



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



Significação do Conceito de Equilíbrio Químico na Interação entre Formação Inicial e Continuada de Professores

João Carlos Segatto Leite¹ *(IC), Eliana Aparecida Cadoná² (PG), Lenir Basso Zanon(PQ)³

*segattostudio1@gmail.com

1;Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande Sul- UNIJUI;Licenciando em Química

2;Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande Sul- UNIJUI;Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas

3;Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande Sul- UNIJUI;Docente do Departamento de Ciências da vida DcVida- UNIJUI

Palavras-Chave: Ensino aprendizagem, Ensino de química, Interações triádicas

Área Temática: Ensino e Aprendizagem - EAP

Resumo: O presente trabalho analisa um recorte dos resultados de pesquisa referentes ao ensino e aprendizagem do conceito "Equilíbrio Químico" no ensino médio, num espaço interativo de licenciandos, professores de ensino médio e da universidade, em aula da licenciatura em química (módulo triádico), na disciplina de *Seminário II*. As falas dos sujeitos foram transcritas e analisadas, em busca de compreender e reconstruir concepções sobre práticas de ensino e aprendizagem do referido conteúdo. Entender como a complexidade dos conceitos científicos escolares é compreendida pelos professores em formação inicial e continuada remete à necessidade de adequar conhecimentos pedagógicos, para que o conceito tenha sentidos aos estudantes como produção social de relevância para o estudante e a sociedade na qual ele esta inserido.

Na organização do currículo escolar de ensino médio (EM) em Química um dos conteúdos de grande importância é o que se refere à dinâmica das transformações dos materiais e substâncias numa infinidade de situações reais e fenômenos. Isso implica em compreender como acontecem as reações químicas ante as características ambientais que, em cada contexto, podem favorecer ou não o desenvolvimento das mesmas. Esse assunto que diz respeito ao sentido com que acontecem as reações químicas corresponde ao ensino do Equilíbrio Químico (EQ), o qual tem sido por nós tomado, nos últimos anos, como tema central que tem sido objeto de debates e reflexões nos *Módulos de Interação Triádica* (ZANON e SCHNETZLER, 2001) que vimos desenvolvendo e investigando. Este conteúdo, visto por professores e estudantes como o que acarreta dificuldades de entendimento, como apontam Machado e Aragão (1996), é importante de ser ensinado, pela riqueza das relações e (re)significações de conhecimentos químicos e cotidianos que o conceito permite.

Ao que parece, esse conceito tem grande riqueza e potencial para o ensino de química, uma vez que articula muitos outros temas, tais como reação química, reversibilidade das reações, cinética etc. Em geral, as abordagens encontradas nos livros didáticos, bem como as observadas em salas de aula do ensino médio, tendem a enfatizar aspectos quantitativos (matemáticos) relacionados ao conceito, em detrimento de uma abordagem qualitativa. Ou seja, percebe-se que ao final do estudo desse assunto



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



muitos alunos são capazes de calcular constantes de equilíbrio a partir das concentrações de reagentes e produtos e conseguem prever se o equilíbrio se desloca no sentido de favorecer a formação de reagentes ou de produtos. (Machado e Aragão 1996.p 32)

Outra justificativa da importância de se estudar o EQ reside na ampla discussão sobre o ensino desse mesmo na área de Educação Química, entre pesquisadores e educadores. O entendimento desse conceito exige a mobilização de conhecimentos com graus elevados de abstração, sendo importante refletir que aquilo que conhecemos de um modelo mental é o modelo expresso (Gilbert and Boulter, 1995) quimicamente, matematicamente, uma vez que sempre envolve formas específicas de linguagem e de representação simbólica. Em Química, queiramos ou não, uma ou outra forma de modelo mental ou representação das idéias são expressas por figuras, desenhos, esquemas, equações, diagramas, gráficos, metáforas, analogias ou outras formas de linguagem pertinentes à expressão das idéias e relações envolvidas em cada pensamento em questão.

O problema colocado em discussão nos Módulos é que pouco se estuda e reflete, na formação dos professores, sobre a relação entre tal característica do pensamento químico e o ensino dos conhecimentos químicos aos educandos, a exemplo do EQ. Ante a isso, o interesse tem sido voltado, nos Módulos, a análise e discussão, em interação com professores de EM, sobre como os estudantes de EM compreendem o EQ e como os futuros professores relacionam tal compreensão com práticas de professores experientes.

Partimos do pressuposto de que a formação do pensamento químico pelo educando requer a mediação de ferramentas simbólicas específicas. Isso exige interlocuções pertinentes a desafios configurados ao professor, com necessárias focalizações e atenções. Significar os conceitos científicos exige atenção aos movimentos de relação que caracterizam os processos de abstração a partir do signo e da palavra.

Todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. O signo mediador é incorporado à sua estrutura como uma parte indispensável, na verdade a parte central do processo como um todo. Na formação de conceitos esse signo é a palavra, que em principio tem o papel de meio na formação de um conceito e posteriormente, torna-se o seu símbolo. (Vigotsky, 1987, p.48).

Discutimos tal complexidade assumindo que “os objetos da ciência não são os fenômenos da natureza, mas construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza”, pois, “os conceitos da ciência são construções que foram inventadas e impostas sobre os fenômenos para interpretá-los e explicá-los, com grandes esforços intelectuais”. (DRIVER et al, 1999, p. 31/40). Vigotski (2001) nos remete a reflexão de que, na reconstrução teórica do real, os conceitos científicos se enriquecem de vivência seus significados evoluem, enquanto os conceitos do cotidiano se reorganizam, caminhando para a abstração, despregando-

se sempre mais dos conhecimentos vivenciais. Isso impõe exigências quanto a entender como os conceitos químicos significados pelos sujeitos de pesquisa, a exemplo do EQ, se relacionam com as próprias fontes de conhecimento e explicação, se eles conseguem se apropriar e compreender os sistemas de conceitos em relação envolvidos no processo de ensino e aprendizagem escolar.

Sobre os Caminhos da Pesquisa

Trata-se, de uma pesquisa de natureza qualitativa (Lüdke & André, 1986), centrada numa abordagem descritiva e interpretativa sobre o contexto de interação/formação em desenvolvimento, com foco na compreensão de explicações expressas pelos sujeitos, no espaço formativo que vem sendo desenvolvido e investigado. Na modalidade de pesquisa participante, os autores também são sujeitos de pesquisa, pois os pesquisadores também atuam nos processos de formação docente, na perspectiva da superação da dicotomia entre teorias e práticas educativas.

Nessa perspectiva, a pesquisa contempla uma modalidade de *investigação-ação crítica* (Carr e Kemmis, 1988; Contreras (1984). Os procedimentos metodológicos de construção e análise dos resultados partiram da gravação e transcrição das falas dos sujeitos, nos Módulos, com discussões subsidiadas por materiais de apoio (artigos publicados, excertos de livros didáticos de química de EM, modelos, questões, etc.) sobre os quais os sujeitos de pesquisa verbalizam conhecimentos, expressam idéias e concepções. Tais materiais contribuem, potencialmente, para que os sujeitos interajam a partir de certos referentes comuns, que orientariam linhas de posicionamento, argumentação e indagação nos diálogos em ação.

Este artigo foca analisa recortes dos Módulos 15 e 16. Para seu desenvolvimento foram elaborados subsídios, com foco nos livros didáticos de EM, no intuito de analisar como os conteúdos/conceitos são desenvolvidos e compreendidos no EM.

Para a gravação das falas dos sujeitos, todos os sujeitos participantes dos Módulos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Para garantir o anonimato dos sujeitos, eles são identificados por L - licenciandos, PEM – professores de EM e PU – professores da universidade, seguidos dos números 1, 2, 3, etc. As transcrições das falas dos sujeitos permitem análises com entrecruzamentos de resultados construídos ao longo dos semestres/anos.

Resultados e discussão

As discussões durante os *módulos triádicos* 15 e 16 diziam respeito ao ensino do conceito de EQ, partindo do pressuposto de que este é um dos mais complexos conceitos a ser desenvolvido em aula, conforme expressou PU:

PU: Segundo a literatura, o equilíbrio químico é o conteúdo/conceito mais difícil de ensinar e de aprender... em geral as abordagens encontradas nos livros didáticos, bem como as observadas em salas de aula do EM tendem a enfatizar os aspectos quantitativos (matemáticos) relacionados ao conceito em detrimento das abordagens qualitativas...



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



Essa problemática referente à excessiva matematização nas abordagens do conteúdo do EQ foi bastante reforçada em diversos momentos, nos dois módulos. Foram expressos depoimentos, tanto por professores como por estudantes, que referendavam a visão de ser esse o conceito/conteúdo mais difícil de ser entendido e ensinado. Os sujeitos verbalizavam que a compreensão do conceito envolve uma grande complexidade de relações conceituais, em conjunto com inúmeras informações e representações simbólicas, exigindo um grau elevado de abstração e matematização. PEM1 se manifestou sobre a dificuldade de ensinar, remetendo para discussões sobre as explicações desse conteúdo no EM.

PEM1: É, o equilíbrio químico é como “uma bomba” que está em nossas mãos, em relação ao conteúdo, porque às vezes a gente pega uma turma no 2º ano, e é como dizer que o professor mente, porque, no 1º ano, o professor trabalha com aquela química básica, e fica bem explicado o que é um reagente e o que é um produto lá, beleza. Depois, no 2º ano, a gente segue, mas o que era reagente aqui, agora é o produto lá, e o produto lá, agora é reagente, aqui. Então, como fica? O que valia antes, agora não vale mais? De repente chega o equilíbrio químico e a gente diz: “não gente, não é reagente aqui e produto lá”. Daí, dá um nó na cabeça! É uma coisa que, na verdade, a gente deveria, no nosso planejamento, é: parar para pensar como se pensa na Química. Não simplesmente essa matemática toda. Começar desde o final do ensino fundamental, para que existe uma outra forma de isso ser explicado e representado. Tá na hora de a gente repensar essa questão, o fato de falar sobre essas explicações e representações, porque todos os livros falam dessa mesma maneira.

O recorte de fala (episódio) demonstra e exemplifica a diversidade de tematizações de assuntos de relevância debatidos e refletidos na formação de professores. Como sempre acontece nos Módulos, todos mostravam-se atentos e participavam, expondo seus pontos de vista, preocupações ou dúvidas sobre a prática docente. É de interesse da nossa pesquisa continuar discutindo e socializando estas e outras temáticas que podem ser exploradas no âmbito dos módulos interativos. Com esta discussão central do tema EQ e também o andamento dos diálogos, o interesse recaiu na busca de avanços nas práticas docentes quanto a e compreensão: (I) sobre os níveis de abordagem/explicação por parte dos professores de Química e (II) sobre os níveis de compreensão por parte dos estudantes do Ensino Médio. Considera-se importante e necessário desenvolver interações e reflexões relacionadas com explicações e entendimentos sobre o assunto, em processos de formação de professores, tendo em vista as dificuldades no ensino e na compreensão conceitual do referido conteúdo em aulas. Reforçando a ideia desta complexidade o PEM2 nos fala:

PEM2: ... os reagentes ou os produtos, na verdade, por exemplo, numa reação reversível: quem é reagente e quem é produto? Depende do ponto de vista. Pode pensar que o reagente está se transformando... E vocês vão introduzir esse assunto novamente, no segundo ano, dentro de uma orientação clássica... Embora tenha o espaço do equilíbrio iônico na água, a gente pressupõe que o estudante do EM já tenha toda uma ideia do que é uma substância, do que é uma reação química. Apesar de que, quando eles tiverem um aula, a gente passa a acreditar que eles já sabem tudo sobre aquilo, mas sabemos que não é bem assim ... O bom seria trabalhar diferente com o adolescente! Vocês estão estudando uma fórmula, e tem uma história como estudante, tem uma caminhada, porque, agora, quando o adolescente está no segundo ano, não ocorre a necessidade de ver tudo.

Outro aspecto importante discutido, nos Módulos, se refere aos limites no uso de analogias como recurso didático que facilite a compreensão desse complexo conteúdo escolar. Na continuidade da sua interlocução, PEM2 assim se manifestou:

PEM2: E quando você começa a usar analogias, como estão no livro didático, isso complica, mostrando que tinha dois recipientes separados, por exemplo. Este caso [aponta na figura do slide] é bem típico, tem dois vasos, cada um de cada lado, e tem um vaso comunicante, e o mesmo ocorre com a substância. E essa é uma analogia que aparece com frequência. E ela só confunde o estudante, porque ele acaba, por vezes, por ver o equilíbrio químico como um sistema de vasos comunicantes de líquidos. Por exemplo: eu tenho o recipiente “a” e “b”. Então, pressupõe que o equilíbrio químico é um sistema assim, tem que ter os dois compartimentos. Quando você coloca um galinho na frente do estudante, ele vai ficar procurando onde está o outro galinho. E daí, ele tem que estar movimentando substância de uma lado para o outro, de que jeito? Para ele, tem que ter um galinho de uma cor e outro de outra cor. Então, é o que a gente acaba fazendo...

A literatura da área de Educação Química tem contribuído com um grande número de estudos e pesquisas, como referem Gomes e Recena (2008), que apontam riscos do uso de analogias no ensino, por limitarem ou distorcerem a compreensão química. Como disse PEMQ2, as analogias fazem parte dos livros didáticos e acabam sendo usadas no ensino, sendo que os químicos e os professores de química sempre se valeram de imagens e representações dos modelos científicos, a começar pelas próprias das teorias atômicas (modelo de passas, do sistema solar etc.). Foram inúmeras as manifestações, nos módulos, que suscitavam importantes reflexões, no espaço de formação para o ensino de química, sobre a necessidade de vigilância para não incorrer em simplificações ou deturpações do conhecimento escolar sobre o EQ. Portanto, a análise dos módulos corrobora e referenda o indicativo quanto à importância de não negligenciar o papel mediador essencial do professor em sala de aula. Toda essa complexidade de compreensão conceitual do EQ discutida durante os módulos de interação acaba por potencializar o processo de formação inicial e continuada dos sujeitos interativos, todos em formação. Tal complexidade do conceito de equilíbrio químico dizia respeito, também, à densidade da formulação, com gráficos, equações, tabelas.

PEM2: A gente dá ênfase às “regrinhas de três”. Por exemplo, se eu adicionar reagente, desloca pra direita, mas se eu retirar reagentes desloca pra esquerda. Porém, esquerda ou direita, a gente não fala muito também. E tem o efeito da pressão, o efeito da temperatura, o princípio de Le Chatelier, e fazemos diversos cálculos e exercícios. E a gente acaba deixando o mais importante, a parte conceitual. Falamos três parágrafos de parte conceitual, e já se parte para a decoreba das regras de três e das representações nos temos dos gráficos. L1: A gente até fez uma pesquisa sobre o princípio de Le Chatelier, e foi bem evidenciado que eles sabem, por exemplo no gráfico eles sabem dizer a partir da concentração se vai se deslocar para a esquerda ou direita, matematicamente, mas, colocou o gráfico ele vai dizer se desloca pra um lado. PEM3: Mesmo que identifique no gráfico, conceitualmente, ele não sabe dizer por quê. L1: É, é bem mecânico e apenas matemático. PEM3: A gente desenha o gráfico da concentração, e daí, coloca o reagente numa alta concentração e então, por exemplo, partimos do pressuposto que não tem nada de produto, é totalmente anidro, e já é errado, a tendência é que os reagente diminuam de concentração, os produtos aumentem, até o momento em que pare de variar a concentração, a partir desse momento em diante você tem o equilíbrio. L2: Seria uma constância de concentração. PEM2: O aluno tem dificuldade de perceber, e

quando fazemos, por exemplo, uma variável, introduzindo um catalisador, ou se fala em aumentar a concentração do reagente, sobre o que vai acontecer, que vai sair do equilíbrio. Se aumenta o reagente, mas mantemos o volume, se tem um salto na concentração. E o gráfico muda, até atingir de novo o equilíbrio. O aluno não se dá conta, mas o professor insiste em tentar mostrar o mesmo gráfico no quadro, enquanto o mais importante seria mostrar, seria fazer ele entender como acontece o equilíbrio químico. PU: Significa que o pensamento químico ele não consegue desenvolver.

Queremos destacar, nesta análise preliminar dos dados, que, de uma forma ou outra, as manifestações dos três sujeitos da pesquisa diziam respeito à problemática referente aos desencontros, dicotomias ou contradições entre explicações sobre dois conceitos centrais em Química - reagente e produto – em aulas do 1º e do 2º ano de EM. Os professores de EM relataram, ao verbalizar que “o professor mente” aos estudantes, na medida em que a sua explicação no 2º ano se contradiz relativamente a explicação mediada no 1º ano, e que, ao chegar no 3º ano do EM, o professor acredita que os estudantes compreendem de maneira relativa o conteúdo/conceito de equilíbrio químico, porém não é o demonstrado pelos estudantes, ao realizarem as provas de vestibular.

Podemos dizer que as manifestações foram favoráveis ao pensamento de que cabe ao professor ser vigilante ao risco a tal confusão conceitual. Como ensina Vigotski (2001), o conceito nunca é uma formação cristalizada, nunca se estabiliza definitivamente no tempo, ao contrário, sempre está em sistemático processo de transformação, pela produção de novos sentidos, em cada novo contexto em que ele é (re) significado, sempre em evolução. Assim é no caso dos sentidos aos conceitos de reagente e produto, nos estudos sobre o EQ, nas dinâmicas dos movimentos de relação entre os sentidos que lhes são socialmente atribuídos. A perspectiva de uma formação (inicial e continuada) crítica e reflexiva (ZEICHNER, 2003) dos professores corrobora a análise das interações de sujeitos que se constituem na cultura, mediada pelo outro, representativo de conhecimentos, concepções e práticas outras, em sistemáticos processos de (re)construção.

Conclusões

Com a análise dos resultados de pesquisa, cabe reafirmar que, no ensino e na formação para o ensino do conteúdo EQ, sendo um conteúdo/conceito complexo, cabe a cada professor, em formação inicial ou continuada, ser sempre vigilante no sentido de prestar atenção aos riscos de incorrer em simplificações ou deturpações nos processos de elaboração conceitual na sala de aula. Pela interação entre a formação propiciada no contexto das escolas de educação básica e a formação propiciada no contexto da universidade, os professores em formação podem galgar passos importantes, rumo à necessária reflexão crítica sobre tal vigilância em reconstrução. As falas em interação, nos módulos, ao suscitarem tais reflexões, denotam possibilidades importantes quanto a maior atenção ao que os estudantes (não) pensam, seja em relação a imagens ou analogias que tendem a constranger o desenvolvimento do pensamento químico, ou em relação a explicações que se afastam, de alguma forma, da química linguagem pertinentemente significada.

O que queremos destacar ao apresentar e discutir fragmentos dos diálogos vivenciados é a percepção de que uma multitudine de idéias, depoimentos, posicionamentos, concepções, argumentações, explicações referentes aos desafios da prática docente no ensino do EQ se entrecruzava nas interlocuções. Dessa forma, a análise corrobora a compreensão de que os graus de assimetria (em sentido horizontal e vertical) entre os sujeitos interativos enriquecem os movimentos formativos de todos os sujeitos participantes, uma vez que todos são professores de química/ciências em formação (inicial ou continuada) para o ensino. Importantes avanços nos entendimentos são potencializados pelas interações triádicas, nos Módulos, particularmente em relação aos desafios e dificuldades inerentes aos processos de ensino e de aprendizagem escolar, ante a complexidade inerente ao ensino do conceito de EQ, que requer ampla matematização com formulação de equações, definições, regras, tabelas e gráficos, como representações simbólicas bastante específicas, que necessitam ser recontextualizadas e resignificadas na escola, deixando de serem vistas apenas como grandes empecilhos.

Carências do ensino como as mencionadas pelos PEM são frutos da maneira fragmentada com que o ensino e a formação vêm sendo produzidos, sem uma preocupação por parte dos professores e livros didáticos de entrecruzar os significados conceituais por meio de aulas com preocupação alargada, no sentido de contemplar conteúdos e relações, não apenas daquele momento. Isso pode criar rupturas da coerência conceitual pelos estudantes. Não se pode chegar na sala de aula e apenas ensinar novos conteúdos, sem retomar e (re)significar aprendizados, como que dizendo para que agora não mais importa o que foi aprendido em aula ou ano anterior, como se fosse algo simples, ao ensinar tudo de novo. O professor tem autonomia para decidir, planejar, mudar, avançar, mas contempla orientações curriculares que necessitam ser objeto de estudo e reflexão criticamente fundamentada, desde a formação inicial. Sendo mentor de sua prática educacional, cria modalidades de ensino que, oxalá, contemple exigências dos tempos presentes e vindouros, mesmo que o professor atue apenas em seu espaço escolar, pois a formação e a prática são sempre produções socioculturais entre sujeitos da escola.

Referências

- ANDRÉ, M.; LÜDKE, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EDU, 1986.
- CARR, W. & KEMMIS, S. (1988). **Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado**. Barcelona: Martinez Roca.
- DRIVER, R. et al. **Construindo conhecimento científico na sala de aula**. Química Nova na Escola. São Paulo: Divisão de Ensino, SBQ, n. 9, 1999, p.31-40.
- GILBERT, J. K. e BOUTLER, C. J. **Stretching models too far**. Artigo apresentado na Reunião Anual da Associação Americana de Pesquisa Educacional ("American Educational Research Association"). São Francisco (EUA), 22-26, abril, 1995.
- MACHADO, A.H e ARAGÃO, R.M R. **Equilíbrio Químico**. Química Nova na Escola. São Paulo: Divisão de Ensino, SBQ, n. 4, 1996, p.1.



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

SCHÖN, D. **La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones**. Barcelona: Paidós. 1987.

SHULMAN, L. **Those who understand: the knowledge growths in teaching**. Educational Resercher, v. 15, n 2, p.4-14, 1986.

VIGOTSKI, L. **A construção do Pensamento e da Linguagem**. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKI, L. **Pensamento e linguagem**. Trad. de J.L.Camargo. São Paulo: Martins fontes **A construção do Pensamento e da Linguagem**. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

YOUNG, M. **O futuro da educação em uma sociedade do conhecimento: o argumento radical em defesa de um currículo centrado em disciplinas**. Revista Brasileira de Educação v. 16 n. 48, p. 609-810, set.-dez. 2011.

YOUNG, M. **Para que servem as Escolas?** Educação e Sociedade, Campinas, vol. 28, n. 101, p. 1287-1302, set./dez. 2007. Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br>, acesso em 07 de junho de 2011a.

ZANON, L. B. & SCHNETZLER, R. P. **Interações triádicas de licenciandos, professores de escolas e formadores na licenciatura de química/ciências**. Enseñanza de las Ciencias. Barcelona: UAB, número extra, Tomo 1, p. 413-414, 2001.

ZEICHNER, K. M. (1993). **A Formação reflexiva de professores**. Lisboa: Educa.

WILSON, A.H. **Equilibrium: A teaching/learning activity**. Journal of Chemical Education, v. 75, p. 1176-1177, 1998.