

João A. de M. G. Matos, José R. Cagnon, Renata X. Kover, Waldmir N. Araujo Neto
Depto. de Química Orgânica - Instituto de Química - UFRJ
Cidade Universitária - CT - Bloco A - Sala 620 A
Ilha do Fundão - CEP 21910 - Rio de Janeiro - RJ

Recebido em 21/1/91; cópia revisada em 16/7/91

This paper presents the advantages of learning the History of Chemistry in order to improve the formation of professionals in Chemistry, specially those who want to become teachers. It also considers some aspects of the course according to a historiographic conception, and presents an example of applicability of a course of History of Chemistry with these features in the Institute of Chemistry of UFRJ.

Keywords: History of Chemistry, education in Chemistry

SITUAÇÃO DO ENSINO DA HISTÓRIA DA QUÍMICA

Indiscutivelmente o ensino da História da Química ocupa hoje um lugar bem menos importante do que já ocupou na formação dos químicos. Apesar da falta de dados estatísticos sobre a situação no Brasil, pesquisas realizadas por Everett e DeLoach¹ em universidades americanas mostram a realidade desta afirmação: de 574 cursos envolvidos na formação de químicos pesquisados pelos autores (dos 579 listados e aprovados pela *American Chemical Society*) apenas 37 apresentavam disciplinas específicas de História da Química, sendo que destes, 11 já há dois anos não as ofereciam por falta de alunos (o artigo foi publicado em 1987). Interessante é a observação feita pelos autores de que o *Committee on Professional Training* da ACS recomenda que cursos de Química, tanto iniciais como avançados, incorporem perspectivas históricas.

Já há longo tempo discussões sobre as causas de tal situação, sobre as vantagens e desvantagens do ensino da História da Química na formação dos químicos, ou ainda propostas de como ministrar e estruturar esta disciplina têm sido apresentadas nas publicações especializadas¹⁻¹⁹. Assim, por exemplo, são apontadas como causas diretas do declínio do ensino da História da Química a irrelevância do material apresentado⁶; o fato da química ser estudada pelo seu valor prático, e não como uma disciplina intelectualmente estimulante¹⁴; a existência de diferenças fundamentais entre as abordagens do historiador e do químico sobre o mesmo objeto¹⁴; a distribuição da carga horária centrada nas disciplinas de Química, deixando pouco tempo disponível para disciplinas optativas não relacionadas diretamente àquelas¹; a difusão entre os universitários das idéias de Kuhn para quem a História da Ciência exerce o papel de mistificadora da atividade científica¹² etc. Entre as causas indiretas estariam, entre outras, falta de livros textos e de professores especializados⁶ e a amplidão do campo a ser abordado⁶. Quanto às soluções sugeridas, elas vão desde propostas genéricas como uma mudança de atitude diante da própria Química, que deveria ser considerada como uma atividade cultural e humanística¹⁴⁻¹⁵, até propostas bem objetivas, como a de incorporação da História da Química a outras disciplinas (por exemplo nas de pesquisa e recuperação de informações em Química)¹.

Mas são as discussões sobre as vantagens e desvantagens do ensino da História da Química que merecem dos diversos autores um tratamento mais extenso. Assim Kauffman¹⁴ faz uma análise rigorosa e aprofundada do problema que o leva a apontar uma série de vantagens.

Em primeiro lugar, o ensino da História da Química permite ao aluno perceber a Química como uma atividade humana realizada por seres humanos e inserida no seio de outras atividades humanas; permite-lhe também perceber que a Química, como toda ciência, é um processo e não um produto, ou seja, é uma estrutura dinâmica em contínuo movimento, e não algo pronto e acabado. O aluno é capacitado também a estabelecer correlações entre diferentes eventos na Química e adquire uma perspectiva mais verdadeira sobre a questão da descoberta, verificando que o conhecimento científico não é um evento criado por gênios individuais que trabalham isoladamente. Outro efeito positivo seria estabelecer uma visão de mundo capaz de contrabalançar o anticientificismo atual, provocado pelo desencanto da sociedade com a ciência. Convém observar que todas essas considerações atribuem à História da Química principalmente um papel de agente de mudança de atitude e mentalidade dos alunos frente à Química e à ciência em geral.

Kauffman não se limita porém às vantagens e aponta também os principais argumentos contra o ensino da disciplina: há diferenças fundamentais entre os objetivos e métodos do químico e do historiador; há dificuldades de avaliação do conhecimento adquirido pelo aluno; a História da Química pode ser desestimulante pois eventualmente revela os aspectos de não racionalidade muitas vezes presentes nos trabalhos dos cientistas; pode também apresentar aos alunos uma visão distorcida de um acontecimento do passado, abordando apenas aqueles aspectos que levaram às teorias e leis aceitas no presente. Kauffman discute tais desvantagens e mostra que elas não são de fato empecilhos ao ensino da História da Química.

Todavia, a análise de Kauffman não leva em consideração os vários tipos de profissionais em Química, uma diferenciação que é crítica no Brasil. Sob este aspecto há um artigo de Martins²⁰ que é mais interessante, pois discute em detalhes o papel exercido pelo ensino da História da Ciência na formação de futuros pesquisadores e professores de Ciências, além de chamar a atenção para o caso do ensino da disciplina a profissionais das áreas humanísticas (se bem que não trate especificamente da História da Química, suas considerações são perfeitamente aplicáveis a esta). Assim, quanto ao papel da História da Ciência na formação de pesquisadores, o autor aponta as seguintes vantagens: o estudo das obras dos grandes cientistas em seu contexto histórico pode ajudar a desenvolver nos alunos o equilíbrio entre dois quesitos que, se bem que contrapostos, são necessários à atividade científica, quais sejam, a mentalidade crítica, rigorosa, em contraposição à mentalidade não dogmática, aberta; pode também auxiliar no de-

envolvimento da capacidade de planejamento científico, contribuindo para que o futuro pesquisador evite escolher sua linha de pesquisa em função de modismos internacionais, imitação ou orientação de algum grupo (Martins não nega que tal capacidade possa ser adquirida por outras vias, mas insiste que esse processo seria facilitado pelo estudo histórico). Outro benefício deste tipo de estudo é fornecer sugestões de temas de pesquisa, pois há diversos problemas na Ciência que foram estudados sem sucesso em épocas passadas e conseqüentemente abandonados, mas que, com o desenvolvimento do conhecimento, podem ser hoje abordados com êxito. Finalmente, esta seria uma forma de desenvolver no aluno a capacidade de análise de fundamentação, isto é, de efetuar uma descrição sistemática das bases e fundamentos observacionais e experimentais.

Em relação à formação do futuro professor, Martins classifica as vantagens em dois tipos: as didáticas e as de competência científica. Do ponto de vista didático cita as seguintes: dar aos alunos uma nova visão dos cientistas e da Ciência, aumentando assim suas motivações; auxiliar no entendimento dos resultados científicos atualmente aceitos, de difícil intuição, através do estudo de suas gêneses e desenvolvimentos; dar a conhecer concepções antigas, abandonadas no desenvolvimento da ciência, mas que são ainda hoje concepções do senso comum partilhadas pelos alunos, ajudando o professor a realizar junto a estes a transição destas concepções para as concepções científicas; possibilitar o conhecimento de idéias, problemas, argumentos, técnicas, instrumentos hoje esquecidos, que podem vir a ter grande utilidade na prática de ensino, principalmente em aulas experimentais. Do ponto de vista da competência científica, a História da Ciência é um elemento chave para a compreensão de resultados científicos mais complexos (por exemplo, concepções sobre estrutura atômica, elétrons, orbitais etc.), além de fornecer ao futuro professor a possibilidade de entender e ensinar a base, a fundamentação da Ciência.

As opiniões de Kauffman e Martins parecem razões mais que suficientes para a existência de disciplinas de História da Química nos currículos de formação de profissionais em Química no Brasil. Mas além disso há uma especialidade característica de tais disciplinas que as tornam mais do que desejáveis, necessárias na formação do profissional de ensino do segundo grau. Elas vão permitir ao futuro professor a aprendizagem de determinados conceitos e teorias que, embora abandonados pelo ensino da Química no terceiro grau em prol de outros, mais atuais e abrangentes, ainda são ensinados no segundo grau numa formulação muito aproximada daquela em que originalmente foram concebidos no passado. Referimo-nos a conceitos fundamentais como átomo, peso atômico, equivalente químico, radical orgânico, elétron etc. e a leis como as de Faraday, das proporções múltiplas etc., que foram desenvolvidas no século XIX e que fazem parte dos programas iniciais do ensino da Química.

Considere-se por exemplo dois casos citados acima, os conceitos de elétron e de radical orgânico. O primeiro é apresentado aos alunos iniciantes como sendo de natureza corpuscular, estando disposto no átomo em órbitas planetárias, com uma massa 1/1840 do próton etc., enquanto que na universidade este modelo é abandonado em favor de uma abordagem probabilística baseada na mecânica quântica. Acontece porém que a segunda conceituação não ajuda a uma melhor compreensão da primeira (pois aquela não contém aparentes os elementos desta), a menos que seja apresentada sob a forma de seu desenvolvimento histórico. Em conseqüência, o futuro professor ao exercer o seu ofício, irá apresentar o conceito corpuscular da forma como este lhe foi apresentado e que conseguiu captar, isto é, como um aluno do segundo grau. Neste caso cabe a pergunta: qual a necessidade do ensino de terceiro grau?

Passemos ao segundo caso: um livro texto de segundo

grau²¹ define o radical orgânico (não deve ser confundido com o conceito de radical livre, que contém subjacente o de elétron desemparelhado, e anterior a este o de ligação química) como "o grupo que resulta ao se retirar um ou mais átomos de uma molécula" que é antes de tudo um conceito formal. No entanto a definição acima é a mesma que a que foi proposta por Liebig e Wohler em 1842, a partir de uma interpretação filosófica realista da Química, como explicação para reações de benzaldeído e derivados²². Ou seja, enquanto a primeira definição remete a um conceito formal, e como tal é utilizado exclusivamente no ensino universitário para fins de nomenclatura, a segunda é um conceito explicativo (ou formal-explicativo dependendo de como entendamos o conceito de estrutura química²³) que no contexto histórico apropriado indica que os termos 'molécula' e 'átomo' designam entidades de existência real. Já quando utilizados para fins de nomenclatura os mesmos termos estão indicando a representação gráfica (símbolo) de tais entidades, e o símbolo de alguma coisa não é esta alguma coisa. Preso dentro desta confusão semântica gerada pela apropriação indébita de um conceito fora de seu contexto histórico, e do não aprofundamento de tais questões na Universidade, não é de se estranhar que o futuro professor venha a apresentar no segundo grau a Química Orgânica como uma disciplina normativa e descritiva, já que alguns de seus conceitos mais importantes são vistos exclusivamente como conceitos formais. E que novamente disciplinas de Química do terceiro grau de pouca valia sejam para o esclarecimento conceitual.

Convém observar que em outros campos do conhecimento isto nem sempre acontece. Na Física, por exemplo, o conceito de força é apresentado já no segundo grau sob forma vetorial, embora não tenha sido esta a concepção original de Newton.

PROGRAMA DE ENSINO EM DISCIPLINAS DE HISTÓRIA DA QUÍMICA

Para que se possa definir um programa de ensino de História da Química, é necessário inicialmente caracterizar a própria disciplina. O que se pode entender por História da Química?

De fato, História da Química não é Química. A Química é uma ciência que trata diretamente com determinados tipos de fenômenos, ligados à transformação da matéria, enquanto a História da Química é uma metaciência que se interessa entre outras coisas pelas considerações e discursos produzidos pelos químicos sobre tais fenômenos em épocas passadas. Como o que interessa aqui é esta metaciência, seria interessante iniciar sua caracterização pela do objeto de que ela trata, isto é, pela Química.

Todavia, esta caracterização envolve uma questão debatida e não solucionada na Filosofia da Ciência, que é a da demarcação: por exemplo, a termodinâmica pertence ao campo da Física ou ao da Química? ou a um terceiro? Sendo assim caso a discussão enverede por este caminho corre-se o risco de se montar um programa de ensino que, ou exclua aspectos importantes da Química, ou inclua aspectos de outras áreas, ou ambos. Mas como se deve ter um objeto para se falar sobre ele, a solução é assumir a postura pragmática de considerar como Química aquilo que os livros textos, os cientistas, as instituições de ensino, a literatura especializada etc. consideram como tal. Apesar da circularidade implícita em tais considerações, convém frisar que elas não constituem uma definição de Química, mas se destinam a operacionalizar um programa de ensino.

E quanto à caracterização de História? O problema inicial aqui é que o termo 'História' designa tanto os fatos, acontecimentos, etc. que ocorrem no passado, quanto o que se diz sobre eles. Ou, em outras palavras, tanto o objeto quanto o conhecimento sobre este objeto. Trata-se porém de duas coisas distintas. A primeira acepção do termo remete a algo que

é inacessível para nós. Aquilo a que temos acesso são apenas os vestígios deixados pelos fatos, acontecimentos etc. do passado, isto é, o que se designa comumente por documentos. No caso em questão seriam publicações, correspondências, instrumentos e aparelhos científicos dos químicos do passado, e tudo mais que tenha sido construído ou idealizado (mas de que se tenha registro) e que se refira ao tema estudado a partir de uma certa base interpretativa (ver adiante).

Já a segunda acepção remete antes de tudo a uma narrativa construída a partir de tais documentos. Ou, seja, a uma construção. Esta construção é feita em duas etapas: a da análise dos documentos, e a da síntese dos resultados desta análise. A primeira tem por finalidade efetuar diversas modalidades de crítica aos documentos (quanto à autenticidade, à credibilidade, à interpretação, à exatidão etc.), e a segunda, explicar, mostrar o encadeamento entre aquelas diversas informações geradas pela análise²⁴, isto é, estabelecer um fio condutor entre essas informações que configure o que se chama de narrativa propriamente dita. Porém convém ressaltar que esta construção da narrativa não é uma atividade estanque: muitas vezes, ao elaborarmos a síntese, observamos a existência de lacunas que geram a necessidade de novas análises. De modo geral pode-se inclusive afirmar que não existe a narrativa histórica pronta, acabada e definitiva de um dado evento histórico, pois as possibilidades de construção do percurso narrativo via análise e síntese são inúmeras.

Isto ocorre porque há neste procedimento um problema crítico que, se é muito importante nas discussões historiográficas, o é mais ainda ao se formular um programa de ensino. Trata-se da questão da neutralidade. Todos nós, quer o admitamos ou não, temos uma determinada visão de mundo, paradigmas pré-estabelecidos que dirigem e orientam tanto o processo de análise quanto o de síntese. Assim, por exemplo, um físico-matemático fará uma leitura de um texto original de Joule diversa daquela de um químico. O primeiro provavelmente irá buscar as relações entre os fenômenos observados nas experiências e as equações matemáticas que os expressam, enquanto o segundo certamente irá se ater às discussões de Joule sobre a natureza do calor. E não há porque esperar a princípio que o químico leia o texto com os olhos do físico-matemático e vice-versa, pois seus arcabouços conceituais não são os mesmos. Além desta, outras diferenças podem existir entre ambos (sociais, culturais etc.), de modo que a cabo e a termo as narrativas históricas produzidas por cada um serão diferentes entre si. A consequência é que não tem sentido afirmar-se que existe uma única narrativa histórica. O que existe é a possibilidade de diversos percursos narrativos. Naturalmente na construção deste percurso deverão ser observados vários quesitos que irão viabilizar ou não algumas destas possibilidades, mas não vem ao caso colocá-los aqui. Sendo assim, o que resta ao historiador é assumir que a diversidade existe e explicitar sobre que base interpretativa (isto é, que pressupostos, que visão de mundo, que paradigmas etc.) está construída uma dada narrativa histórica.

Ao se montar um programa de ensino de História da Química é desejável então considerar tais características da narrativa histórica, principalmente no que diz respeito à explicitação da base interpretativa. Isto porque será ela em última instância a responsável pelo aprimoramento profissional que se deseja obter através do ensino desta disciplina. Assim, por exemplo, caso se queira desenvolver no aluno uma determinada interpretação da ciência, deve-se discutir anteriormente a Filosofia da Ciência subjacente a esta interpretação, e mostrar ao aluno como ela está presente ou não no texto histórico considerado. Convém lembrar que há várias linhas na Filosofia da Ciência, e que se deve ressaltar com qual delas estamos tratando, pois se bem que as diversas linhas concordam em alguns pontos, em outros podem divergir. Assim, por exemplo, Laudan et al.²⁵ mostram que Kuhn, Lakatos e Laudan concordam que a ciência é uma forma de pesquisa que utiliza

um conjunto de premissas-guias; já quanto à aceitabilidade destas premissas-guias, Kuhn afirma que é devida à exatidão empírica a que elas conduzem, enquanto que Lakatos, Laudan e o próprio Kuhn (!!!) que é devido a outros fatores que não a esta exatidão. Da mesma forma, caso se queira construir um percurso narrativo que mostre como a Química foi influenciada num determinado período pela cultura vigente, há que se discutir anteriormente que concepção de cultura estamos utilizando. A escolha de uma determinada base interpretativa vai depender dos objetivos didáticos do professor e do tipo de profissional que a instituição de ensino deseja formar.

EXEMPLO DE FUNCIONAMENTO DE UMA DISCIPLINA DE HISTÓRIA DA QUÍMICA

Um problema que surge de imediato na implantação de uma disciplina de História da Química é a quantidade de temas englobados a que se somam as várias possibilidades de percursos narrativos de um mesmo episódio. Este fato inviabiliza qualquer aprendizado abrangente e em profundidade da História da Química em disciplinas normais de graduação em Química. Por outro lado, a necessidade anteriormente referida de apresentação de uma base interpretativa, bem como de sua discussão e aprofundamento, faz desta apresentação um ponto central na disciplina. Convém ressaltar que de início fica descartada a possibilidade de apresentação de vários temas e várias bases interpretativas, já que neste caso elas seriam abordadas superficialmente, comprometendo o objetivo didático.

Com base em tais considerações planejou-se no Instituto de Química da UFRJ uma disciplina de História da Química (IQG-362 Evolução da Química), com carga horária de 2 h/semana (aproximadamente 30 h. por período letivo), obrigatória para licenciandos e optativa para os demais profissionais, e destinada a alunos em final de curso ou que já tenham cursado pelo menos as disciplinas de Química do ciclo básico. Uma das diversas razões para a existência de tal pré-requisito foi procurar evitar que o aluno, de posse apenas dos conceitos e teorias abordadas na disciplina, conceitos e teorias temporalmente defasados, viesse a tentar utilizá-los em disciplinas que tratam das teorias, conceitos ou experimentos aceitos atualmente. É claro que o problema poderia ser contornado se os conhecimentos transmitidos fossem abordados desde a sua gênese até o seu crescimento, amadurecimento, e aceitação pela comunidade de químicos. Embora isto seja possível em alguns casos (algumas leis, como por exemplo a da conservação das massas, de Faraday etc. são aceitas até hoje tal como foram formuladas, mas não as teorias de que fazem parte), o tempo disponível não permite tal tipo de procedimento.

A disciplina foi estruturada em três partes. Na primeira há uma apresentação panorâmica da evolução temporal dos conhecimentos em Química, com a finalidade apenas de procurar estabelecer para o aluno uma ordem cronológica e relações entre os diversos eventos, teorias e personagens da História da Química. Isto é feito através da leitura prévia, e obrigatória, pelos alunos, de um texto simples, de fácil acesso e interpretação²⁶. Como tal leitura é fundamental para o andamento adequado da disciplina, solicita-se aos alunos que nos primeiros quinze minutos de aula façam um pequeno resumo de parte do texto que será discutido. Dependendo do número de alunos isto é feito oralmente ou por escrito, e é recomendável que se procure estabelecer, principalmente se a exposição for oral, trechos diferentes para diferentes alunos. Dúvidas eventuais são discutidas, ou durante a própria apresentação oral dos resumos, ou imediatamente após a entrega dos mesmos, no caso de apresentação por escrito. Em seguida, determinados temas do texto são aprofundados pelo professor em aula expositiva. Os temas selecionados são exatamente aqueles considerados importantes na formação do futuro professor (teoria atômica, teoria da valência, estrutura química etc.).

Na segunda parte há então a apresentação da base interpre-

tativa. Rigorosamente considerando, esta deveria preceder à anterior. Porém, a aceitação da disciplina pelos alunos nas ocasiões em que isto foi feito foi menor do que naquelas em que se adotou a prática aqui descrita. Daí a razão de primeiro se apresentar um panorama geral do desenvolvimento da Química, para em seguida apresentar a base interpretativa. No caso do Instituto de Química da UFRJ, optou-se pela Filosofia da Ciência como abordada por Hempel²⁷, a qual, embora pertencente a uma escola filosófica bastante criticada nos últimos tempos, permite aclarar termos presentes na linguagem dos químicos, como 'hipóteses', 'confirmação', 'verificação' etc. Além disso, o que normalmente se trata por 'metodologia científica' contém inúmeros elementos originalmente formulados nesta escola.

Esta apresentação é feita através da leitura e discussão de um texto de Hempel bastante simples, escrito basicamente para cursos introdutórios de Filosofia da Ciência, e de linguagem facilmente acessível a não-filósofos. Como a leitura prévia é uma condição *sine qua non* para o bom andamento da disciplina, tal como na primeira parte, aqui também procurou-se estabelecer mecanismos que a assegurem. Todavia, apesar do nível introdutório da obra de Hempel, de um modo geral nossos alunos encontram dificuldades no entendimento das considerações do autor, e sendo assim não cabe o mesmo tipo de verificação que a anterior. Neste caso a solução encontrada foi solicitar que nos primeiros quinze minutos de aula eles expressem por escrito suas dúvidas sobre determinados trechos do texto (diferentes para diferentes alunos). Uma constatação interessante sobre tal procedimento é o relato dos próprios alunos, que observaram que no transcorrer desta forma de verificação o número de dúvidas diretas (má compreensão do texto devido a dificuldades de linguagem) ia diminuindo, sendo muitas delas solucionadas na medida em que eram explicitadas. Cumpre assinalar que paralelamente à diminuição das dúvidas diretas ocorria um aumento de dúvidas correlacionais (má compreensão do texto devido ao estabelecimento indevido de relações entre trechos e/ou afirmações contidos nele próprio ou alhures). De modo geral tais tipos de dúvidas são indicativas de uma maior assimilação do que as primeiras, pois quando analisamos e criticamos um texto qualquer, o que estamos procurando fazer é em última análise levantar dúvidas que expressem as más correlações (inconsistências) estabelecidas pelo autor entre os próprios conceitos internos ou entre conceitos paradigmáticos implícitos. Ou seja, estamos criando dúvidas correlacionais que podem ser fundamentadas ou não. No caso dos alunos, e não poderia ser de outra forma, a maior parte delas não o são, porém sua simples existência já é indicativa de que o assunto começa ser entendido e dominado. O pouco tempo disponível da disciplina não permite infelizmente que se atinja a uma maturidade suficiente para fundamentar adequadamente suas argumentações.

Finalmente numa terceira parte, procede-se a uma leitura analítica de um texto científico original de um pesquisador do passado segundo a base interpretativa. A escolha do pesquisador e do texto vai depender de vários fatores tais como acessibilidade, a importância da contribuição que aquele texto específico forneceu à Química, a importância do autor, a língua em que o texto está escrito, eventos atuais associados ao texto ou ao autor, a própria base interpretativa utilizada etc. Desde 1989 tem sido analisada na disciplina a "Nota Selada de 1772", escrita por Lavoisier, que atende perfeitamente aos quesitos acima: há uma excelente tradução por Tosi²⁸; o texto marca o início das publicações que relatam as pesquisas que conduziram Lavoisier à descoberta do oxigênio, e se presta adequadamente à análise segundo a Filosofia de Hempel. Finalmente, o ano de 1989 foi marcado por diversas comemorações, por sociedades científicas e de História da Ciência, do bicentenário do lançamento do livro de Lavoisier, *Traité élémentaire de Chimie*, considerado como a obra fundadora da Química.

A operacionalização desta leitura analítica foi feita através da formulação de questões ao texto. O Quadro I fornece um exemplo do tipo de indagações que podem ser formuladas utilizando-se tal procedimento (no caso, trata-se do cap. 2 da obra escolhida como base interpretativa). Obviamente diversas questões permanecem sem resposta, pois ou não são pertinentes, ou, se pertinentes, não são fornecidas diretamente pelo texto. Todavia, o que parece ser uma limitação do método pode vir a ser exatamente sua principal vantagem. Para se responder a questões deste tipo recorreu-se a textos suplementares, os quais, além de possibilitar as respostas, enriquecendo o quadro histórico emergente, permitiram também formulações de novas questões. Estas, por sua vez, exigiram o apoio de novos textos ou análise mais aprofundada. Este procedimento pode evidentemente ser conduzido *ad infinitum*, mas, ao contrário do que se poderia supor a princípio, tal fato não tem causado nos alunos nenhum sentimento de frustração. Muitos deles têm mesmo despertado sua curiosidade histórica.

Quadro I O Papel da Hipótese (Capítulo 2)

1. Segundo Hempel a investigação científica se processa pela formulação de uma hipótese inicial seguida da verificação da(s) implicação(ões) empírica(s), resultante(s) desta hipótese. Lavoisier conduz suas investigação segundo tal concepção?
2. A análise da "Nota Selada" mostra alguma evidência neste sentido?
3. Caso revele, quais as hipóteses em questão?
4. Quais as implicações verificadas?
5. Neste caso as verificações são diretas ou indiretas?
6. Como são efetuadas?
7. Quais os modos de inferência utilizados por Lavoisier?
8. Quais as estruturas lógicas dos argumentos?
9. Quais as premissas?
10. Quais as conclusões?
11. Lavoisier chegou à formulação destas hipóteses por um procedimento indutivo?
12. Ou Lavoisier investiga segundo um modelo classificatório e de coleta de dados?
13. Os dados obtidos são relevantes para suas hipóteses?
14. Atendem ao critério de relevância explanatória?
15. As hipóteses de Lavoisier são formuladas com termos que ocorrem nas descrições dos dados empíricos?
16. Lavoisier tinha familiaridade com seu objeto de estudo (questão da invenção)?
17. Lavoisier está verificando se suas hipóteses e implicações se adaptam a observações anteriores?
18. Ou está buscando novas implicações?

É claro que nem só questões fundadas sobre a base interpretativa podem ser formuladas ao texto (deve-se porém tomar o cuidado para que elas sejam consistentes com aquela). Por exemplo, quem consultar a versão oficial²⁸ da "Nota Selada" constatará que Lavoisier está reivindicando primazia e exclusividade sobre algo, mas o quê exatamente? O aumento de peso observado nas combustões do enxofre e do fósforo? ou a fixação do ar durante a combustão? ou a extensão desta suposição à calcinação dos metais? ou a tudo isto simultaneamente?

Finalmente, a etapa de síntese destes elementos obtidos através da análise é proposta aos alunos como exercício. Obviamente, como o texto não permite uma análise completa de acordo com a base interpretativa, a síntese também não o será. Porém mesmo assim é possível uma síntese parcial que aborde determinados aspectos do problema. O Quadro II mostra

um exemplo de tal procedimento, e nele são apresentados os aspectos dedutivo-nomológicos e outras conceituações filosóficas de Hempel (cap. 5 e outros da obra referida) contidos implicitamente nas afirmações da "Nota Selada". Como texto auxiliar foi utilizada uma publicação de Perrin²⁹ onde este apresenta (*fac simile*) e transcreve algumas anotações não dadas de Lavoisier contendo inclusive parte experimental, que na interpretação de Perrin constituem o original detalhado da "Nota Selada" (os trechos em francês correspondem a transcrições das anotações do próprio Lavoisier).

Quadro II Explicações Dedutivo-Nomológicas das Experiências da "Nota Selada"

1. A soma das massas dos reagentes é igual a soma das massas dos produtos (Lei Geral 1)
2. Na combustão é necessária a presença de ar (Lei Geral 2)
3. Na combustão do fósforo há desprendimento gasoso.
(*"Le phosphore en brulant donnoit une vapeur chauffée"*)
4. Foram utilizados "2 gros 42 grains" de fósforo na experiência relatada.
(*"...jeusse employ 2 gros 42 grains de phosphore."*)
5. Há absorção do desprendimento gasoso pela água.
(*"...javois preablement rince la cloche de verre avec un peu deau distillee pour que les vapeurs s'y concentrassent..."*)
6. Há a formação de ácido.
(*"Lacide que j'avois obtenu etoit..."*)
7. Não foram consumidos 36 "grains" de fósforo.
(*"...du phosphore demi decompose...et bien sechee pesoit 36 grains..."*)
8. Foram consumidos "2 gros 6 grains" de fósforo (de 4 e 7)
(*"...je navois brole que 2 gros 6 grains de phosphore."*)
9. Peso do líquido obtido: 6 "onces", 7 "gros" e 69,5 "grains".
10. Peso de igual volume de água: 6 "once", 4 "gros" e 42 "grains".
11. Quantidade de ácido formado: 3 "gros" 27.5 "grains" (de 9 e 10).
(*"...lexes de lacide sur leau distillee etoit de 3 gros 27 grains 1/2 dacide."*)
- Hipóteses auxiliares: (A) Não há variação de volume (contração)
(*"...et que s'y combinant il en augmentoit le volume..."*)
(B) não há perda por formação de outros produtos, evaporação, etc...
12. Há aumento de peso na combustão do fósforo (1 "gros" e 21.5 "grains") (de 11 e 8).
- 13/21. Experiências com enxofre (não explicitada em detalhes)
(*"...cette premiere experience m'a donne lidee de la repeter sur le souphre..."*)
22. Há aumento de peso na combustão do enxofre (de 14 e 21)
23. SENTENÇA EXPLANANDUM: O aumento de peso na queima do enxofre e do fósforo é por incorporação do ar (de 1, 2, 12, 22).
(*"...je reconnus a nen pouvoir douter que laumentation du poids provenoit dune portion d'air absorbe et fixe avec les..."*)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este método de ensino, embora possibilite atender às principais vantagens anteriormente referidas (nem todas é claro, pois algumas delas não convivem dentro da mesma base interpretativa), cria um novo problema que deve ser ressaltado: trata-se da formação do professor das disciplinas de História da Química. Além de conhecimentos históricos factuais, ele necessita também de conhecer a Química atual e a base interpretativa. Porém, do mesmo modo que não se improvisa um professor de Termodinâmica, ou de Química Orgânica, por exemplo, também não se pode improvisar um de História da Química. Exige-se dele preparação tão apropriada e adequada quanto a dos demais professores do terceiro grau. Caso contrário será dar razão à abstrusa mentalidade, infelizmente tão difundida entre alguns alunos e até mesmo professores (!), de que se disciplinas auxiliares na formação de um dado profissional fossem de fato importantes, elas seriam antes de tudo obrigatórias.

REFERÊNCIAS

1. Everet, K.G.; DeLoach, W.S.; *J. Chem. Ed.* (1987) **64**, 991
2. de Milt, C.; *J. Chem. Ed.* (1952) **29**, 340
3. Jaffe, B.J.; *J. Chem. Ed.* (1955) **32**, 183
4. Madras, S.; *J. Chem. Ed.* (1955) **32**, 593
5. Knight, D.M.; *J. Chem. Ed.* (1971) **48**, 285
6. Ihde, A.J.; *J. Chem. Ed.* (1971) **48**, 686
7. Kirschenbaum, L.J.; *J. Chem. Ed.* (1975) **52**, 193
8. Goldwhite, H.; *J. Chem. Ed.* (1975) **52**, 645
9. Wicken, J.S.; *J. Chem. Ed.* (1976) **53**, 96
10. Herron, J.D.; *J. Chem. Ed.* (1977) **54**, 15
11. Bent, H.A.; *J. Chem. Ed.* (1977) **53**, 462
12. Schwartz, A.T.; *J. Chem. Ed.* (1977) **54**, 467
13. Stock, J.T.J.; *J. Chem. Ed.* (1977) **54**, 635
14. Kauffman, G.B.; *Ann. Sc.* (1979) **36**, 395
15. Ihde, A.J.; *J. Chem. Ed.* (1980) **57**, 11
16. Seeger, R.J.; *J. Chem. Ed.* (1980) **57**, 860
17. Zuckerman, J.J.; *J. Chem. Ed.* (1987) **64**, 828
18. Kamsar, J.W.; *J. Chem. Ed.* (1987) **64**, 931
19. Kauffman, G.B.; *J. Chem. Ed.* (1987) **64**, 931
20. Martins, R.A.; *Bol. Soc. Bras. Hist. Cien.* (1990) **9**, 3
21. Feltre, R.; "Química" (V.3), 2ª ed. Editora Moderna São Paulo (1982)
22. Liebig, J.; Wohler, F. em Benfey, O.T. (ed.): "Classics in the Theory of Chemical Combination"; Dover Publications, Inc.; New York (1962)
23. Carey, F.A.; Sunberg, R.J.; "Advanced Organic Chemistry" (V.I), 2ª ed. Plenum Press; New York (1984)
24. Harsin, P.; "Comment On Ecrit L'Histoire"; Ed. George Thone; Liege (1949)
25. Laudan, L.; Donovam, A.; Laudan, R.; Barber, P.; Brown, H.; Leplin, J.; Wykstra, S.; *Synthese* (1986) **69**, 163
26. Vidal, B.; "História da Química"; Edições 70; Lisboa (1986)
27. Hempel, C.G.; "Filosofia da Ciência Natural"; 3ª ed., Zahar Ed.; Rio de Janeiro (1981)
28. Tosi, L.; *Química Nova* (1989) **12**, 33
29. Perrin, C.E.; *Isis* (1986) **77**, 647