metodológica tornam os livros de química eficazes na instrumentalização conceitual de professores e alunos.

Certamente o livro didático, como todo e qualquer texto, não é em si uma obra fechada. Na medida que é utilizado, mantém-se o diálogo leitor-texto ou no caso, professor-aluno-texto, podendo se estabelecer discussões, avaliação e críticas, capazes mesmo de permitir que se faça bom uso de um mau texto. Sem dúvida isso é possível, mas não somos levados a concluir que assim se dê em nossas salas de aula.

Como bem afirmam Freitag et alii⁴, o livro didático não atua como auxiliar do processo de transmissão do conhecimento, mas como modelo padrão, autoridade absoluta, critério último de verdade: parece modelar os professores.

Essa autoridade se sustenta para uma clientela - o professorado - com deficiências de formação capazes de levá-la a entorpecer o espírito crítico e a não desenvolver a capacidade de organizar os próprios métodos de trabalho. O educador, não sabendo bem como ensinar, se orienta para tal atividade através dos livros didáticos⁸, mesmo quando não os adota em suas turmas. Os livros lhe oferecem pronto o que deveria ser por ele preparado: a ordem dos conteúdos, os exercícios, as explicações dos mais variados assuntos. Sem dúvida, somam-se ao quadro as dificuldades notórias do magistério público e privado nacional, por si só geradores de falta de tempo e condições para a atuação no ensino e causador de maior acomodação às facilidades oferecidas pelos livros-textos.

O anverso dessa questão é que o professor escolhe o livro, mas essa escolha não é destituída de condicionamentos. Tra-

ta-se de um desconhecimento da política do livro didático no país julgar ser uma atividade livre o ato de opção por um livro didático. Os grupos que se envolvem nas questões do livro-texto - professores, autores, editores, etc - conformam contornos políticos e institucionais onde se associa diretamente o pedagógico ao econômico⁵.

Os professores são condicionados pela propaganda das editoras, pela própria formação cultural e científica, e pela pequena variedade de títulos existentes no mercado: os livros, em geral, seguem todos a mesma forma. Há quase total inexistência de propostas inovadoras na esfera comercial; a mesmice de colocações, exemplos, estruturas de capítulos e exercícios se contrapõe a qualquer ousadia. A produção não se altera, afirmando atender ao mercado. Estrutura-se uma relação dialética consumidor-livro, onde não parece haver como definir determinante e determinado: as regras do mercado capitalista definem a norma de manter o jogo sem riscos.

Com base nessas premissas, podemos concluir que o conteúdo dos livros didáticos é em grande medida representativo do que é ministrado pelos professores em sala de aula. E dentro desse campo de análise dos conteúdos de química, o referencial epistemológico, cada vez mais valorizado nas pesquisas de ensino de química^{9,10}, merece maior desenvolvimento.

Considerando o grau de conservadorismo existente na visão de ciência dos professores de química no segundo grau¹⁰, partimos para um estudo que desenvolvesse análise epistemológica coerente com a ciência química moderna e, portanto, capaz de fornecer subsídios para a crítica renovadora do ensino de química no nível médio.

Depreende-se daí o porque da escolha do epistemólogo francês Gaston Bachelard enquanto referencial de análise. Nascido no século XIX (1884) e falecido no século XX (1962), Bachelard viveu em um período de grandes conquistas na ciência e de grandes mudanças na racionalidade humana, sabendo bem como interpretá-las. Não para fazer delas monumento cristalizado - as verdades pelas quais o homem sempre trabalhou -, analisando-as segundo estatuto do século XIX, mas, ao contrário, expondo todo seu caráter de rompimento com o conhecimento passado. Em constante crítica ao empirismo, ao cartesianismo e ao positivismo reinantes na ciência, mostra-se ele um filósofo instigante, polêmico e por isso capaz de revitalizar as estruturas do ensino de química no nível médio, tão preso a conceitos que nada mais têm a ver com a ciência de ponta do século XX.

Portanto, as questões que se colocam quanto aos livros di-

* Este trabalho é dedicado à memória da Prof^a Letícia T. de Souza Parente.

dáticos de química são: até que ponto o conteúdo transmitido contribui para a construção de uma cultura científica no estudante? Não obstruiria ele, ao contrário, os canais para o desenvolvimento dessa mesma cultura? Ou seja, como se situa epistemologicamente o conteúdo de química transmitido em nossas escolas através dos livros didáticos?

II - OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Como instrumento teórico nessa discussão foi utilizada a categoria bachelardiana de *obstáculo epistemológico*. Tais obstáculos são entendidos como os entraves, inerentes ao próprio conhecimento científico, que bloqueiam seu desenvolvimento e construção.

Nas palavras de Bachelard¹¹ constatamos ser:

" (...) no ato mesmo de conhecer, intimamente, onde aparecem, por uma espécie de necessidade funcional, os entorpecimentos e as confusões. É aí onde mostraremos as causas de estagnação e até de retrocesso, é aí onde discerniremos causas de inércia que chamaremos de obstáculos epistemológicos."

O conhecimento se obstaculiza no real aparente, na tendência do pensamento preencher, segundo Lecourt¹², a ruptura entre conhecimento comum e conhecimento científico. É a razão acomodada ao continuísmo do já estabelecido, opondo-se ao novo, à retificação dos erros, à constituição de uma razão toda nova. Na medida que conhecemos contra um conhecimento anterior¹¹ - destruindo conhecimentos mal-adquiridos, capazes de estancar o desenvolvimento do conhecimento científico -, a razão na ciência está em constante processo de desilusão.

E ao contrário do que se poderia pensar, os obstáculos epistemológicos nunca são definitivamente suplantados, sempre se manifestam diante de um problema novo, pois no homem atual restam vestígios do velho homem. Por isso o racionalismo deve sempre trabalhar contra si mesmo, contra as sínteses fáceis, as idéias claras¹³. As imposições do olhar, realista por excelência, precisam ser psicanalisadas¹⁴ no combate às imagens primeiras, às analogias imediatas. O conhecimento racional exige rigor matemático, ao contrário do realismo que se prende às imagens visando concretizar o abstrato¹⁵.

Essa crítica, porém, não implica na impossibilidade de utilização de metáforas e analogias na ciência: muitas vezes elas são necessárias, quando construímos modelos e nos expressamos em linguagem não formal. Mas a utilização não pode ser descuidada, existindo apenas para nos fazer esquecer a aridez das fórmulas matemáticas. Nosso espírito não pode se acomodar a elas, mas estar pronto para desconstruí-las na medida que a matematização assim o exigir.

E será o trabalho da razão sobre o objeto, mediada pela técnica, que permitirá ao cientista, atuando sobre o real, afastar-se das imagens. Um trabalho árduo, pois as imagens são sedutoras, já que encontram repouso certo nos arquétipos imobilizados no fundo da alma. Quando a construção de metáforas é descuidada, fruto de associações não trabalhadas nem tampouco racionalizadas, certamente a elas foram transferidos valores sensíveis e primitivos que obstaculizarão a compreensão científica. Serão sempre traduções grosseiras do conhecimento científico: sobre ele nada dizem, mas, o que é pior, produzem a crença de conhecimento, a impressão de que se compreende. As imagens são a simplificação à qual se agararam os espíritos preguiçosos e que nelas têm o duplo desejo satisfeito: o de compreender e o de ver revelado no conhecimento seus próprios sonhos não psicanalisados.

Dáí Bachelard¹⁶ afirmar que o sábio deve se recusar a personalizar o conhecimento, seu esforço incessante deve ser o de socializar suas convicções. Em um conhecimento, a soma

das convicções pessoais nunca deve ultrapassar a soma das convicções racionais. O homem noturno¹⁷ não deve se confundir com o homem diurno, ao contrário, deve aceitar uma dupla vida, a dupla base de uma antropologia completa¹⁸, onde o que é positivo no campo da imaginação - a metáfora -, se torna negativo no mundo da ciência.

E sobretudo por se considerar muito mais professor do que filósofo¹³, Bachelard não deixou de manifestar a constante preocupação com o ensino de ciências, sendo a categoria de obstáculo epistemológico o eixo central de suas idéias pedagógicas¹⁹.

"A noção de *obstáculo epistemológico* pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação. Em um e outro caso, este estudo não é cômodo. A história, por princípio, é com efeito hostil a todo juízo normativo. Não obstante, é preciso se colocar em um ponto de vista normativo, caso se queira julgar a eficácia de um pensamento."¹¹

A análise dos obstáculos epistemológicos na prática da educação química, através dos livros didáticos, visa efetivamente contribuir para que se suplante o que Bachelard denomina obstáculo pedagógico: o fato do professor não compreender porque o aluno não compreende. Não sendo o aluno tábula rasa, é preciso que ultrapassemos os obstáculos epistemológicos existentes em seu conhecimento prévio a fim de promover a aprendizagem através de um processo de mudança de cultura. Todo ensino precisa ser iniciado com uma catarse intelectual e afetiva capaz de psicanalisar o conhecimento objetivo do educando¹¹.

Se, ao contrário, o professor desconsidera os conhecimentos prévios do aluno ou, o que é mais preocupante, reafirma os erros existentes nas concepções do senso comum, a aprendizagem não tem como se construir.

Assim sendo, a vigilância sobre o processo educativo deve ser constante, pois as dificuldades da pedagogia elementar atualizam minuciosamente os antigos erros da história das ciências²⁰, exigindo do mestre a postura de eterno aprendiz para superação dos obstáculos à compreensão do conhecimento científico.

III - MÉTODOS E OBJETOS DE PESQUISA

Esta pesquisa¹⁹ foi elaborada tendo por base 107 livros utilizados no ensino secundário de química no Brasil no período de 1931 a 1990. A escolha da demarcação inicial em 1931 se deve ao fato de ser esse o ano a partir do qual se iniciou a organização de um sistema de ensino envolvendo programas e diretrizes comuns para o país.

Dentro dos limites desse intervalo de tempo, englobam-se quatro reformas de ensino: Reforma Francisco Campos, Lei 19890 de 18 de abril de 1931; Reforma Gustavo Capanema, Lei 4244 de 09 de abril de 1942; Lei 4024 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 20 de dezembro de 1961 e Lei 5692 de 11 de agosto de 1971.

Constatamos, porém, que a força das diretrizes legais sobre o conteúdo possui características diversas no período até 1962 e no período posterior. As reformas Campos e Capanema, profundamente diretrizes, especificavam os conteúdos a serem ensinados, item por item, e os livros seguiam fielmente o padrão oficial. As reformas de 61 e 71, ao contrário, permitem a maleabilidade do currículo. Assim sendo, o período da LDB se caracteriza pela maior diversidade de livros: alguns permanecem seguindo Capanema, com pequenas alterações na ordem dos conteúdos, outros já apresentam as modernas teorias de ligação química, influenciados que são pelo movimento de renovação do ensino de ciências. Mas como a lei do mercado

é, em última instância, o que dita as regras, aos poucos se estabelece um processo de homogeneização, chegando-se à Reforma 5692 com os livros se assemelhando muito entre si.

Nesta pesquisa não estabelecemos nenhum limite a priori do conteúdo a ser investigado, englobando-se portanto, livros das três séries da segunda fase do ensino secundário (atual segundo grau).

A escolha dos livros foi aleatória, procurando-se apenas obter distribuição razoavelmente equitativa por série e anos. Por razões óbvias, os livros mais antigos foram os mais difíceis de serem conseguidos, tendo sido necessário um levantamento junto a bibliotecas e livrarias especializadas em livros antigos (sebos). Ao final totalizamos 41 livros do período até 1961, inclusive, e 66 livros do período posterior. Ao contrário do período atual, nos períodos anteriores a 1960 os títulos não se multiplicavam em demasia, havendo sucessivas edições de um mesmo livro, levando-nos a concluir que o menor número de exemplares não prejudicou a amostragem.

Os livros escolhidos para a pesquisa não possuem a garantia de terem sido os mais utilizados nas escolas. Alguns autores, cujas obras obtiveram até quase trinta edições sucessivas, certamente possuem ou possuíram larga aceitação nas salas de aula. Porém o mesmo não se pode dizer de livros cujos autores são de menor renome, ou que sequer apresentam o número de edição. Contudo, essa consideração mostrou-se irrelevante. Os livros, quando publicados, evidenciam em alguma medida pensamentos comuns, orientações metodológicas e epistemológicas, incorporam-se ao conjunto do pensamento pedagógico de uma época. Esse pressuposto se mostrou perfeitamente válido, na medida em que os livros de um dado período, em seu conjunto, não apresentam alterações significativas.

Assim sendo, dentro os livros pesquisados, é possível se encontrar tanto aqueles que atravessaram três reformas consecutivas com poucas alterações²¹, quanto edições do próprio autor²². Podemos afirmar, portanto, que o material analisado representa com bastante fidelidade a linha de pensamento químico predominantemente transmitida aos alunos nos últimos sessenta anos. E junto a esse material avaliamos a evolução dos obstáculos epistemológicos no ensino de química.

Visto que obstáculos epistemológicos não são objetos contabilizáveis, a pesquisa se processou ao nível da identificação e interpretação. E neste artigo apresentamos as principais discussões elaboradas¹⁹ sobre diferentes conteúdos de química do ensino de segundo grau.

IV - OBSTÁCULOS ANIMISTAS

Segundo Bachelard¹¹, o animismo obstaculizou as ciências físicas, notadamente nos trabalhos do século XVIII, ao privilegiar o corpo humano e os fenômenos vitais, autorgando-lhes um valor superior na hierarquia fenomenológica, fazendo a vida transcender ao domínio que lhe é próprio.

A palavra vida é uma palavra mágica, magia facilmente associável ao calor, à eletricidade, ao movimento, ao que se mostra ativo e impulsionador¹¹. Fenômenos como o magnetismo e a eletricidade, estudados de maneira incipiente, eram essencialmente obstaculizados pelo animismo, pois seu caráter de atração e repulsão de corpos, a energia a eles associada, tendiam a ser explicados por algum princípio vital. Havia mesmo quem defendesse que um fenômeno tão maravilhoso como a eletricidade, considerado o princípio básico da natureza, deveria ser denominado *vivacidade*²³.

Esse tipo de obstaculização, provocada pela presença do fetichismo da vida na concepção de ciência do próprio autor, é freqüente nos livros do período de vigência das Reformas Campos e Capanema. Como a ciência química ensinada é essencialmente descritiva, distante da atividade racionalista do novo espírito científico, torna-se marcante a influência do período pré-científico²⁴. As prioridades ou conceitos físicos apresentados são dotados de vida e as embrionárias tentativas

de explicação são carregadas de metáforas tendo por base o ser vivente.

A reação química, para o químico realista, se associa a um processo digestivo, o processo que dissipa a avidez das substâncias. Em visto disso, o conceito de afinidade - maior ou menor "avidez" de uma dada espécie por outra - sempre esteve associado a obstáculos animistas.

Historicamente o conceito de afinidade foi introduzido na química por Boerhaave, em 1773, sendo definida como a força em virtude da qual os corpos se combinam. O conteúdo animista dessa "força" era explícito, na medida que era comparada à atração sexual. Posteriormente o conceito foi sendo retificado, primeiro por Berzelius com a fila de eletropositividade e, mais recentemente, com os trabalhos na área de termodinâmica e ligação química.

Não obstante, os livros didáticos de nosso século apresentam forte conotação animista no trato da afinidade, confirmando o distanciamento existente entre a ciência ensinada e a ciência produzida.

"Considere-se, por exemplo, a combustão do magnésio: como se sabe, ela somente se realiza quando aquecido o metal. O aquecimento tem por fim, neste caso, *despertar a afinidade* do magnésio para o oxigênio que, a frio, não se manifesta."²⁵

Antes de tudo temos o equívoco do autor em considerar que, sem o aquecimento, a reação entre magnésio e oxigênio não ocorre - se esta não ocorresse, como explicar a presença de camadas de óxido sobre as fitas de magnésio? Fica estabelecida a confusão entre o fato do processo ser termodinamicamente favorável - possuir constante de equilíbrio alta - e cineticamente desfavorável - possuir velocidade baixa. Por outro lado, o autor enfatiza a visão anímica da afinidade: algo a ser despertado pelo calor, quase um sentimento de desejo interiorizado, necessitando de estímulo para se manifestar.

E o calor, um dos símbolos máximos da vida, permite despertar afinidades as mais profundas.

"A energia calorífica é a chave mágica com que se poderá abrir o recinto ainda intransponível da *transmutação da matéria*; é, portanto, o talismã com que se poderá tornar realidade o sonho dos alquimistas."²⁶

Notamos aqui o equívoco de considerar a transmutação artificial dos químicos uma realização dos objetivos alquimistas. E sem dúvida o autor desconhecia que a primeira transmutação artificial já havia sido feita por Rutherford em 1919, não sendo para isso utilizado o calor.

Contudo, o mais significativo se encontra na supervalorização da energia calorífica, o talismã, chave de recintos intransponíveis. O intenso fetichismo sobre a energia é capaz de fazê-la assumir espaços antes delegados à vida.

"É toda a Babel formidável do universo a se manifestar pelo movimento, pela luz, pelo calor, pela eletricidade, pelo magnetismo! E qual será a mola mágica e oculta, capaz de desencadear toda esta série maravilhosa de fenômenos? É a *energia*."²⁷

Sem esforço algum, o termo energia poderia ser substituído pelo termo Deus, não sendo necessário conferir maior fervor.

Por sua vez, impedindo a compreensão físico-química da catálise, constata-se o mesmo obstáculo animista incorporado à afinidade.

"O poder catalítico parece consistir, essencial-

mente, no fato de que certas substâncias são capazes de pôr em ação afinidades adormecidas, não pela sua própria afinidade, mas unicamente, pela sua presença."²⁸

Concepções como essas bloqueiam processos de racionalização dos fatores que influenciam as reações, podendo eles ser encaradas apenas como "verdadeiros excitantes da atividade reacional".²⁹

Dado o caráter tipicamente pré-científico dos obstáculos animistas, seria de se esperar que houvesse maior incidência dos mesmos no período anterior a 1960, antes da inovação educacional e da entrada de conteúdos mais abstratos como estrutura atômica e ligações químicas. Contrariamente a isso, constatamos ser na década de 60, principalmente após 68, que o animismo adquire maior força.

Após 68, os obstáculos animistas não são mais fruto, necessariamente, da presença do espírito pré-científico na visão de ciência do autor do livro. Sendo intencionalmente utilizados, visam atingir o aluno, obter a "compreensão" dos conceitos, compreensão essa avaliada como a capacidade de resolver exercícios objetivos. Com o crescimento da preocupação didática, acaba-se por desenvolver o didatismo equivocação, o qual visa a todo custo atrair e motivar os alunos.

À medida que a abstração aumenta, exatamente pela entrada dos conteúdos da atomística mais moderna, a busca do real é mais forte. O professor quer tornar os conceitos acessíveis aos alunos, nem que para isso tenha de distorcê-los a ponto de nada mais terem em comum com a ciência. Com os recursos anímicos, exatamente pela ponte que permitem construir entre o conhecimento do aluno e o conhecimento científico, torna-se mais fácil a operacionalização de conceitos, sem nenhuma necessidade de entendimento.

Porém, enquanto esforçados mestres repetem as metáforas dos livros, julgando com isso fazer da ciência algo de fácil entendimento, os alunos dela se afastam pois sentem a total falsidade do que lhes é ensinado. Não poderia ser diferente se, após todas as teorias deste século sobre a ligação química, os livros didáticos ainda falam de amor entre os átomos...

Em Braga e Silva³⁰, a figura que introduz o capítulo de ligação química apresenta, de maneira aparentemente despreziosa, a cena de amor entre dois gnomos menores que um tubo de ensaio, em meio à vidraria laboratorial.

A intenção parece ser a de ilustrar o assunto com uma imagem agradável e divertida, um gracejo em meio à aridez das fórmulas químicas, nada que faça parte do conteúdo. Mas aí já se encontra embutida a concepção anímica para a ligação química. Foi gratuita a escolha da cena de amor, exatamente para esse capítulo?

Colocações como essa, ao limbo da teoria propriamente dita, não são as mais comuns. Muitos autores após 60 fizeram do uso sistemático do animismo o principal recurso didático. Como maiores representantes desse grupo temos: Ricardo Feltré, Setsuo Yoshinaga, Antonio Lembo, Edegar Mateus e Antônio Sardella, os quais vêm produzindo, sozinho ou em parceria, livros de larga aceitação no mercado.

Em tais autores, quanto maior a abstração conceitual, a distância entre o real e o racional, maior a busca pela concretização animista. Por isso, os assuntos referentes à estrutura atômica e ligação química se encontram entre os que mais são obstaculizados pelo animismo.

Em Feltré e Yoshinaga³¹ as representações de átomos pelo modelo de camadas são acompanhadas por bonecos que expressam "os sentimentos" dos átomos: o hélio afirma viver em paz, o neônio se diz feliz, enquanto o sódio e o cloro se mostram acobalhados e tristes.

Como claramente os autores expressam, o objetivo é a fixação da regra do octeto. Outra coisa não se poderia esperar, já que não há desenvolvimento racional. Os bonequinhos chamam muito mais a atenção dos alunos do que os modelos de

camadas - os quais, ainda que limitados, são modelos racionais -, invertendo-se a ordem de prioridades.

Pelo desenho apenas podemos concluir que a ligação química existe para satisfazer átomos carentes, com toda a carga humana possível para tal conceito.

Igual artifício usam Lembo e Sardella³². A ligação química é essencialmente traduzida como a forma de resolver a "infelicidade" dos átomos. Afinal, alguns não tiveram a boa sorte de "nascer" estáveis, com "bom aspecto", "nobres": ou lhes faltam elétrons ou têm elétrons incômodos. Os autores se encarregam, portanto, de contar a história do "casamento" entre o sódio e o cloro.

Tudo se passa como se houvesse um grande acordo entre os átomos, mediado pela mãe Natureza, que, no dizer dos autores, é como toda mãe comum: gosta das coisas em ordem. Além de não haver nenhuma contribuição para o conhecimento da ligação química, ainda se cristalizam conceitos errados, induzindo ao entendimento de que um único átomo de sódio e um único átomo de cloro formam a substância cloreto de sódio.

Nesse desenvolvimento o octeto não é concebido como regra aplicável dentro de certos limites, mas como o ideal maior da "vida" de qualquer átomo. Não possuir os oito elétrons na última camada é no mínimo sinal de "desprestígio na sociedade atômica". Como afirmam Lembo e Sardella, através do desenho de uma molécula de água, "a vida com estabilidade é outra coisa"³³.

Com os recursos animistas, as ligações são "explicadas" na base do empréstimo, da doação³¹ e do condomínio de elétrons³⁴. Os átomos se dividem entre os que gostam e os que não gostam de elétrons³⁵, pois afinal "só ocorre ligação iônica quando se encontram um átomo com 'vontade de perder' elétrons e outro átomo com 'vontade de receber' elétrons"³⁶. Ao contrário dos gases nobres, os metais e os ametais são "os eternos insatisfeitos"³⁷.

A crença nos aspectos didáticos do animismo é tão grande que, mesmo quando algum livro aborda a questão energética, buscando transmitir a ligação química por parâmetros racionais, não a faz sem lançar mão de recursos animistas. O pitoresco e banal se sobrepõem ao conhecimento científico.

Circunscrito ao tema ligação, ainda há o caso de autores usarem como recurso explicativo a ideologia dominante: há sempre um preço social a ser pago pela estabilidade e pela nobreza e, no âmbito dos livros didáticos, os átomos não se diferem dos homens nem quanto a esse aspecto.

"Como se portam as pessoas na sociedade? Apresentam-se da melhor maneira possível, com o objetivo de conseguirem um bom emprego, um destaque social, enfim, uma certa estabilidade.

De modo semelhante, os átomos dos elementos que não são nobres querem ter um 'aspecto' de nobre, isto é, procuram ficar com aparência de gás nobre, ou, em última análise, pretendem adquirir estabilidade química."³⁸

Nenhum conhecimento químico se extrai do texto e como lição de vida fica a visão de mundo dos autores: para subir na vida, quem não é nobre, ao menos tem que aparentar nobreza.

Dessa maneira, há ênfase apenas no caráter operacional das ligações químicas - montagem de fórmulas -, remetendo-se os alunos ao desconhecimento de estrutura molecular.

V - OBSTÁCULOS REALISTAS

Para Bachelard¹¹, o realismo é a única filosofia inata, aquela que orienta o pensamento do senso comum, sendo capaz de constituir a ciência do geral, do superficial.

O realista supervaloriza suas impressões tácteis e visuais, lidando com o objeto com a voracidade do homem faminto frente ao alimento. Seus olhos e suas mãos digerem o objeto, fazendo dele a razão de ser do conhecimento. De tal forma, não ultrapassam o dado imediato e concreto, o conhecimento de primeira instância. A razão do realista não encontra espaço para se aplicar, pois todo seu ser resiste à abstração.

Não se deve concluir daí que, no universo bachelardiano, o conhecimento se situa oculto no objeto, a verdade estando no inexplorado, já que não se situa no evidente.

Sem dúvida o conhecimento científico é um conhecimento de segunda aproximação, contudo não se encontra pronto na natureza, aguardando o momento da revelação. Trata-se, ao contrário, de uma construção exigindo a aplicação da razão à técnica, fruto de constante processo de elaboração, não estando, portanto, oculto. O conhecimento não está no objeto, mas se produz por consecutivas retificações dos dados primeiros.

Para o realismo, sim, o melhor e o de mais valor é o mais oculto, havendo supervalorização do objeto: nele se encerra o conhecimento, o qual precisa apenas ser apreendido.

Diferencia-se, assim, o realismo ingênuo, imediato, associado ao conhecimento comum, do realismo construído, próprio do materialismo técnico da ciência.

Exatamente por se mostrar refratário à marca humana racional, o realismo ingênuo se constitui em obstáculo ao desenvolvimento do conhecimento científico. Mantendo o pensamento preso ao dado primeiro, bloqueia as retificações que compõem a essência mesma da construção científica. Por outro lado, tende a superpor metáforas quando diante do conhecimento abstrato. Se ao realista não é fadado o direito de tocar com as mãos o objeto, ao menos deseja constituir imagens que lhe permitam vê-lo. E nesse processo o real construído é distorcido em nome do real factual.

Dentro da concepção realista, conhecer um objeto é poder descrevê-lo, apresentar suas propriedades, encaradas como fundamentalmente intrínsecas a ele. Por extensão, enfatiza-se o olhar como sentido humano mais importante, o olhar que permite a percepção superficial, considerada por si só como conhecimento.

Apresentar conceitos racionais como formas a serem descritas é então a grande estratégia pedagógica do realista, que com isso apenas transmite o engano e o equívoco. Isso acontece porque o realista sofre o mal da generalização apressada, inadequada. Em sua ânsia de formular leis gerais para diferentes fenômenos, se apóia apenas sobre os dados dos sentidos. E a descrição do aspecto geral mascara e obstaculiza a compreensão dos aspectos matemáticos dos fenômenos.

Nos livros didáticos anteriores a 60 é mais acentuado o realismo enquanto concepção científica dos autores. Conforme foi colocada na discussão do animismo, há maior influência do período pré-científico.

O indicativo para tal encontra-se no primado do descritivismo: para o realista, como já afirmamos, descrever constitui conhecer. Quase 65% do conteúdo dos livros referentes ao período da Reforma Campos corresponde à mera enunciação de propriedades das substâncias e métodos de obtenção. A teoria é apresentada sem conexão com os fatos. Durante a vigência da Reforma Capanema o descritivismo diminui, mas ainda assume na primeira série cerca de 45% do total de conteúdos, reduzindo-se para 20% na terceira série³⁹.

Após 60, o descritivismo perdeu sua força, mas ainda permanece a identificação de uma substância traduzida como mero reconhecimento de características: reconhece-se sem sequer devidamente conhecer.

"Nos reconhecemos que uma substância é pura (...) pelas propriedades que a substância nos apresenta.

Façamos uma comparação. Como nós reconhe-

ceamos, na rua, uma conhecida ou um parente? Evidentemente pelas características dessa pessoa como sexo, estatura, fisionomia, cor da pele, cor dos olhos, etc.

Analogamente, nós reconhecemos uma substância química por suas propriedades características como cor, brilho, cheiro, etc."⁴⁰

Constata-se por esse texto que a descrição da substância é encarada da mesma maneira que a identificação de pessoas e objetos na nossa vida diária, estabelecendo-se assim a continuidade com o senso comum. A técnica e a teoria que viabilizam a identificação simplesmente são omitidas, como se fosse possível a qualquer pessoa identificar dada substância pelo mero reconhecimento de algumas características.

Coerentemente com a acentuada presença do realismo descritivismo até 60, os aspectos da físico-química são os menos explorados nos livros didáticos. Afinal, a matematização é pouco desenvolvida. Nos livros da Reforma Campos, a físico-química sequer é incluída como subdivisão da química. Tem-se a química descritiva (englobando química orgânica e química inorgânica) e a química geral enfocando as chamadas grandes teorias da química, desde atomística até princípios de físico-química.

Os obstáculos realistas se apresentam, portanto, na medida que o racionalismo é pouco desenvolvido.

Outra característica presente no ensino, própria do realismo, é a de não conceber a propriedade química como fruto da relação entre as partículas das substâncias, encarando-se assim que qualquer parte do todo possui propriedades idênticas ao próprio todo.

É o que constatamos ao pesquisarmos a definição de molécula em 46 livros dos últimos 60 anos. Desse total, 41% apresentam a definição ingênua: "molécula é a menor parte da substância que ainda conserva suas propriedades".

Faccini²⁷, Carvalho⁴¹ e Braga e Silva³⁰ - notadamente em épocas bem diversas - chegam a apresentar esquemas semelhantes para o desenvolvimento da noção de átomo: a substância composta de átomos representados por pequenas esferas vai sendo subdividida até a menor fração.

Para o realista, a realidade material do objeto é dotada de tal monotonia que a subdivisão em nada altera as características substanciais: dois ou três átomos de alumínio aglomerados, ou mesmo um átomo, é tão igualmente alumínio quanto barras do metal. Não importam as interações da ligação metálica; no sonho realista, qualquer parte está ao alcance de suas mãos.

Até 1960, a atomística era ensinada, preponderantemente, pelo modelo de camadas: modelo de Rutherford ou, em alguns casos, Rutherford-Bohr. A imagem do núcleo atômico como pequeno sol estava presente no pensamento de alunos e professores.

"O átomo é assim imaginado como um verdadeiro sistema solar em miniatura, no qual o Sol é representado pelo núcleo positivo e os planetas pelos elétrons negativos."⁴²

"Assemelha-se, assim, o átomo ao sistema solar: o núcleo representaria o sol do sistema e os elétrons da coroa representariam os planetas satélites, gravitando em diversas órbitas."⁴³

"(...) para que estes elétrons não caíam sobre o núcleo positivo que os atrai, é preciso admitir que, à semelhança dos planetas, girem em torno do núcleo com velocidade suficiente para que sua força centrífuga equilibre a atração central."⁴⁴

Os autores não parecem sequer capacitados a decidir se é o átomo que representa o sistema solar ou se é o inverso, havendo total transposição do macro ao submicro. Os elétrons, comumente denominados satélites, estão gravitando em torno do núcleo, sem haver preocupação com o fato de ser impossível a força gravitacional atuar em corpos de massa tão pequena. Nos dois primeiros autores não há qualquer referência ao fato das partículas subatômicas serem dotadas de carga: já que o objetivo é proceder a comparação pura e simples, sem questionamentos, as disparidades são desconsideradas. Já no terceiro autor, a inclusão das cargas não o impede de enxergar semelhanças com os planetas: deve haver a grande velocidade para compensar a atração. Entretanto, é importante ter-se em mente que tal conclusão está completamente em desacordo com a física clássica, fato bem conhecido por Rutherford, elaborador desse modelo. E muito mais conhecido ainda no ano de 1947 (ano de edição do livro), mais de trinta anos após Bohr ter instituído as bases da mecânica quântica. Portanto, o que os autores fazem, antes de tudo, é difundir inverdades em nome de uma metáfora atraente a seus olhos.

A penetração da metáfora do microcosmo atômico permanece nos anos seguintes^{29,45}. Mesmo autores que discutem princípios quânticos não se furtam a apresentá-la. Nehmi⁴⁶, que no volume 4 de sua coleção discute exclusivamente atômica, com detalhes sobre a teoria quântica, afirma no volume 2 que a estrutura atômica é análoga ao sistema solar: "o núcleo faz o papel de Sol e os elétrons fazem o papel de planetas"⁴⁷.

O átomo assume contornos ainda mais realistas quando sua estrutura é apresentada em um modelo estático, pronto para a ligação química, esquema de encaixe perfeito.

Em diversos autores^{25,27,31,43,48,49} os átomos são representados como sistemas planetários, havendo nas órbitas dos elementos que apresentam maior tendência a receber elétrons, desenhos de espaços vagos. Os espaços vagos são denominados valências negativas e os elétrons, valências positivas. Acrescentam-se, inclusive, textos em termos semelhantes aos descritos abaixo:

"Como se acham unidos por exemplo os dois átomos de cloro (Cl) em Cl₂? Assim se admite: cada átomo de cloro tem sete elétrons em sua órbita superficial e, portanto, um lugar vago. Os dois átomos de cloro se unem então de modo que cada átomo preencha, com um de seus elétrons superficiais, o lugar vago do outro."⁵⁰

Também no trato da ligação química o esquematismo se acentua com o passar dos anos. À medida que a abstração se acentua, os autores buscam as metáforas enquanto estratégia didática.

É o caso de Feltre e Yoshinaga⁵¹, referindo-se aos átomos como "bolinhas" e apresentando a ligação química por meio de um sistema de pinos e encaixes. As valências positivas são os pinos e as valências negativas, os encaixes: "os átomos que possuem 'pinos' (...) devem, normalmente, se unir a átomos que possuam 'encaixe', com toda conotação subjetiva que possa ser transmitida ao termo *normalmente*."

Comprovando a grande defasagem existente entre a ciência e o ensino, os princípios da mecânica quântica passam a ser discutidos nos livros didáticos no início da década de 50. Os autores assumem, contudo, a perspectiva de conferir aos princípios quânticos caráter de continuidade em relação à física macroscópica; reduzem seu caráter revolucionário transmitindo-os sobre bases realistas em nome de um questionável didatismo.

No final da década de 60 e no início da de 70, inicia-se um processo sistemático de incorporação de informações e dados referentes à mecânica quântica ao conteúdo do segundo grau, existindo algumas publicações referentes apenas à ato-

mística^{31,47}. Trata-se de um corte nítido em relação ao tratamento convencional dado à estrutura atômica e à ligação química até então, levando-se algum tempo para que fossem definidos quais desses conteúdos deveriam ser abordados na escola secundária.

Porém, como o estatuto epistemológico dos conceitos não se modifica, o realismo ingênuo encontra grande espaço, dada a abstração dos temas abordados.

Assim, para o aluno de segundo grau no início da década de 90, a mecânica quântica nada tem de extraordinário, e às vezes nem de difícil. As leis ponderais de Lavoisier e Proust assumem caráter mais problemático para os estudantes do que os números quânticos ou o princípio de Heisenberg. Exatamente porque estes são transmitidos cercados de metáforas realistas que distorcem seu significado. Em outras palavras, o que os alunos pensam ser mecânica quântica nada mais é que um conjunto de erros e conceitos prontos para serem operacionalizados.

O tratamento clássico conferido à mecânica quântica pelos livros didáticos atinge diretamente as noções de forma, velocidade e espaço. Vejamos alguns conceitos de orbital:

"O termo orbital foi mantido com o sentido de indicar a *forma geométrica da onda estacionária*."⁵² (grifos nossos).

"Em função da velocidade do elétrons e do raio do átomo *podemos imaginar figurativamente que cada elétron encontrar-se-ia praticamente ao mesmo tempo em todos os pontos de uma superfície que envolve* ou seja nas proximidades do núcleo do átomo."⁵³ (grifos nossos).

"Orbital é uma *superfície de carga negativa*, formando parte da eletrosfera do átomo, em que *cabem dois elétrons de spins contrários*."⁵⁴

Maior honestidade científica existiria se, no caso das duas primeiras citações, fossem discutidas suas limitações, mesmo afirmando ao aluno que no futuro ele pode vir a precisar de uma definição diferente, que ressalte os aspectos matemáticos do termo orbital - resposta da resolução da função de onda para um elétron. A terceira definição, infelizmente, envereda sobre um completo equívoco.

Os livros mais recentes tratam o orbital com imagens ainda mais realistas, inclusive utilizando seguidamente ilustrações. Feltre e Yoshinaga³¹ se referem ao beija-flor sendo fotografado no ninho como modelo para compreensão do orbital. Juntando-se as fotos perceberemos haver regiões onde é maior a probabilidade de se encontrar o pássaro. Já em edição posterior⁵⁵, os mesmos autores utilizam a imagem da foto do beija-flor tirando mel de uma flor: no local das asas apenas perceberemos uma mancha, devido à velocidade de deslocamento das asas. Somam a essas, as imagens da corda de violão e do menino na escola: a escola é o orbital do menino. Nesse caso, com imagens diferentes, os autores abordam pontos diversos: no caso do beija-flor pode-se discutir a idéia de velocidade e no caso do aluno na escola a idéia de posição, mas isso não é ressaltado pelos autores. A apresentação do modelo é feita sem que se saliente o que se busca demonstrar com ele e no que ele se distancia do modelo racional.

Em Sardella e Mateus⁵⁶, a distribuição eletrônica assume realismo mais exacerbado, modelo onde a noção de localização é mais acentuada. O menino distribuindo as bolas pelas caixas representa o que os alunos aprendem a fazer com os elétrons: encaixam conforme os números permitidos nas camadas. Não sabem porque o fazem: repetem simplesmente as regras do jogo. Em nenhum momento lhes é explicado como as regras se constituem e, o que é mais importante, a variabilidade dessas regras.

Supostamente, o livro reforça o jogo, tornando o ensino atraente. Em verdade, o lúdico existente no racional se apaga pelo dogmatismo realista.

Sobre o orbital os autores acrescentam:

"Se você fosse um elétron, a sala onde você está e na qual você pode ocupar qualquer carteira, seria o seu orbital; o andar do prédio o seu subnível, e o prédio seria o nível."⁵⁷

Incoerentemente, os autores em seguida colocam que os subníveis no interior de um nível e os orbitais no interior de um subnível devem ser compreendidos sem serem imaginados. Se apenas são oferecidas imagens vazias de raciocínios, como esperar que o aluno compreenda sem imaginar?

Outros tópicos de extrema dificuldade para o professor, e por isso mesmo se apresentando como terrenos férteis para as metáforas do realismo ingênuo, são os conceitos básicos da mecânica quântica, tais como o caráter ondulatório do elétron, a teoria dos quanta, a emissão de radiação e as partículas subatômicas. Os autores diante de tais temas trabalham fundamentalmente segundo conceitos da mecânica clássica ou mesmo do senso comum, obstaculizando a compreensão do que há de mais importante: a ruptura entre a física newtoniana e a física não-newtoniana.

Na discussão sobre o comportamento dual das partículas submicroscópicas, a impossibilidade de forjar uma imagem concreta leva a considerações tais como:

"Se você tentar imaginar uma bolsa de futebol ou mesmo um grão de poeira associado a uma onda, poderá achar tudo confuso.

Mas o fato é que no mundo atômico as partículas possuem um comportamento duplo de partículas e onda.

Isto pode ser provado em laboratório."⁵⁸

Utiliza-se como argumento de poder a prova empírica, já que nada se consegue explicar, cometendo-se inclusive erros como os de colocar a idéia de comportamento duplo para o elétron, fazendo o aluno pensar em algo que ora é, ora não é, e não como a unidade diferenciada, nem partícula nem onda.

Outro exemplo de realismo ingênuo utilizado para "explicar" algo que não precisa ser abordado se encontra em Nabuco e Barros³⁷. Na discussão da estabilidade nuclear, os autores se referem aos mésons e para tanto utilizam a imagem do jogo de tênis: próton e neutron jogam tênis tendo o méson como bola. O que o aluno pode aprender com essa metáfora? Para o entendimento das forças nucleares a discussão precisaria ser muito maior, partindo-se do porque de se haver pensado na sua existência, discutindo-se as limitações das forças eletromagnética e gravitacional no campo nuclear.

IV - CONCLUSÕES

Podemos concluir que o apelo às imagens fáceis, capazes de permitir ao aluno associação imediata com as idéias que lhe são familiares, mostra-se então como o caminho preferido dos livros didáticos. Não há problematização dos conceitos, nem tampouco o desenvolvimento do raciocínio do aluno. Mais uma vez, o único objetivo alcançado é a consolidação do senso comum. Transmite-se apenas a sombra da ciência, imprecisa e vaga.

Imerso em imagens aliciantes o aluno, sem dúvida, pode chegar a resolver devidamente alguns exercícios, porém sem que haja real modificação de sua capacidade de compreender, sem que em nenhum momento se coloque em crise sua visão de mundo. Ou seja, trabalha-se pela sua permanência junto às ilusões e os primeiros erros.

Em vista disso, argumentar em favor das imagens, fazendo

referência à incapacidade dos alunos do segundo grau para abstrair, é equivocado. Ensinar ciência não é tarefa fácil que consista em tornar acessíveis aos alunos os conceitos científicos: ao contrário, precisamos desenvolver o raciocínio de forma a empreender mudanças na cultura do aprendiz. Não obstante, se determinados conceitos exigem excessiva abstração, o melhor é que não sejam desenvolvidos, ao invés de fazê-lo de maneira tosca e distorcida.

Todas essas cómodas imagens apresentadas já provocam inúmeros malefícios quando construídos pelo próprio aluno, buscando acomodar o conhecimento desconexo a sua razão. É o que acontece no ensino de racionalização mal-feita, incapaz de fornecer argumentos para o aluno modificar sua razão e aprender. Contudo, mais prejudiciais tais imagens se tornam quando são apresentadas pelo próprio livro.

O livro e o professor-autor são detentores de poder social; a palavra escrita, ainda mais a palavra do mestre, adquire estatuto de verdade pelo simples fato de estar registrada e publicada. Por conseguinte, os obstáculos epistemológicos apresentados ganham credibilidade junto aos alunos, consituindo um conjunto de idéias pseudo-científicas.

Não estranhemos, portanto, quando nossos alunos não aprendem. Antes assim: os espíritos ao menos se rebelam diante da fragilidade dos princípios e de tamanha desrazão.

REFERÊNCIAS

1. Extraído da tese de mestrado, de mesmo nome, elaborada sob orientação do Prof. José Américo Motta Pessanha, co-orientação da Profa. Leticia T. de Souza Parente e defendida em 10 de dezembro de 1990, pelo Instituto de Estudos Avançados da Educação - IESAE - FGV - Rio de Janeiro.
2. Lessa, G.; Rev. Bras. Ped. (1958), 29, 118.
3. Albuquerque, F.; Rev. Bras. Est. Ped. (1976), 61, 218.
4. Freitag, B.; Motta, V.; Costa, W.; "O Estado da Arte do Livro Didático no Brasil", INEP, Brasília, (1978).
5. Oliveira, J.B.A.; Guimarães, S.D.P.; Bomény, H.M.B.; "A Política do Livro Didático", Summus/Unicamp; São Paulo/Campinas (1984).
6. Schnetzler, R.P.; "O Tratamento do Conhecimento Químico em Livros Didáticos Brasileiros para o Ensino Secundário de Química de 1875 a 1978", tese de mestrado, Unicamp; Campinas (1980).
7. Mortimer, E.F.; "O Ensino de Estruturas Atômicas e Ligação Química na Escola de 2o. Grau; Drama, Tragédia ou Comédia?", tese de mestrado, UFMG; Belo Horizonte (1988).
8. Mazzotti, M.A.; "O Livro Didático como Categoria de Investigação Escolar", tese de mestrado, UFSCar; São Carlos (1986).
9. Parente, L.T.S.; "A Ciência Química - Ensino e Pesquisa na Universidade", tese de mestrado, IESAE - FGV; Rio de Janeiro (1985).
10. Oliveira, R.J.; "Ensino: o Elo mais Fraco da Cadeia Científica", tese de mestrado, IESAE - FGV; Rio de Janeiro (1990).
11. Bachelard, G.; "La Formation de l'Esprit Scientifique", J. Vrin; Paris (1947).
12. Lecourt, D.; "Para uma Crítica da Epistemologia", Assírio e Alvim; Lisboa (1980).
13. Bachelard, G.; "Le Rationalisme Appliqué", PUF; Paris (1975).
14. O conceito de psicanálise em Bachelard possui o significado de retirar do conhecimento seu caráter subjetivo que entorpece e obstaculiza a ciência, em nada portanto se assemelhando ao conceito freudiano.
15. Bachelard, G.; "Estudes", J. Vrin; Paris (1970).
16. Bachelard, G.; "A Psicanálise do Fogo", Litoral; Lisboa (1989).

17. Bachelard denomina noturno o homem no campo da imaginação poética, também objeto de seu estudo, e o faz em oposição ao homem diurno, o homem no campo da ciência.
18. Bachelard, G.; "Le Matérialisme Rationnel", PUF; Paris (1972).
19. Lopes, A.R.C.; "Livros Didáticos: Obstáculos ao Aprendizado da Ciência Química", tese de mestrado, IESAE - FGV; Rio de Janeiro (1990).
20. Bachelard, G.; "L'Engagement Rarionaliste", PUF; Paris (1972).
21. O livro "Química", de Gildásio Amado, teve edições pelo menos de 1939 a 1961.
22. Jorge, E.; "Físico-Química"; Goiânia (1976).
23. Citado por Ref. 11.
24. Bachelard denomina pré-científico o período que compreende os séculos XVI, XVII XVIII, quando é maior o apego ao concreto, à experiência primeira e à Natureza. Novo espírito científico é, por sua vez, a denominação dada ao período posterior a 1905, ano culminante para a Teoria da Relatividade. O próprio epistemólogo considerou essa classificação como mera etiqueta histórica, necessária apenas em termos de organização.
25. Amado, G.; "Química", Globo; Porto Alegre (1939), P. 7-8
26. Faccini, M.; "Física e Química", F. Briguiet & Cia; Rio de Janeiro (1937), 4a. série, p. 27.
27. Faccini, M.; "Física e Química", F. Briguiet & Cia; Rio de Janeiro (1941), 3a. série, p. 18.
28. Berzelius citado por Brandão, A.S.; "Química", Melhoramentos; São Paulo [s.d.], p. 341.
29. Simas Fo., E.; "Química", F. Briguiet & Cia; Rio de Janeiro (1935), 1a. série, p. 81.
30. Braga, E.; Silva, R.; "Princípios Básicos de Química", Harper & Row do Brasil; São Paulo (1982), v. 1, p. 79.
31. Feltre, R.; Yoshinaga, S.; "Atomística", Moderna; São Paulo (1970), p. 194.
32. Lembo, A.; Sardella, A.; "Química", Atica; São Paulo (1978), v. 1, p. 28 e 29.
33. Ref. 32, p. 35.
34. Novais, V.L.D.; "Química Geral", Atual; São Paulo (1983), v. 1, p. 81.
35. Lembo, A.; Sardella, A.; "Química", Atica; São Paulo (1987), v. 1, p. 223.
36. Feltre, R.; "Química", Moderna; São Paulo (1982), v. 1, p. 96.
37. Nabuco, J.R.P.; Barros, R.V.; "Química Geral e Inorgânica", Livro Técnico; Rio de Janeiro (1978), p. 184.
38. Ref. 35, p. 43.
39. O cálculo desse percentual foi feito com base no número de páginas dedicadas à teoria e à descrição das propriedades das substâncias. Omitimos apenas a Química Orgânica, onde praticamente todo tratamento era descritivo.
40. Feltre, R.; Yoshinaga, S.; "Química", Moderna; São Paulo (1969), p. 87.
41. Carvalho, G.C.; "Química Moderna", Nobel; Rio de Janeiro (1973).
42. Ref. 25, p. 242.
43. Costa, C.; Pasquale, C. "Química", Cia. Ed. Nac.; São Paulo (1940), 4a. série, p. 53.
44. Marciano, I.M.; "Química", Francisco Alves; Rio de Janeiro (1947), 3a. série, p. 215.
45. Neiva, J.B.P.; Cohen, R.M.; "Notas de Química", Colégio Militar; Rio de Janeiro (1961).
46. Nehmi, V.; "Química Geral II", Nobel; São Paulo (1962), v.4.
47. Nehmi, V.; "Química Geral - Atomística", Nobel; São Paulo (1965), v. 2, p. 10.
48. Leão, A.C.; "Química", Cia. Ed. Nac.; São Paulo (1938), 3a. série.
49. Costa, C.; Pasquale, C.; "Química", Ed. do Brasil; São Paulo (1953), 3a. série.
50. Ref. 25, p. 261.
51. Ref. 40, p. 33.
52. Ref. 47, p. 38.
53. Menezes, E.; "Química Geral e Inorgânica", [s.e.]; [s.l.] (1971), p. 299.
54. Ibidem, p. 302.
55. Feltre, R.; Yoshinaga, S.; "Química - 2o. Grau", Moderna; São Paulo (1977), v. 1.
56. Sardella, A.; Mateus, E.; "Química - 2o. Grau", Moderna; São Paulo (1977), v. 1.
57. Ibidem, p. 87.
58. Ref. 29, p. 89.