



Fig. 2 Ciclo Social

sociedade, permitindo um conhecimento de química dinâmico e integrador do contexto social.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Anuário Mineral Brasileiro, Departamento Nacional de Produção Mineral, Ministério das Minas e Energia (1984).
- 2 Abreu, S.F. – Recursos Minerais do Brasil. Josué C. Mendes e Rui R. Franco (coords.), 2ª ed., São Paulo, Edgard Blücher e Editora da USP (1973), 2v.
- 3 Krauskopf, K.B. – Introdução à Geoquímica. Michael Lando e Paulo S. C. Bogus (trads.), São Paulo, Polígono e Editora da USP (1972), 2v.
- 4 Barrow, G. – Química General. Rodolfo H. Busch (trad.) Barcelona, Reverté (1974), 792 p.
- 5 Watkins, K.W. – J. Chem. Educ., **60** : 60 (1983).
- 6 Adad, J.M.T. – Controle Químico de Qualidade. Belo Horizonte, Editora Vega (1986), 383 p.
- 7 Lehninger, A.L. – Bioquímica. J.R. Magalhães et al. (trad. 2ª ed. americana), São Paulo, Edgard Blücher (1976), v. 1 e 2.
- 8 Harper, H. A. – Manual de Química Fisiológica. Sylvio Bevilacqua (trad. 12ª ed.) e José R. Magalhães (rev.), 2ª ed., São Paulo, Atheneu Editora (1971), 545 p.
- 9 Feltre, R. – Química. São Paulo, Editora Moderna (1984), v. 1 e 2.
- 10 Crepaldi Filho, J. & Taranto, J. M. – Química. Belo Horizonte, Editora Lê (1982), v. 1 e 2.
- 11 Aichinger, E.C.; Bach, S. W. & Moreira, D. R. – Química. São Paulo, E.P.U. (1980), v. 1 e 3.

## EDUCAÇÃO

### ACESSO À UNIVERSIDADE: UMÀ PROPOSTA DE HABILIDADES MÍNIMAS ENVOLVENDO CONHECIMENTOS DE QUÍMICA

Roberto R. da Silva, Clélia M. P. Marques, Alberto N. Senapeschi e Romeu C. Rocha-Filho

Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, Caixa Postal 676; 13.560 – São Carlos (SP)

## INTRODUÇÃO

As condições de entrada do aluno na Universidade constituem-se, conforme relatado anteriormente,<sup>1</sup> numa das três categorias de variáveis que afetam a qualidade de aprendizagem. Entende-se por condições de entrada os conhecimentos, habilidades e hábitos de estudo do aluno quando de seu ingresso na Universidade. A partir da Universidade pode-se tentar modificar estas condições através de uma atuação indireta no 2º Grau e de uma atuação direta no exame de seleção.

Atuar diretamente no ensino de 2º Grau seria importante na medida em que o repertório do aluno que ingressa na Universidade é função das condições de ensino a que foi

submetido anteriormente. Todavia, uma intervenção direta nas condições de ensino do 2º Grau seria um empreendimento de natureza bastante complexa, dadas as peculiaridades daquele ensino,<sup>2</sup> fugindo totalmente da alçada da Universidade. Assim, resta à Universidade atuar indiretamente através da formação e atualização de professores, elaboração de textos e manuais, etc..

Conforme já mencionado, dentre as possibilidades de atuação direta sobre o repertório de entrada dos alunos, encontra-se o próprio exame de seleção para ingresso na Universidade (vestibular). Para tal, os programas de vestibular deveriam explicitar os repertórios mínimos necessários quando do ingresso do aluno na Universidade. Em geral, estes programas são longos, mas, por serem extrema-

mente vagos, somente criam a ilusão de que o aluno que ingressa na Universidade está preparado para cursar satisfatoriamente as disciplinas introdutórias.

Nesse trabalho relata-se o resultado do desenvolvimento de uma listagem de conhecimentos mínimos de Química necessários para que o aluno curse satisfatoriamente as disciplinas introdutórias de Química da Universidade Federal de São Carlos; esta listagem se constitui atualmente no programa de Química do Vestibular.

## CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Os depoimentos dos docentes universitários sobre o repertório de entrada dos alunos referem-se a situações extremamente gerais,<sup>3</sup> tais como: "o aluno que entra na Universidade tem baixo nível". Ademais constata-se que o repertório de Química dos alunos ingressantes na Universidade é extremamente heterogêneo, indo desde nulo até satisfatório.

Por outro lado, as deficiências do ensino de 2º Grau são desconhecidas ou não explícitas para a maioria dos docentes universitários. Relatos obtidos no final da década de 70, de professores de Química do 2º Grau na região de São Carlos (SP),<sup>2</sup> permitiram caracterizar a situação desse ensino como de baixíssima eficácia, pois a aprendizagem, além de ser reduzida ou praticamente nula, restringia-se a objetivos de baixo nível cognitivo. Além disso, o que era aprendido pelo aluno limitava-se a conteúdos isolados e memorizados, visando somente às questões de múltipla escolha do concurso vestibular.

Um outro aspecto, identificado neste mesmo trabalho anterior,<sup>2</sup> foi o do dilema "visão geral versus aprofundamento dos tópicos". O professor de Segundo Grau verifica que o tratamento superficial dado aos diversos itens do programa é inadequado e considera a opção de selecionar alguns tópicos mais fundamentais e dar-lhes um tratamento aprofundado. Porém, esta opção torna-se sempre inviável pela necessidade de cumprir o programa e pela importância dada ao vestibular, que exige um conhecimento geral. Este último fato faz com que o professor tente cumprir o programa editado pelas Universidades em seus manuais de inscrição, para o concurso vestibular, ao invés de, por exemplo, seguir a proposição curricular de Química para o Segundo Grau, publicada pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Por outro lado, a grande extensão destes programas leva colégios particulares e cursinhos a abordar apenas aqueles tópicos que são estatisticamente mais prováveis de ser propostos em questões do concurso vestibular.

Estes fatos todos culminam na já mencionada heterogeneidade de repertório dos alunos ingressantes na Universidade. Esse aspecto tornou-se crucial quando da tentativa de se interferir sobre as condições de ensino nas disciplinas introdutórias de Química da UFSCar,<sup>4</sup> criando, então, a necessidade de se definir claramente os requisitos mínimos para estas disciplinas. Estes requisitos caracterizam-se como repertório mínimo em Química para um aluno ingressante na UFSCar e, portanto, ao serem

detalhados resultaram no programa de vestibular aqui descrito.

## MÉTODO

O pressuposto básico utilizado para definir os objetivos terminais gerais do programa de Química para o exame vestibular foi de que o aluno ingressante deve saber distinguir quais são as transformações naturais ou artificiais que são objeto de estudo da Química e como este ramo do conhecimento desenvolve estas transformações. Assim, considerando que todo fenômeno caracterizado como químico é estudado procurando-se responder as seguintes questões básicas:

- a) qual é a equação química balanceada que descreve o fenômeno?
- b) quais as classes a que pertencem as substâncias envolvidas no fenômeno?
- c) como as propriedades macroscópicas observáveis dessas substâncias se relacionam às suas propriedades microscópicas?
- d) como quantificar o fenômeno?

foram, então, definidos como objetivos terminais gerais as seguintes habilidades:

- 1) caracterizar um fenômeno;
- 2) escrever a equação química balanceada que descreve um fenômeno químico;
- 3) correlacionar as propriedades físicas dos reagentes e produtos, em um fenômeno químico com suas ligações químicas e/ou interações intermoleculares;
- 4) efetuar cálculos envolvendo um fenômeno químico.

Estes objetivos "terminais" gerais caracterizam "onde se quer chegar". Para tal, torna-se necessário especificar quais os caminhos a percorrer para se atingir esses objetivos terminais, o que corresponde à definição de objetivos intermediários. Estes objetivos intermediários definem as aprendizagens mais simples necessárias para tornar possível o ensino das habilidades mais complexas (objetivos terminais gerais).

O procedimento para a definição dos objetivos intermediários foi bastante simples. Para cada objetivo terminal geral se fez a seguinte pergunta: "o que o aprendiz precisa ser capaz de fazer para atingi-lo?" A seguir, se necessário, o mesmo procedimento foi adotado para esses objetivos intermediários. Conseqüentemente, cada desempenho foi sendo progressivamente decomposto em desempenhos mais específicos que caracterizavam aprendizagens necessárias para a execução do desempenho mais geral. Este procedimento, do qual um maior detalhamento se encontra na referência 4, resultou num novo programa\*, cuja discussão é o objeto deste artigo.

\* Cópia do programa completo será enviada a quem a solicitar aos autores.

## DISCUSSÃO

Uma das características fundamentais da proposta de programa aqui em discussão, a qual a distingue inequivocamente da maioria das propostas existentes, é a explicitação clara das habilidades que o aluno deve apresentar em relação a cada assunto ou tópico abordado. Cabe ressaltar que esta proposta não se constitui num plano ou programa de ensino; assim, a seqüência em que esses assuntos ou tópicos podem ser ensinados, bem como a metodologia de ensino a ser empregada para que os alunos adquiram as habilidades especificadas, devem ser objeto de pesquisas e estudos outros. Exemplificando melhor esta explicitação de habilidades, apresenta-se nos Quadros 1 e 2 o que consta, para dois assuntos diferentes, no programa de vestibular da UFSCar até 1983 e no atual (proposta aqui discutida).

### QUADRO 1

Comparação entre os programas de vestibular da Universidade Federal de São Carlos, atual e anterior, relativa ao tópico "equilíbrio químico de solubilidade".

---

#### PROGRAMA ANTERIOR (até 1983)

Solubilidade. Produto de solubilidade.

#### PROGRAMA ATUAL (proposta no anexo)

Calcular a solubilidade (gramas do sal por litro de solução) de um sólido iônico pouco solúvel:

- calcular a concentração do sal dissolvido;
- escrever a expressão para a constante de equilíbrio ( $K_{ps}$ );
- escrever a equação química balanceada para a dissociação

---

### QUADRO 2

Comparação entre os programas de vestibular da Universidade Federal de São Carlos, atual e anterior, relativa ao tópico "Termodinâmica".

---

#### PROGRAMA ANTERIOR (até 1983)

Reações exergônicas e endergônicas. Aditividade dos calores de reação: lei de Hess. Entalpia e energia de ativação. Entropia.

#### PROGRAMA ATUAL (proposta no anexo)

Calcular o calor absorvido ou desprendido por uma reação química:

1. a partir dos calores de formação dos reagentes e produtos;
2. caracterizar calor de formação de uma substância, utilizando a lei de Hess.
3. caracterizar calor de combustão, de decomposição, de dissociação e de ionização
4. caracterizar reações exotérmicas e endotérmicas.

O Quadro 1 mostra que o programa atual deixa claro que, quanto ao Equilíbrio Químico de Solubilidade, a habilidade desejada é o Cálculo da solubilidade de um sal pouco solúvel, a partir do valor da sua constante de dissociação ( $K_{ps}$ ) e da equação química balanceada para a dissociação. Já o Quadro 2 mostra que, quanto à Termoquímica, a habilidade desejada é o cálculo do calor de reação, seja a partir de calores de formação ou utilizando a lei de Hess.

Por um lado, vale lembrar que a especificação de habilidades (objetivos) intermediárias, envolvidas em habilidades mais amplas, não chega ao nível de explicitar todas as habilidades mais simples necessárias para a aprendizagem da habilidade desejada. Este detalhamento, naturalmente, deve fazer parte dos livros didáticos; assim, o programa não explicita as habilidades necessárias para aplicar a lei de Hess.

Por outro lado, para muitos parece desnecessária a especificação das habilidades desejadas em relação a cada assunto ou tópicos. Esses muitos supõem que a simples menção do assunto ou tópico já deixa claro quais as habilidades que se espera do aluno. Entretanto, entendemos que tal suposição não é válida, porque, na maioria das situações, os docentes envolvidos com a elaboração de questões do vestibular além de, em geral, não militarem no ensino de 2º Grau, inferem diferentes habilidades a serem cobradas. Ademais, salvo raras exceções, os envolvidos na preparação de provas de vestibular variam com bastante frequência, o que faz com que as habilidades desejadas para cada assunto ou tópico também variem.

Outra das características fundamentais da proposta de programa aqui em discussão, a qual também a distingue da maioria das propostas atuais, é uma ênfase equilibrada entre química teórica e química descritiva. Este equilíbrio foi introduzido com o intuito de se corrigir uma distorção característica dos últimos vinte anos,<sup>5</sup> qual seja uma ênfase exagerada no estudo de teorias para explicar os fenômenos químicos, em detrimento do estudo descritivo dos fenômenos e das substâncias envolvidas. Esta ênfase em teoria está claramente explicitada no prefácio do livro "Química — Uma Ciência Experimental";<sup>6</sup> onde se lê: "Como convém num curso moderno de Química, são apresentados princípios unificadores tomando por base o trabalho no laboratório. Depois de estar familiarizado com esses princípios gerais, não há mais necessidade de memórias sem fim de inumeráveis fatos químicos". Esta opção por um equilíbrio entre teoria e descrição<sup>7</sup> foi feita considerando que as teorias são formulações propostas na tentativa de explicar os fenômenos; daí, a importância de se conhecer os fenômenos e as substâncias neles envolvidas. Além disso, cabe ressaltar que as teorias mudam (avanço da ciência) e os fatos não.

Um cuidado que se teve ao introduzir uma maior fração de química descritiva, foi incluir, equilibradamente, fenômenos químicos envolvendo substâncias orgânicas e inorgânicas. Esta é outra característica desta proposta, que a distingue dos programas atuais.

Uma quarta característica própria desta proposta é a explicitação clara dos aspectos quantitativos que os egressos do segundo grau devem dominar (cálculos químicos).

Os programas atuais só permitem que se infira, nem sempre adequadamente, quais os aspectos quantitativos que devem ser considerados.

Outra característica própria da proposta é explicitar para o candidato a necessidade dele correlacionar as propriedades físicas de sólidos, líquidos e soluções líquidas com suas ligações químicas e/ou interações intermoleculares. Com isto, espera-se que o conhecimento do candidato sobre ligações químicas e interações intermoleculares não se limite somente a definições.

A seguir serão feitos alguns comentários sobre a exclusão de alguns tópicos tradicionalmente presentes em programas de vestibular.

O primeiro desses tópicos refere-se ao conceito de hibridação. Cabe lembrar que este conceito foi introduzido nos livros didáticos para o 2º Grau com o intuito de explicar a geometria molecular. A compreensão do conceito de hibridação requer uma fundamentação físico-matemática que transcende o nível dos conhecimentos tradicionalmente ensinados no 2º Grau. Conseqüentemente, a inclusão deste conceito no programa do 2º Grau tem sido objeto de discussões.<sup>8</sup> Por outro lado, a geometria molecular pode ser explicada, tão eficientemente quanto por hibridação, através de um modelo simples que leva em conta as repulsões entre os pares de elétrons da camada de valência.<sup>9</sup> Assim, a nossa proposta é que o ensino dos conceitos de orbitais moleculares, hibridação, etc. seja feito prioritariamente no 3º Grau.

Quanto às funções termodinâmicas frequentemente encontradas em livros didáticos para o 2º Grau, entendemos que somente uma delas (entalpia) é suficiente para a compreensão, a nível do 2º Grau, das variações de energia que acompanham as reações químicas. Assim, as demais funções (energia livre de Gibbs e entropia) não foram incluídas na proposta.

Finalmente, a proposta não inclui nenhum tópico relativo a Reações Nucleares. Esta exclusão, ao contrário das anteriormente mencionadas, não significa que o seu ensino deva ser prioritariamente reservado para o 3º Grau. Neste caso, a exclusão foi determinada pelo fato de que os conhecimentos envolvidos não foram considerados como requisitos para as disciplinas introdutórias de química da UFSCar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo tem como objetivo chamar a atenção da comunidade de professores de Química (2º e 3º Grau) para a necessidade de uma discussão ampla e profunda do papel dos programas de vestibular editados pelas Instituições de

Ensino Superior. Ao mesmo tempo, em decorrência de suas características, a proposta relatada já contém alguns primeiros subsídios para esta discussão.

Considerando a grande influência que o exame tem exercido sobre o ensino de 2º Grau, esta discussão é fundamental para que, posteriormente, se possa definir claramente o programa de Química do 2º Grau.

Uma primeira versão do programa aqui descrito definiu o conteúdo das provas de Química dos vestibulares da UFSCar realizados em 1984 e em 1985. A análise do desempenho dos candidatos destes exames ainda está sendo feita e os seus resultados serão oportunamente relatados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Senapeschi, A.N.; Mendes, A.M.; Rodrigues, M.A.; Bocchi, N.; Silva, R.R. e Rocha Filho, R.C. — Uma Análise de Condições Institucionais no Curso de Química da UFSCar. *Ciência e Cultura*, 37(9):1397-1405 (1985).
- 2 Nogueira, J.C.; Silva, R.R.; Rocha Filho, R.C.; Hartwig, D.R.; Dal Pian, M.C.; Tunes, E.; De Rose, J.C.C.; Bori, C.M. e De Rose, J.M.S. — Descrição e Análise de Problemas de Desempenho de Professores de Química do Segundo Grau na Região de São Carlos, São Paulo. *Química Nova*, 4(2), p. 44. (1981).
- 3 Bori, C.M.; Botomé, S.P.; De Rose, J.C.C. e Tunes, E. — Desempenho de Professores Universitários no Levantamento e Caracterização de Problemas de Ensino: Descrição de um Procedimento. *Anais da Sociedade de Psicologia de Ribeirão Preto*. VIII Reunião Anual de Psicologia, Ribeirão Preto, p. 18 (1978).
- 4 Silva, R.R.; Botomé, S.P. e Souza, D.G. — Ensino de Química Geral na Universidade: Relato de uma Experiência para Definição de Objetivos de Ensino. *Química Nova*. Submetido para publicação (1983).
- 5 Schmuckler, J.S. — Academic-Industrial Interface: High School Level. *Journal of Chemical Education*, 58, 497 (1981).
- 6 Chemical Education Material Study — Química uma Ciência Experimental — Trad. de A.R. Berardinelli. São Paulo, Edart — São Paulo — Livraria Editora Ltda, 1966.
- 7 Hudson M. — Why Should we Teach Descriptive Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 57, 770 (1980).
- 8 Morwick, J. J. — Should Orbitals be Taught in High School? *Journal of Chemical Education*, 56, 262 (1979).
- 9 Smith, D.W. — The Valence Bond Interpretation of Molecular Geometry. *Journal of Chemical Education*, 57 106 (1980).