

Abordagem de conceitos sobre equilíbrio químico nos processos seletivos para o ingresso no ensino superior

Approach to chemical equilibrium concepts in the selection processes for entry into higher education

*Rejane Maria Ghisolfi da Silva*¹

*Julienne Leonel de Almeida Mendonça*²

*José Gonçalves Teixeira Júnior*³

1. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Metodologia do Ensino, proferejane@gmail.com

2. Escola Estadual Maria da Conceição Barbosa de Souza, Uberlândia, jlamendonca@hotmail.com

3. Universidade Federal de Uberlândia, FACIP – Campus Tupã, goncalves@pontal.ufu.br

Resumo

O estudo do tema equilíbrio químico, devido a sua complexidade tem sido objeto de diversos estudos. Muitos professores justificam a presença de tal conteúdo por ser um assunto cobrado no vestibular. Por isso, neste trabalho verifica-se a presença de questões sobre o equilíbrio químico em provas de vestibular de uma universidade, no período de 1998 a 2004. Foram analisadas vinte e oito provas com questões de múltipla escolha e discursivas. A análise mostra que setenta e cinco por cento das provas aparecem questões referentes ao Equilíbrio. Foram analisados os seguintes aspectos: contextualização e interdisciplinaridade; natureza dinâmica do equilíbrio químico; constante de equilíbrio; significado da K_c e K_p ; Princípio de Le Chatelier; pH e pOH e solução tampão. Porém, percebe-se que a maioria destas questões prioriza aspectos relacionados à memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade do aluno.

Palavras-chave: equilíbrio químico, vestibular, dificuldades conceituais.

Abstract

The study of the subject chemical equilibrium due to its complexity has been the subject of several studies. Many teachers justify the presence of such content to be a charged issue for college. Therefore, this study verifies the presence of questions about the chemical balance of evidence in a university entrance exam for the period 1998 to 2004. We analyzed twenty-eight trials with multiple choice questions and discursive. The analysis shows that seventy-five percent of the tests appear to balance issues. We analyzed the following aspects: *Contextual and interdisciplinary, dynamic nature of chemical equilibrium, equilibrium constant, meaning of K_c and K_p , Le Chatelier's principle, pH and pOH and buffer solution*. However, it is clear that most aspects of these issues emphasizes the memorization of information, names, formulas and knowledge fragments detached from reality as the student.

Key words: chemical equilibrium, college entrance exam, conceptual difficulties.

Introdução

As diversas iniciativas de inovação curricular instituídas pelos documentos legais – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Orientações Curriculares para o Ensino Médio, Exame Nacional do Ensino Médio – se constituem em objetos de várias discussões. Em tais discussões coabitam diferentes visões sobre educação e diferentes sentidos e significados atribuídos às práticas cotidianas das escolas.

Todavia, cada um dos documentos legais considera que é necessária uma mudança educativa nos modos de ensinar e aprender. Defende a significação do conhecimento escolar, a integração disciplinar, o desenvolvimento do raciocínio e a potencialização da capacidade de aprender. Como se vê, no prescrito, há uma promessa de responder às expectativas de um “novo” Ensino Médio, no qual espera-se que a Química possa “ser um instrumento da formação que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania” (BRASIL, 2002, p. 87). Desse modo, o ensino de Química assume outro caráter diferentemente do disciplinar e propedêutico.

No entanto, a promessa

Não passa de uma argumentação um tanto incoerente dos executores das diretrizes curriculares, associando discurso pedagógico atualizado a práticas tradicionais, revela que, independentemente do novo discurso político, intensamente veiculado nas escolas, o exame vestibular constitui, ainda, a maior preocupação dos educadores (BUENO, 2002, p.193).

Nesse caso, as propostas de ensino ficam subordinadas aos programas de ingresso no ensino superior servindo de referência para a elaboração de propostas curriculares. Assim, tais propostas são muito distantes do que é preconizado nos documentos legais que norteiam o ensino médio, pois as mesmas se limitam a um conjunto de conteúdos mínimos.

Concorre para manter essa situação, o fato de os docentes serem cobrados pelos pais e pela própria direção da escola no sentido de seguirem a risca os programas dos processos seletivos para obterem melhores índices de aprovação de seus alunos nos processos seletivos. Essa situação tem dificultado a ocorrência de mudanças coletivas na prática docente (ALLAIN, 2000, *apud* MENEZES; VAZ, 2002) mantendo a tensão sobre o sentido do ensino médio.

Não obstante, cabe aqui explicar, que o ensino médio passou por modificações. Antes, ele apresentava duas versões: a pré-universitária, que valorizava o domínio das disciplinas, consideradas como requisitos necessários para o ingresso no ensino superior, e a profissionalizante, que preparava o educando para o labor, através de uma especialização de caráter técnico.

Nesse sentido, é possível inferir que os documentos legais esclarecem que o novo ensino médio não tem caráter pré-universitário nem profissionalizante, mas assume a responsabilidade de concluir a educação básica. “Isso significa preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho”. (BRASIL, 2002, p. 08).

Ademais, os documentos legais sugerem mudanças, em relação às propostas curriculares, sinalizando a importância do ensino pautado em duas perspectivas de extrema relevância: a interdisciplinaridade e a contextualização. Conforme apresentado nos documentos legais estas vertentes facilitam o desenvolvimento dos conteúdos a serem ensinados (BRASIL, 1999) e possibilitam uma melhor organização curricular que permite superar os currículos abarrotados de informações; utilizar estratégias de ensino que valorizem o raciocínio mais que a memorização; organizar os conteúdos de estudo em áreas

interdisciplinares e estimular o aluno a ter autonomia intelectual por meio da contextualização do ensino, dando significado ao aprendizado, a fim de proporcionar a ele a obtenção do conhecimento (BRASIL, 1999).

Dessa forma, verifica-se que as propostas incluídas nos documentos oficiais englobam a interdisciplinaridade, tida como as relações entre as disciplinas, que envolve as competências que cada disciplina desenvolve e a contextualização do conhecimento, concebida na concretização dos conteúdos em situações cotidianas e próximas, na interação entre teoria e prática e, ainda, como um meio capaz de dar significado ao conhecimento escolar construído pelo aluno.

A interdisciplinaridade e a contextualização são eixos norteadores de um currículo por competências, conforme as DCNEM. A contextualização está associada a uma aprendizagem que tenha sentido para o aluno e se recomenda o trabalho, a cidadania, o corpo, a saúde e o meio ambiente como contextos principais, embora maior ênfase seja dada ao trabalho. Busca-se nesse contexto principal a consolidação da relação entre a teoria e a prática (RICARDO; ZYLBERSTAJN, 2008, p. 271).

Dito isto, compreende-se a importância de superar o ensino fragmentado e baseado no acúmulo de informações. Os documentos oficiais trazem a seguinte explicação para estas duas práticas de ensino:

Interdisciplinaridade e Contextualização são recursos complementares para ampliar as inúmeras possibilidades de interação entre disciplinas e entre as áreas nas quais as disciplinas venham a ser agrupadas. Juntas, elas se comparam a um trançado cujos fios estão dados, mas cujo resultado final pode ter infinitos padrões de entrelaçamento e muitas alternativas para combinar cores e texturas (BRASIL, 1999, p. 97, grifos do autor).

Leal (2003) ressalta que a interdisciplinaridade e a contextualização estão muito firmadas no ambiente escolar, mas há um distanciamento entre o que está exposto na lei e o que realmente é possível de ser feito. Dessa forma, entende-se a importância do ensino interdisciplinar e contextualizado, no entanto, tem-se o propósito de fugir da ingenuidade de que estas práticas sejam simples de serem aplicadas, quando se leva em conta a realidade das instituições educacionais, bem como dos profissionais envolvidos com a educação, que precisa ser repensada.

No caso específico de Química, Chassot (1995, p. 47) afirma que “fazer educação através da Química significa um continuado esforço em colocar a ciência a serviço do mundo da vida, na interdisciplinaridade, no intercâmbio das ciências entre si”. Independentemente do objetivo definido nos norteadores legais para o ensino médio não priorizar os processos seletivos de ingresso ao ensino superior, “em essência o que se busca é melhorar o ensino e a aprendizagem de Química” (CHASSOT, 1995, p. 48), o que conseqüentemente, acarreta a melhor formação do aluno tanto para a vida quanto para a continuidade de seus estudos.

Embora tenhamos os norteadores legais que negam a tradição conteudista e seletiva do ensino médio corroboramos com Pozo e Crespo (2009) que é preciso buscar novas metas educacionais que contribuam para se obter uma educação científica mais eficaz, ou seja, uma educação em que os alunos realmente aprendam. Para isso, Jiménez Aleixandre e Sanmartí (1997) estabelecem cinco metas ou finalidades para a melhoria da educação científica: aprendizagem dos conceitos e a construção dos modelos; desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio científico; desenvolvimento de habilidades experimentais e a resolução de problemas; desenvolvimento de atitudes e valores; construção de uma imagem de ciência.

O Equilíbrio Químico em questão

Nesse trabalho vamos nos deter na aprendizagem de conceitos que requer a superação das dificuldades de compreensão e envolve trabalhar os conteúdos conceituais. O conteúdo conceitual que vamos tomar para análise se refere a equilíbrio químico, que devido a sua complexidade tem sido objeto de diversos estudos (PEREIRA, 1989; MACHADO; ARAGÃO, 1996; MILAGRES; JUSTI, 2001; SITANAKA, 2001; SOARES, 2001, HERNANDO, *et al.*, 2003, TEIXEIRA JÚNIOR, SILVA, 2009a; 2009b).

Segundo Machado e Aragão (1996), as ideias dos alunos parecem ter origem na forma como o conceito é abordado nas aulas de Química e nos livros didáticos, com pouca ênfase em aspectos qualitativos e conceituais não sendo suficientes a definição dos conceitos e a realização de exercícios quantitativos. Pereira (1989, p. 76) aponta que os alunos têm dificuldades de interpretar o rendimento e extensão de uma reação e que os enunciados de alterações à posição de equilíbrio introduzem uma característica vetorial ao incluir expressões como “a posição de equilíbrio moveu-se para...”.

Hernando e colaboradores (2003), também, realizaram um trabalho de revisão selecionando os principais obstáculos de aprendizagem encontrados em estudantes de Química, devido a deficiências conceituais, epistemológicas e atitudinais do ensino convencional dos conceitos científicos e, em particular, aquelas que não levam em conta as orientações construtivistas. Dentre os pontos levantados por Hernando e colaboradores (2003, p. 112) estão: i) saber caracterizar macroscopicamente quando um sistema químico alcança o estado de equilíbrio – relacionando com as variações das propriedades do sistema (temperatura, pressão); ii) atribuir, em escala microscópica, um caráter dinâmico ao estado de equilíbrio e saber solucionar um problema aplicando este modelo; iii) entender que a igualdade das velocidades não significa que a extensão dos processos direto e inverso é a mesma (ou seja, que a reação não ocorre necessariamente com rendimento de cinquenta por cento); iv) saber aplicar diferentes estratégias para concluir qual será o sentido da evolução do sistema em equilíbrio quando este é perturbado – levando em consideração as limitações do princípio de Le Chatelier.

Assim, um traço característico das aprendizagens sobre equilíbrio químico se refere ao fato de que alguns alunos são capazes de relacionar aspectos quantitativos deste conceito, como calcular constantes de equilíbrio, prever se o “equilíbrio se desloca para a direita, formando produtos” ou “para a esquerda, regenerando os reagentes”. Porém, a maioria deles não consegue compreender aspectos qualitativos, ou seja, o que ocorre em um sistema no estado de equilíbrio no nível atômico-molecular. Também não têm compreensão do porque aprender equilíbrio químico. Já os professores de Química justificam que ensinam sobre equilíbrio químico por ser cobrado no vestibular.

Considerando que as provas do vestibular “influenciam sobremaneira o currículo de Química que é trabalhado nas salas de aula” (NERY; LIEGEL; FERNANDEZ, 2007), e que o conteúdo programático é bastante extenso, especificamente no que se refere ao tópico Equilíbrio Químico, sentiu-se a necessidade de verificar os modos de abordagem e os principais aspectos tratados nas questões de vestibular para ingresso em uma universidade pública. É importante destacar que o conteúdo cobrado nos processos seletivos influencia e direciona além dos livros didáticos, o trabalho realizado pelos professores em sala de aula, muitas vezes dando pouca atenção aos significados e à contextualização dos conteúdos químicos, em prol da abordagem, muitas vezes superficial, de todo conteúdo programático estabelecido pelas universidades. “Como conseqüência, freqüentemente os conteúdos são simplesmente transmitidos e não necessitam mais do que serem memorizados e devolvidos pelos estudantes” (NERY; LIEGEL; FERNANDEZ, 2007).

Metodologia

Em busca de respostas para os questionamentos foram analisadas 28 exames do processo seletivo de uma universidade pública brasileira, do período de 1998 a 2004, sendo 14 da primeira etapa, com questões de múltipla escolha e, outras 14 da segunda etapa, com questões discursivas. Para a caracterização das questões dos vestibulares, foi utilizada a metodologia de análise de conteúdo (BALDIN, 1984) e como referências selecionamos algumas categorias com base nos níveis de exigência do conteúdo programático do vestibular. Os níveis são: “reconhecer a natureza dinâmica do estado de equilíbrio: equilíbrio homogêneo e heterogêneo”; “escrever a expressão da constante de equilíbrio em função da concentração K_c e pressão parcial K_p ”; “interpretar o significado da K_c e K_p : proporcionalidade; interpretar o Princípio de Le Chatelier”; “reconhecer o meio neutro, ácido e básico: escalas de pH e pOH”; “definir e interpretar a constituição da solução tampão”; “interpretar o princípio de Le Chatelier aplicado a equilíbrio heterogêneo”; “contextualização” e “interdisciplinaridade”. A partir dos pontos selecionados analisamos novamente as questões registrando a porcentagem de ocorrência de cada uma delas e aspectos ligados a contextualização do ensino.

Resultados e discussão

A análise das provas permite inferir que o tema equilíbrio químico é considerado de grande importância pela equipe que prepara as provas, uma vez que nas vinte e oito provas analisadas, existem trinta e uma questões referentes a este assunto, chegando a aparecer três questões em uma mesma prova. Em 81,5% dos exames apareceram alguma questão sobre equilíbrio, sendo que 64,5% destas questões na primeira etapa, onde as questões são de múltipla escolha e 35,5% nas provas da segunda etapa, com questões discursivas.

Para a melhor apresentação e análise, os resultados são discutidos segundo as questões de estudo, estruturadas nos seguintes itens: *contextualização e interdisciplinaridade; natureza dinâmica do equilíbrio químico; constante de equilíbrio; significado da K_c e K_p ; Princípio de Le Chatelier; pH e pOH e, solução tampão.*

Contextualização e interdisciplinaridade

No tocante, a contextualização na maioria das questões analisadas (60%) inicia com algum assunto ligado ao cotidiano do aluno ou apresenta informações interessantes sobre alguns produtos químicos, como por exemplo, compostos biodegradáveis, utilização da soda cáustica, água sanitária, bicarbonato de sódio, ácidos utilizados no dia-a-dia, reações ocorridas no esmalte do dente, dentre outras. Estes exemplos aparecem introduzindo as questões, servindo apenas de curiosidade ou ilustração, não sendo importante sua leitura nem mesmo algum raciocínio sobre eles para a realização das questões.

Este fato pode ser observado na questão:

“A solução de iodo (I_2) tem propriedades anti-inflamatórias e tem uso tópico. A constante de equilíbrio (K) para a reação $I_2(\text{água}) \leftrightarrow I_2(\text{CCl}_4)$ tem um valor aproximado de 100 à temperatura ambiente. Se em um determinado tempo a concentração de I_2 em água é 0,1 mol/L e de I_2 em CCl_4 é 1 mol/L, pode-se afirmar que: *i)* não ocorre nenhum movimento de I_2 entre os solventes; *ii)* I_2 se moverá da água para CCl_4 ; *iii)* haverá redução da concentração de I_2 na solução de CCl_4 ; *iv)* haverá redução da concentração de I_2 na solução de água”. (questão vestibular 1999)

Como visto, a contextualização parece ser apenas para ilustrar a questão. Não foi cobrado nada sobre as propriedades anti-inflamatórias da solução de iodo. Tal informação poderia estar relacionada com termoquímica, por exemplo.

Segundo os PCNEM e os PCN+, a contextualização tem as funções de transposição didática, de concretização dos conteúdos curriculares na relação entre teoria e prática e de aplicação dos conhecimentos constituídos. Além disso, deve ter o papel central de formação da cidadania pela reflexão crítica da situação existencial dos educandos.

A abordagem de temas químicos sociais, segundo Santos e Schnetzler (1996, p. 30), não pode se dar no sentido apenas da curiosidade, da informação jornalística, da discussão ideológica, da mera citação descontextualizada da aplicação tecnológica de determinados princípios ou, ainda, da simples compreensão dos conceitos químicos relativos ao tema, sem uma discussão crítica de suas implicações sociais. “Os temas químicos sociais não tem um fim em si mesmo, mas sim uma função de contextualizar o conhecimento químico”.

Natureza dinâmica do Equilíbrio

Como é possível observar na Tabela 1, em apenas treze por cento das questões são levantados aspectos referentes a natureza dinâmica do equilíbrio. Destes a maioria (75%) referem-se a aspectos do equilíbrio homogêneo.

Tabela 1: Frequência de questões de vestibular em relação aos níveis de exigência do conteúdo programático da universidade.

Conceituar hidrólise e prever o pH de soluções aquosas de sais (aspecto qualitativo).	32%
Reconhecer o meio neutro, ácido e básico: escalas de pH e pOH.	26%
Analisar os aspectos qualitativos e conceituais de um sistema heterogêneo em equilíbrio.	23%
Relacionar a constante de ionização e força do ácido: distinguir ácido forte e fraco.	23%
Efeito do íon comum e o grau de ionização de ácidos e bases fracas:	19%
Interpretar o princípio de Le Chatelier aplicado a equilíbrio heterogêneo	19%
Escrever a expressão da constante de equilíbrio em função da concentração Kc	16%
Conceituar solubilidade e constante do produto de solubilidade	13%
Relacionar Kc e Kp com a extensão da reação.	10%
Efetuar cálculos simples envolvendo Kc.	10%
Reconhecer a natureza dinâmica do estado de equilíbrio: equilíbrio homogêneo	10%
Constantes de ionização para ácidos com mais de um hidrogênio ionizável.	10%
Efetuar cálculos envolvendo solubilidade e constante do produto de solubilidade.	10%
Efeito da diluição e o grau de ionização de ácidos e bases fracas:	6%
Definir e interpretar a constituição da solução tampão.	6%
Aspectos qualitativos de uma solução tampão	6%
Efetuar cálculos envolvendo Kc para equilíbrio heterogêneo	6%
Natureza dinâmica do estado de equilíbrio: equilíbrio heterogêneo.	3%

São questões relativamente fáceis, mas Pereira (1989, p. 77) já havia relatado a dificuldade que os alunos encontram em reconhecer a natureza dinâmica do equilíbrio, pensando que seria possível aplicar pressão ou calor a apenas um dos “lados” do equilíbrio, ou em alterações de concentração só dos reagentes ou só dos produtos ou ainda pensar que as colisões têm lugar apenas entre reagentes ou entre produtos. Esta visão teria origem na posição da seta dupla, na equação química, separando reagentes e produtos, bem como de frases que incluem um sentido ligado à condição de equilíbrio.

Constante de equilíbrio

De acordo com o conteúdo programático do vestibular, o aluno deve saber escrever a expressão da constante de equilíbrio químico em termos da concentração K_c e em termos da pressão parcial K_p . Mas nas provas analisadas é cobrado apenas em termos da concentração. Em 16% das questões há itens pedindo tal informação.

Porém, nas provas analisadas, não foi observada nenhuma questão que causasse dúvidas nos alunos, como algumas encontradas em livros didáticos que apresentam diferentes formas de se representar a expressão da constante de equilíbrio:

“Assinale a opção que apresenta a expressão da constante de equilíbrio, em termos de concentração de reagentes e produtos, para a reação: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \leftrightarrow 2HI_{(g)}$: A) $[HI]^2/[H_2][I_2]$; B) $[H_2][I_2]/[HI]^2$; C) $[HI]^2/[H_2]+[I_2]$; D) $[H_2][I_2]/2[HI]$; E) $2[HI] / [H_2][I_2]$ ” (PERUZZO; CANTO, 1999, p. 221, ex.2)

Pereira (1989, p. 79) descreve que muitos alunos têm dificuldade neste tipo de questão, pensando que as concentrações elevadas ao quadrado, representam a metade da concentração, ou que a concentração é duplicada e depois elevada ao quadrado.

Significado de K_c e K_p

Sobre o item interpretar o significado da K_c e K_p : proporcionalidade, não foi encontrada nenhuma questão.

As questões encontradas sobre a constante de equilíbrio pediam que o aluno efetuasse cálculos simples e, a partir destes, predizer a extensão da reação. Se a constante é maior do que um, significa que o equilíbrio está deslocado no sentido de formação dos produtos e se for menor do que um, estará deslocado no sentido de regeneração dos reagentes.

Os cálculos cobrados nas questões realmente são simples, mas Pereira (1989, p.79) ressalta que as respostas aos problemas numéricos são menos importantes do que a compreensão dos meios usados para obtê-las. Muitos alunos memorizam alguns métodos de resolução de problemas e não pensam sobre o processo, prosseguindo muitas vezes para a substituição numa fórmula em casos onde esta não se aplica.

Princípio de Le Chatelier

Um dos grandes problemas para interpretação do Princípio de Le Chatelier reside no fato de muitos alunos considerarem um sistema compartimentalizado, como já discutido acima. Para os alunos que são capazes de visualizar o efeito de alterações à posição de equilíbrio considerando o sistema como um todo, o efeito qualitativo de alterações de concentração de um dos componentes presentes na reação de equilíbrio não parece oferecer dificuldades ao aplicar este princípio ou raciocinar no aspecto qualitativo usando a constante de equilíbrio.

Nas questões do vestibular da universidade “A”, este princípio aparece em 19% destas aplicados ao equilíbrio heterogêneo, em 10% relacionados ao equilíbrio homogêneo e em 6%, aplicadas ao conceito de solução tampão, num total de 35% das questões. A grande maioria destas relacionam o princípio de Le Chatelier a variação da concentração de reagentes e produtos (80%) e a temperatura (20%). Não foram encontradas questões relacionadas a variação da pressão. Já o catalisador, que não desloca o equilíbrio, por diminuir a energia de ativação tanto da reação direta, quanto da inversa, aumentando as velocidades das duas reações, é cobrado em apenas uma questão, no qual pergunta-se por que é necessário a presença de catalisador no processo de Haber-Bosh, para a síntese da amônia.

Um exemplo da forma como o Princípio de Le Chatelier é cobrado nas provas é:

“Através da oxidação de dióxido de enxofre, é obtido o trióxido de enxofre, um dos principais componentes da chuva ácida, conforme a reação representada pela equação: $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \leftrightarrow 2SO_{3(g)}$. Considerando um recipiente de volume fixo, em que a reação entre SO_2 e O_2 está em equilíbrio, o que ocorrerá com a velocidade da reação de formação de SO_3 , se for adicionado mais O_2 ? Justifique”. (questão vestibular 1999)

pH e pOH

Um elevado número de questões (68%) são referentes aos conceitos de pH e pOH. Porém, são cobrados raciocínios simples sobre o meio (ácido, básico ou neutro), exigindo poucos cálculos, como por exemplo, na questão:

“Com base no equilíbrio da dissolução da anilina, pode-se afirmar que sua solubilidade em água será maior quando: A) o pH da solução for menor que 5; B) o pOH da solução for menor que 6; C) o pOH da solução for igual a 7; D) se adiciona amônia (NH_3) à solução”. (questão vestibular 2003)

Antunes e colaboradores (2009) afirmam que este é o potencial hidrogeniônico (pH) é dos temas do Ensino Médio que poucas vezes aparece relacionado com outras áreas do conhecimento ou com situações do cotidiano do aluno. Estes autores afirmam ainda a falta de contextualização e da discussão sobre a importância e a aplicação destes conceitos, faz com que os alunos acabem “por considerar o conteúdo sem sentido, já que não conseguem estabelecer relações entre ele e o seu cotidiano. Em função disso, passam a apenas memorizar os conceitos e as fórmulas matemáticas presentes nessa matéria.” (ANTUNES *et al.*, 2009)

Solução tampão

Denomina-se solução tampão aquela que praticamente não sofre variação de pH ou de pOH pela adição de pequenas quantidades de ácidos fortes ou de bases fortes. O sangue, por exemplo, é uma solução tampão cujo pH se mantém constante e igual a 7,4. Este é um assunto muito importante dentro do conteúdo de equilíbrio químico e poderia estar associada aos sistemas tamponantes do oceano ou ao funcionamento do organismo humano e de outros animais.

Nas questões do vestibular da “A”, foram observadas a existência de quatro questões sobre solução tampão. Das quatro, apenas uma é contextualizada. Num das questões (vestibular 2000), há um texto introdutório sobre o sistema tamponante do sangue. Em seguida é perguntado: “Explique, segundo o conceito ácido - base, como o sistema tampão HCO_3^- e H_2CO_3 em um organismo sadio impede que o ácido láctico, produzido em uma reação metabólica, provoque a diminuição do pH do sangue para valores abaixo de 7,35”. Esta é a única questão contextualizada sobre equilíbrio químico de todas as provas analisadas.

A maioria das questões é explicitada da seguinte forma:

“A reação, em solução aquosa, de 1 mol de HCl com 1 mol de NH_4OH , resulta na formação de água e de um sal solúvel, fazendo com que a solução apresente: A) a formação de um sistema tampão; B) $pH > 7$; C) $pH = 7$; D) $pH < 7$ ”. (questão vestibular 2002)

O maior problema deste tipo de questão, mais uma vez é o fato de os professores, das escolas investigadas, não conseguirem tempo hábil para trabalhar equilíbrio em meio aquoso.

Considerações Finais

A análise mostra que a maioria das questões sobre Equilíbrio Químico encontradas nas provas de vestibular da universidade pesquisada prioriza a memorização de informações,

nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade do aluno. Ao contrário deveria enfatizar questões que possibilitassem ao aluno uma compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

Nessa perspectiva, é preciso que o processo ensino-aprendizagem seja dinâmico e não mecânico, e que acarrete a construção do conhecimento e não um processo ritualístico e memorístico. Assim, uma das alternativas para transformar o quadro descrito, é fundamentar o processo de ensino-aprendizagem com práticas que “buscam dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização e evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade” (BRASIL, 1999, p. 12).

Considera-se, então, a importância de abordagens que tenham significado para os alunos e que estejam relacionadas com o sentido que dão àquilo que se ensina, levando-se em conta o contexto em que o educando está inserido. Para Hengemühle (2008, p. 23) dar significado ao conteúdo não é aplicar algo no presente, pois “nem tudo é possível aplicar, mas tudo é possível significar”.

Hengemühle (2008, p. 24) explica que, “quando se contempla apenas o produto final (fórmulas, informações...), esse é privado do seu significado histórico, isto é, esquece-se as razões pelas quais ele foi constituído”. Assim, o ensino se torna inútil e improdutivo. Completa o autor que “dessa forma, as informações, as fórmulas tornam-se estéreis, por não conseguirem se fazer significativas no contexto, nas situações em que hoje são abordadas” (HENGEMÜHLE, 2008, p. 25).

É importante destacar que após o ano de 2005 ocorreram melhorias significativas nas questões do vestibular da universidade analisada. Passou-se a contemplar questões com caráter interdisciplinar e também a valorização da contextualização, em detrimento da ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade do aluno.

Percebe-se que muitos processos seletivos ainda hoje não conseguem incorporar o que foi gestado nas universidades e colocado no papel por meio dos documentos legais orientadores do ensino no Brasil, no caso, os Parâmetros Curriculares Nacionais, as Orientações Curriculares Nacionais e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. O fato de esses exames serem elaboradas por docentes de instituições superiores parece protegê-las de críticas necessárias. Os elaboradores de provas de vestibular conhecem esses documentos? Estariam esses professores preparados para elaborar questões que incorporem, de fato, a contextualização, a interdisciplinaridade, os aspectos históricos? Estariam eles capacitados para questionar a relevância do conteúdo de equilíbrio químico na resolução de problemas reais, que alunos de nível médio tivessem a capacidade para resolvê-los? São questionamentos pertinentes e necessários. Por isso, pretende-se dar continuidade neste trabalho, realizando a análise das questões referentes ao período de 2005 ao atual.

Referências

ANTUNES, M.; ADAMATTI, D. S.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M. pH do solo: determinação com indicadores ácido-base no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 4, Nov. 2009.

BALDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Edições 70, Lisboa, 1984.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: 1999.

_____. Ministério da Educação. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: 2002.

BUENO, M. S. S. “Políticas inclusivas, diretrizes e práticas excludente: o ensino médio na perspectiva da educação básica”. In: ZIBAS, Dagmar; AGUIAR, Márcia; BUENO, Marias. **O ensino médio e a reforma da educação básica**. Brasília: Plano Editora, 2002.

CHASSOT, A. I. **Para que(m) é útil o ensino?** Canoas: Ed. da ULBRA, 1995.

HENGEMÜHLE, A. (Org.); SCHLATER, A. F. S. [et al.]. **Significar a educação: da teoria a sala de aula**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. p. 17-47.

HERNANDO, M., FURIÓ, C., HERNANDEZ, J.; CALATAYUD, M. L. Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje. **Enseñanza de la Ciencias**, n. extra, 2003, p. 111-118.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P.; SANMARTÍ, N. Qué ciência ensinar? Objetivos e contenidos de La educación secundaria”. In: L. Del Carmen (ad.) **Cuardenos de Formación Del Profesorado de Educación Secundaria: ciências de la naturaleza**. Barcelona: Horsori, 1997.

LEAL, M. C. **Apropriação do discurso de inovação curricular em Química por professores do Ensino Médio**. 296 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

MACHADO, A. H., ARAGÃO, R. M. R. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Revista Química Nova na Escola**, n.4, nov. 1996, 18-20.

MENEZES, P. H.; VAZ, D. A. **A tradição e inovação no ensino de física e a influência na formação e profissionalização docente**. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8, 2002, Águas de Lindóia. *Atas...* Águas de Lindóia: [s. n.], 2002.

MILAGRES, V. S. O.; JUSTI, R. S. Modelos de ensino de equilíbrio químico – algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos no ensino médio. **Revista Química Nova na Escola**, n.13, Mai. 2001, p. 41-46

NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M.; FERNANDEZ, C. Um olhar crítico sobre o uso de algoritmos no Ensino de Química no Ensino Médio: a compreensão das transformações e representações das equações químicas. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**. v.6, n.3, p. 587-600, 2007.

PEREIRA, M. P. A. Equilíbrio Químico – dificuldades de aprendizagem I – revisão de opiniões não apoiadas por pesquisa. **Revista Química Nova**, 12(1), 1989, 76-81.

PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. **Química**, v. único. 1. ed. Ed. Moderna, 1999.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSTAJN, A. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para as ciências do Ensino Médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, nº. 03, p. 257-274, 2008.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social – o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Revista Química Nova na Escola**, n.4, nov.1996, p. 28-34.

SITANAKA, M. H. **Pesquisas recentes sobre ensino de química: implicações para o ensino do conceito de equilíbrio químico.** 120 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2001.

SOARES, M. H. F. B. **Obtenção e aplicação didática e analítica de pigmentos de origem vegetal: equilíbrio químico e análise instrumental.** 88 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.; SILVA, R. M. G. *Equilíbrio Químico na formação inicial docente.* Anais do VII ENPEC, Florianópolis, 2009.

TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.; SILVA, R. M. G. *Investigando a temática sobre equilíbrio químico na formação inicial docente.* Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 8, n. 2, p. 571-592, 2009.