

O QUE AS ENTREVISTAS ANUNCIAM

“Há os que chegam fácil ao destino, pois os ventos e as marés lhes são favoráveis... Há outros, que nem sabem se têm destino, pois muitos tentam lhes impedir não só a chegada, mas até a partida.”

(Attico Chassot)

Nas entrevistas, os alunos foram questionados sobre as aprendizagens (o que aprenderam e como aprenderam) sobre Equilíbrio Químico no curso de formação inicial.

De acordo com as ementas e com os conteúdos programáticos (ANEXOS 3 a 5), o tema Equilíbrio Químico é abordado em três disciplinas comuns aos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química: Química Geral 1, Química Analítica 1 e Físico-Química 2. Resumidamente, é possível citar que na Química Geral 1 (1º período) são discutidos os temas: fundamentos da teoria atômico-molecular e estudo dos Gases; Reações Químicas: conceito, equações e tipos; Estequiometria; Termoquímica; Cinética Química; *Equilíbrio Químico*; *equilíbrio iônico em solução aquosa* e oxidação/redução Eletroquímica. Na Química Analítica 1, (2º período), os temas são: *Equilíbrio Químico*; compostos de coordenação; reações de oxi-redução; identificação dos íons mais comuns; análises de misturas de sais e de ligas e de minérios. E na Físico-Química 2, do 4º período, discutem-se as transformações físicas de misturas simples; *Equilíbrio Químico*; *Equilíbrio envolvendo diversas fases e reações químicas*; *equilíbrio eletroquímico: íons e eletrodos*; *Equilíbrio Eletroquímico*; Células Eletroquímicas.

Em relação aos componentes curriculares que contemplaram o conteúdo Equilíbrio Químico, pode-se inferir que a maioria dos alunos manifestou que a primeira vez em que tiveram contato com esse tópico, no Ensino Superior foi na disciplina de Química Geral 1.

“Na universidade, esse assunto foi abordado inicialmente em Química Geral, quando todos os pontos desse tema foram estudados. E o mesmo assunto posteriormente foi aprofundado na Química Analítica e muito pouco em Físico-Química” (aluno K).

“Eu não vi nada sobre o assunto no Ensino Médio. A primeira vez que eu vi foi na Química Geral 1 e depois na Analítica. Na Química Geral, a professora gastou quase metade do semestre com este assunto. Ela foi devagarzinho, passo-a-passo, principalmente nas curvas de titulação, discutindo os pontos de equivalência. Lembro bem disso. Ela conseguiu dar uma noção razoável do que era o estado de Equilíbrio. Não foi a melhor, mas foi o básico do que eu precisava saber. Foi a primeira vez que eu ouvi falar em reação reversível. Para mim, uma reação acontecia e acabou. Não tinha nenhum jeito de voltar ao que tinha antes. Eu só vim a entender o que era o Equilíbrio na Analítica.” (aluno A)

“Foi introduzido em Geral I, e posteriormente trabalhado em todas as disciplinas com aulas experimentais e mesmo discutido em aulas teóricas dos cursos de MEQ, Inorgânica I, enfim, é constantemente trabalhado” (aluno G)

A maioria dos depoimentos dos alunos revela que na disciplina de Química Analítica o assunto equilíbrio químico contribuiu na elaboração conceitual dos alunos.

Os alunos sugerem, em suas falas, que as disciplinas específicas deveriam conduzir reflexões sobre o tratamento dado aos conteúdos no sentido de torná-los ensináveis e cobram novas posturas de seus professores.

“Na faculdade, todos estes assuntos foram tratados com mais rigor. Apesar de que só com as matérias de educação pude perceber que os assuntos em geral poderiam ser tratados de uma forma mais interessante, prendendo a atenção dos alunos. Talvez todos os professores deveriam passar por uma reconstrução dos conceitos, assim como na forma de ensinar” (aluno C)

“Bom, os assuntos foram muito bem trabalhados, já que a professora que era responsável por este assunto se tratava de uma professora da nova geração, que passou pela reformulação na forma de educar. Assim, as aulas passaram a ser mais interessantes, embora o cotidiano não tenha sido inserido no processo de aprendizagem” (aluno E)

“Eu acho que os “Físico-Químicos” daqui estão precisando ir para o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), para pegar um pouco das idéias de lá. Porque eu fui ao último ENEQ e eu voltei maravilhada. Eu vi o tanto de coisa que tem para ser

feita e que pode ser feita. Voltei cheia de idéias e também de esperança. Eu sei que não são só eles (os professores da área de Físico-Química), que tem vários professores daqui que não têm consciência nenhuma de que estão formando professores, mas os da Físico-Química, em especial, por ser uma área grande da Química, mas que os professores não são professores". (aluno A)

As críticas as disciplinas corroboram com Maldaner (2000, p. 46) na idéia que, tradicionalmente, os alunos começam a criticar a formação recebida quando passam a freqüentar as disciplinas de formação pedagógica ou nos encontros em que refletem sobre a sua formação.

Os estudantes criticam, com razão, desde a falta de didática da maioria dos professores da graduação, passando pela dicotomia das aulas práticas e teóricas, até a falta de transparência dos conteúdos de química para o ensino secundário e elementar. Podemos afirmar que há um despreparo pedagógico dos professores universitários e isso afeta a formação em química de maneira geral, não só os licenciandos. (MALDANER, 2000, p. 47)

No tocante ao desenvolvimento do ensino dos conteúdos sobre Equilíbrio Químico, de acordo com os depoimentos transcritos, alguns formadores, sempre que necessário, empenham-se em contextualizar, detalhar, reformular e reelaborar o conteúdo e a forma de explicar, tendendo, portanto, à proposta de significar os conteúdos ensinados. Tais formadores apresentam contextos familiares, considerados relevantes sob o ponto de vista social e tecnológico o que permite, ao mesmo tempo, um aprofundamento na formação do aluno, em Química e nas relações com outras Ciências. Nesse sentido, entende-se que privilegiar situações de vivência dos alunos pode facilitar a "relação ciência, tecnologia e sociedade", de modo a haver condições de se compreender que a ciência não é produção neutra, descontextualizada e, tampouco, estática.

"Houve uma abordagem rápida, porém satisfatória em Química Analítica. Tal abordagem visava apenas "relembrar" este tópico, sem aprofundamentos. Isto foi necessário para a compreensão e resolução dos exercícios propostos pelo professor; que por sinal sempre procurou trazer problemas contextualizados, problemas possivelmente reais no dia-a-dia de um químico" (aluno H)

“Um dos professores de Físico-Química até tentou contextualizar bastante e muitos dos meus colegas não conseguiam abstrair o suficiente para fazer as questões que ele propunha. Ele foi o único de todas as Físico-Química que pelo menos tentava mostrar a aplicação daquilo”. (aluno D).

Por outro lado, tecem críticas aos formadores que discutem o conteúdo de forma descontextualizada, sem dar significação ao mesmo, enfatizando apenas a memorização de regras e fórmulas.

“Eu sou apaixonada pela Físico-Química, é das áreas da Química que eu mais gosto, mas aqui é ensinado como se fosse só matemática. Eu vejo aplicação porque eu estudo sozinha. Nenhum professor mostra isso na sala. A maioria dos alunos não tem noção do que é a Físico-Química realmente. Isso é falha dos próprios professores, da maneira como eles trabalham”. (aluno J).

As entrevistas revelaram que a maioria dos alunos entrevistados (84%) afirmou que este tópico não foi ensinado antes da graduação e os outros (26%) afirmaram que foi visto de forma superficial, em muitos casos restringindo à resolução de listas de exercícios. Por isso, na opinião dos entrevistados, é preciso considerar a bagagem de conhecimentos que o discente possui, pois a maioria dos formadores considera que o conteúdo de Equilíbrio Químico não necessita ser retomado, por já ter sido explorado no Ensino Médio:

“A professora de Química Geral 1 considerou que todo mundo já tinha visto Equilíbrio no colégio. Mas não aprofundou também não. Fez tipo uma revisão. Eu lembro de estudar pelo caderno do colegial mesmo. Nas duas Gerais eu estudei pelos livros do colegial, antes de passar para os daqui. Essa parte de Equilíbrio, eu lembro que ela não aprofundou. Nem passou o conceito de Equilíbrio. Ela entrou mais na parte de constante, aquele negócio de K_a , K_b ... Foi só isso que ela falou. Ela já começou direto nessa parte. A primeira coisa que ela passou foi o equilíbrio da água, com o K_w . Daí, ela partiu para o pH, esses negócios. Considerou que sabia, foi muito rápido. Em uma aula, com três horários, ela deu a matéria toda”. (aluno B)

“Eles dão aquilo como se a gente já tivesse conhecimento da matéria. O que não temos. Eu acho a Físico-Química a área mais falha de todas aqui no nosso curso. De

todos os professores da Físico-Química que me deram aulas, se juntar todos não dá um.”
(aluno L)

“A professora de Química Analítica 1 começou como se a gente já tivesse base, base da Geral, base do colegial, base de tudo. Então ela mandava uma equação em Equilíbrio no quadro e “vamos discutir tampão, deslocamento...” Só que o povo tinha coragem de perguntar e começou a fazer aquelas perguntas “idiotas”, porque ninguém estava entendendo. E ela não conseguia fazer igual à professora de Geral, passar a matéria para frente. E foi aí que atrasou a matéria, porque ela teve que voltar e começar a ensinar do básico. O povo não entendia o conceito. Eram coisas idiotas que eles não entendiam. Não entendiam que HCl no meio ficava com H^+ e Cl^- . E ela colocava o tracinho lá, mostrava que era aquoso, tal e tal... e o povo não entendia. Então ela tirava a seta e colocava dois pontos. E falava que aquilo não era uma reação, que tava dissociado. Eu lembro direitinho dela falando. Ela começou do básico, do básico mesmo. Mas aí, o que a gente aprendeu, aprendeu bem feito, bem visto. E mesmo a matéria que não deu para ver direito, tenho certeza que se a gente pegar o livro, consegue aprender sozinho, porque a base que ela deu foi muito forte. E o mais importante é essa base”.
(aluno M)

Esse mesmo aspecto ficou evidente na fala de uma aluna, quando relatava a experiência de sua irmã durante o período em que estudou o equilíbrio:

“Um exemplo é minha irmã, que está fazendo outro curso. O professor de Química Geral deu uma pincelada em Equilíbrio, mas sem entrar em muitos detalhes, pois não é esse o objetivo. Ele tinha passado exercícios só da parte de constante. Só que ela não estava entendendo nada. Eu sentei para explicar, mas tive que voltar lá atrás porque ela não tinha base nenhuma. Depois que eu expliquei para ela o início, que eu tentei explicar o que era o tema central, eu nem precisei explicar o resto para ela. Lógico que ela teve dificuldades na Matemática, mas os conceitos... ela entendeu tudo. Aí a matéria fez sentido para ela”. (aluno K)

No tocante aos processos de ensino-aprendizagem os depoimentos sugerem que o caráter matemático ainda está muito presente no tratamento dado ao conteúdo equilíbrio químico. Segundo os alunos entrevistados, alguns professores da graduação priorizam, em suas aulas, aspectos quantitativos do conteúdo.

“Os professores falam que precisa fazer Cálculo (I, II e III – disciplinas da área da Matemática, comuns a todos os cursos de Ciências exatas, incluindo aí tanto o Bacharelado como a Licenciatura em Química) porque é útil para Físico-Química, mas eles mesmos só trabalham a parte matemática, não relacionam com a Química. Se pegar a minha turma, que está saindo no próximo semestre, e desse um problema de Físico-Química contextualizado, eu te garanto que ninguém iria dar conta de fazer. Contextualizado mesmo, que eles precisassem ler o problema, analisar, tirar os dados, fazer os cálculos e depois discutir aqueles dados em cima do problema”. (aluno J)

Nesse sentido, Debus (1991, *apud* MAAR, 2000, p. 709) considera necessário romper com um dos tabus consagrados na História da Ciência: o de valorizar excessivamente a matematização da Ciência. A matematização envolve a visão mecânica (uma “física matematizada”) como sendo capaz de explicar todos os fenômenos naturais (termológicos, elétricos, magnéticos, acústicos e luminosos), inclusive os químicos. Na opinião de Seils (1997, *apud* MAAR, 2000, p.709), tais aspectos qualitativos teriam um papel central na proposta de uma integração do conhecimento químico à Ciência Natural: por exemplo, todas as grandes descobertas químicas do século XVIII eram totalmente independentes de qualquer abordagem matemático-quantitativa, como a descoberta dos muitos “ares”, de novos elementos, de modos alternativos de produção de substâncias químicas. (MAAR, 2000)

Uma das alunas entrevistadas, que tem certa experiência docente no Ensino Médio, tem uma visão bem particular sobre a necessidade (ou não) dos cálculos:

Depende do foco dado pela escola. Em uma escola que promete a seus alunos passagem direta em concursos seletivos, é essencial o ensino desta disciplina seguindo todo o conteúdo programático exigido. Agora, quando o Projeto Político-Pedagógico da escola é muito voltado ao cotidiano desses alunos, não acredito na cobrança excessiva dos cálculos de K_c , K_p , K_{ps} ... pois não consigo perceber como esses números terão uma significância real na vida desses alunos. Nesse ponto é interessante ressaltar que convivi com uma realidade onde alunos chegaram ao Ensino Médio sem saber fazer uma regra de três simples! Não deixo de abordar o conceito de solubilidade e conseqüentemente o K_{ps} , mas sem cálculos demais! A questão de pH prefiro abordar durante o estudo de reações de neutralização de ácidos e bases, sem os cálculos... É muito importante falar sobre o que pode favorecer ou não os equilíbrios, mas sem o peso excessivo nesses cálculos! Pode

parecer que o tema abordado dessa forma se torna muito superficial, mas acredito que um cidadão que entenda basicamente as teorias de Química, Geografia, Filosofia, e demais disciplinas... sem sentir medo ou opressão durante seus anos escolares será mais aberto futuramente a novas leituras e conhecimentos. O aprofundamento desses cálculos fica a cargo de nós... químicos ou futuros químicos por opção! (aluno D)

O tema central da disciplina Físico-Química 2 é o Equilíbrio Químico (Ementa, Anexo 5). Porém, sua aprendizagem, para alguns alunos, não foi significativa, pois muito pouco do que foi ensinado foi apreendido satisfatoriamente.

“Na Físico-Química 2? Não teve isso não. A gente decorou aquele livro inteiro do Atkins. Eu lembro da lei de Raoult¹, lembro do diagrama de fases... Mas ele não trabalhou Equilíbrio com a gente. Nada de conceitos...” (aluno B)

“Físico-Química 2 é aquela parte de atividades? Eu me lembro do professor falar nessa parte de atividade, mas foi bem superficial, porque é mais voltado para Analítica. Eu lembro da professora de Analítica falando que o que a gente estava aprendendo era calcular concentração, mas, na verdade, o que a gente deveria calcular era atividade dos íons na solução. Eu lembro que foi uma das matérias que eu mais gostei e mais estudei. Mas ele focou mais em propriedades coligativas. O conceito de Equilíbrio eu tenho certeza de que eu não vi.” (aluno I)

“Na Físico-Química? Nunca vi esse conceito relacionado com a Físico-Química. Eu me lembro de estudar a lei de Raoult, a concentração das soluções, a interferência do soluto no solvente, que foi o tema mais discutido na Físico-Química 2. Pensando bem, eram mais as propriedades coligativas que a gente estudou. Eu lembro dele falar também sobre Eletroquímica, mas de Equilíbrio não teve nada.” (aluno A)

Outros alunos comentaram, em conversa informal, após a entrevista, que consultaram seus cadernos de registros das aulas de Físico-Química 2 e constataram que a ênfase dada na disciplina se referia ao Equilíbrio Físico.

¹ A Lei de Raoult afirma que a pressão parcial de cada componente em uma solução ideal é dependente da pressão de vapor dos componentes individuais e da fração molar dos mesmos componentes. Uma vez alcançado o equilíbrio na solução, a pressão de vapor total da solução é igual ao produto da pressão de vapor de cada componente puro e a fração molar de cada um dos componentes na solução. (ATKINS, 2003)

“Olhei o meu caderno de Físico-Química 2, e entendi porque não me lembrava de ter visto esse assunto nesta disciplina. O conteúdo que o professor passou durante o curso foi de aproximadamente 95% sobre equilíbrio FÍSICO... Nesta parte se estuda pressão de vapor, ponto de ebulição e de congelamento, diagramas de fases, propriedades críticas, propriedades coligativas... e foi isto que vimos na maior parte da FQ2. Faltando aproximadamente duas semanas para última prova ele discutiu um pouco sobre as aplicações da termodinâmica em equilíbrios QUÍMICOS... Além disso, também tínhamos que ter visto Eletroquímica na FQ2, mas não deu tempo... Eu entendo o Equilíbrio Químico como sendo o equilíbrio entre reagentes e produtos em uma reação química. Então pode-se dizer que só estudei Equilíbrio Químico na Analítica 1 e na Analítica 2...” (aluno N)

Os dados revelam que convém repensar a organização dos conteúdos trabalhados em cada componente curricular.

“Os assuntos que foram trabalhados em Química Analítica foram bem trabalhados, já os demais, que deveriam ter sido vistos na Físico-Química 3, pode-se dizer que não foram dados. O professor passou o semestre inteiro falando de Química Quântica, e em três semanas falou um pouco de Cinética Química. O que eu sei desta parte é porque estudei sozinha e pelo que vi no colegial” (aluno N)

A análise documental, realizada pelo pesquisador, referendou a fala dos alunos, pois se verificou que, segundo a ementa da disciplina Físico-Química 3, os principais assuntos trabalhados são mesmo Cinética Química e Química Quântica. É na Físico-Química 2, como dito anteriormente, que o assunto equilíbrio é discutido.

Embora alguns alunos fizessem referências a outras disciplinas e assumem que eram desinteressados e não buscaram aprofundar os seus conhecimentos sobre a matéria ensinada.

“Esse assunto foi trabalhado em Química Analítica e para mim não foi muito bem trabalhado não, porque a professora era substituta e recém-contratada e não tinha nem domínio da matéria nem da sala. Enfim eu não aprendi muito bem porque durante esse período, eu me esforçava mais quando era cobrado e em poucos momentos nós éramos cobrados.” (aluno F)

“Eu acho que foi a última matéria que a professora de Química Geral 1 deu. E eu já tinha passado... então faltei em quase todas as aulas. A professora até ficou com raiva. Eu não lembro não de como foi. Eu não gostava da aula... e como já tinha passado, não fui mais. Então eu não vi essa parte como ela deu.” (aluno I)

“Na Analítica era tranquilo, porque a prova não era difícil. Fazia e passava sossegado. Por isso, eu não lembro muita coisa. Porque matéria que você faz uma prova boa, que você tem que estudar muito, fica mais o conceito. Eu acho até que prova é mais para isso, para avaliar isso. Agora, quando não é muito cobrado, você não estuda muito... eu nem estudava para fazer a prova. Ainda mais que a parte de Analítica eu não gosto muito. Eu só fazia alguns exercícios em casa e no mais eu fazia a prova só com o que tinha visto na sala. Eu nem pegava o livro de Analítica. Não precisava estudar igual eu estudo para Orgânica.” (aluno O)

Ao serem questionados sobre as dificuldades nas aprendizagens sobre Equilíbrio Químico, durante o curso de graduação, a maioria dos alunos citou hidrólise de sais e solução tampão, como pode ser observado na tabela 9.

Tabela 9: Respostas dos alunos quando questionados sobre em que partes do conteúdo de Equilíbrio Químico eles tiveram mais dificuldades de aprendizagem.*

Respostas	Porcentagem de alunos
Hidrólise de sais	62
Solução tampão	62
Grau de ionização de ácidos e bases fracas	39
Produto de solubilidade	31
Equilíbrio heterogêneo	31
Deslocamento de equilíbrio	31
Equilíbrio iônico em solução aquosa	31
Equilíbrio iônico da água	23
Conceito de equilíbrio	15
Equilíbrio em solução de ácidos e bases fracas	15
Constante de ionização de ácidos e bases fracas	15
Constante de equilíbrio	8
Não me lembro	8

* a soma das respostas ultrapassa cem por cento porque esta tabela corresponde às falas dos alunos e não a um questionário com questões fechadas.

As dificuldades apontadas podem ser um ponto de partida para facilitar a aprendizagem e estimular os formadores a favorecerem situações de ensino em que os estudantes possam ampliar seus conhecimentos, sua capacidade de raciocínio e consolidar os conceitos fundamentais (BARBETA; YAMAMOTO, 2002, p. 332). Além disso, os formadores poderão oportunizar aos alunos espaços/tempos para

manifestarem os conhecimentos que trazem de suas vivências anteriores, na perspectiva de planejar estratégias para reelaborar tais conhecimentos, minimizando as dificuldades conceituais e maximizando as aprendizagens.

Ainda sobre a formação, os alunos revelaram que a maioria dos formadores preocupa-se mais com a formação do bacharel que com a do professor:

“Os professores nem lembram que têm alunos da Licenciatura, só mostram aplicações na indústria. Eu percebo que a Licenciatura é menosprezada, porque só a professora de Química Geral relacionava os conteúdos com situações da sala de aula. Ela sempre falava que quando for dar aula tem que explicar assim ou não pode falar de tal forma com os alunos do Ensino Médio. Os outros só falam da indústria, do laboratório, da sua tese de mestrado, do seu doutorado. Nem lembram que estão formando professores.” (aluno M)

Sobre isso, Maldaner (2000, p. 47) afirma que:

Os professores universitários se comprometem pouco, muito aquém do necessário, com essa questão da formação de professores e com a sua autoformação pedagógica, deixando para um outro grupo, geralmente externo ao curso, a formação didático-pedagógica de seus alunos que desejam se licenciar e exercer o magistério. (...) A preocupação saliente é a formação nos conteúdos da Química, não importando o contexto em que eles poderiam ser significativos (...) A prática mostra, ainda, que muitos bacharéis de Química acabam tornando-se professores de Química, por força do mercado de trabalho, sem terem tido a mínima formação pedagógica para isso. Pessoalmente, penso que a preocupação pedagógica deva ser central em todas as atividades dos professores em uma universidade.

Zucco (2005, p. 13) concorda com Maldaner quando aponta que a maioria dos professores de Química, no Ensino Superior, tem título de doutorado, mas “sem treinamento didático”. Segundo esse autor, os cursos dirigidos para a formação de professores de Química “não apresentam condições condizentes, sendo, portanto, co-responsáveis pela má qualidade dos egressos do ensino médio” (ZUCCO, 2005, p. 13).

Muitos alunos afirmaram que encontrariam dificuldades para ensinar o tema Equilíbrio Químico, por se sentirem inseguros, reconhecendo o próprio despreparo, tanto na parte conceitual, quanto nos cálculos envolvidos no processo.

“Ainda não me sinto preparado para ensinar. Acho que para ensinar Química é preciso “pensar quimicamente” e só agora estou iniciando este processo! Durante o curso, as disciplinas nos tornam muito mecânicos e sem raciocínio prático. Isso só muda quando vamos para o mercado de trabalho ou para um mestrado, nos quais somos obrigados a agir como químicos” (aluno N).

“Eu teria dificuldade para ensinar principalmente conceitualmente o Equilíbrio Químico, que eu acho que é a parte mais difícil para o aluno e que sem isso não tem como entender o resto da matéria. Também teria dificuldade nos conteúdos solução tampão e equilíbrio heterogêneo” (aluno A)

“Acho difícil aquela parte das moléculas. Mostrar o quanto é abstrato o comportamento das moléculas frente a mudanças como temperatura, pressão, concentração... Talvez com o uso destas tecnologias educacionais a visualização fique mais fácil” (aluno D).

“Se eu tivesse que dar aula hoje sobre equilíbrio com certeza teria que estudar bastante, pois não me sinto seguro para ensinar somente com o que eu sei hoje. Teria muita dificuldade para explicar as partes que envolvam cálculos matemáticos” (aluno I).

“Acho que (teria dificuldade para ensinar) a parte de constante de equilíbrio e constante de ionização de ácidos e bases fracas, porque além dos conceitos químicos envolvidos tem também os conceitos matemáticos que historicamente se apresentam como problemas para os alunos” (aluno F).

Uma aluna, ainda, enfatizou que nas situações de ensino a dificuldade é como iniciar o tema.

“Eu acho que o difícil é só o início - terminar o assunto de Cinética e começar com Equilíbrio. Acho que isso é difícil. A primeira aula. Pôr isso na cabeça deles. Porque não adianta, os alunos pensam que a reação acabou. E aí até que você consegue colocar isso na cabeça deles, de que tudo isso está existindo ao mesmo tempo ali no meio, é difícil. Mas depois, dando uma base boa, fica mais fácil, porque tudo é em cima da mesma coisa. Se o aluno entendeu o que é o Equilíbrio não tem jeito dele ter dificuldade para entender o deslocamento. Depois, quando vai trabalhar com as constantes, fica mais fácil” (aluno B).

No tocante à importância das aprendizagens sobre o Equilíbrio Químico, 84,6% dos alunos manifestaram que esse é um assunto importante, que *“possibilita a compreensão de fenômenos que nos rodeiam”* (aluno I), que tem articulação com conteúdos que *“os cidadãos precisam saber, como soluções, propriedades coligativas, reações químicas”* (aluno J) e outras disciplinas como Biologia e Geografia e que, *“se for bem ministrado, pode chamar muito a atenção da classe”* (aluno D).

“Eu acho muito importante explicar os conceitos, o processo do Equilíbrio. Mas não consigo ver utilidade em falar em K_a , K_b , calcular o pH depois do Equilíbrio. Acho que o aluno precisa entender os conceitos e não é necessário saber fazer cálculos. Entender o que acontece com uma pessoa que toma muita Coca-Cola. Que consequências isso traz para vida dela? Entender o macroscópico.” (aluno A)

“Não só o equilíbrio, como diversos assuntos na Química que, se bem trabalhados, inserindo o cotidiano, podem dar a base ideal para que os alunos aprendam não só para o vestibular, mas para a vida. Se o aluno conseguir relacionar os assuntos aprendidos em sala de aula com o seu cotidiano, repassando os conhecimentos adquiridos aos familiares, é sinal de que ele realmente aprendeu, ou melhor, que teve uma aprendizagem significativa” (aluno J) (grifo nosso).

Nessa direção, Chassot (1995) alerta que é preciso ficar atento para que os temas ensinados estejam sempre vinculados à realidade dos alunos e que a prioridade seja prepará-los para a vida (inclusive para a vida acadêmica, mas não somente esta), e não apenas para serem aprovados anualmente ou para passarem no vestibular.

Os entrevistados identificam a estreita relação entre o que o professor sabe e o que é ensinado, por isso, ao serem questionados sobre o exercício da profissão, alguns alunos afirmaram que não se sentem preparados para ensinar o tema, por não saberem o conteúdo específico.

“Não. Porque não domino completamente esse conteúdo. Se eu não entendo, como posso explicar???” (aluno L).

“Nesse momento não, porque nunca lecionei antes dando esse conteúdo, eu teria que me preparar bastante porque eu já tive algumas dificuldades para aprender. Para ensinar esse conteúdo eu teria que me preparar bastante” (aluno F)

Maldaner (2000) afirma que a separação das disciplinas específicas de Química das disciplinas pedagógicas “cria uma sensação de vazio de saber na mente do professor”, porque é diferente saber um conteúdo de Química de saber como tornar este conteúdo ensinável. Isso não quer dizer que estes futuros professores não saibam o conteúdo Equilíbrio Químico, mas que eles têm a sensação de dificuldade de cunho pedagógico.

Alguns dos futuros professores reconhecem, ainda, que o modo como o conteúdo é tratado em sala de aula não contribui para a formação dos alunos, porque privilegia a memorização de regras e fórmulas. Comentam que, na ausência de um laboratório bem equipado, seria *“impossível demonstrar as reações de um tópico tão abstrato”* ou sugerem, por exemplo, uma abordagem superficial do tema, apenas conceituando e trabalhando com modelos representativos, sem aprofundar em cálculos de constantes, reproduzindo assim o mesmo modelo de ensino encontrado anteriormente nas escolas.

O QUE INDICAM OS PLANOS DE AULA

“Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende”

Guimarães Rosa

Chassot (1990, p. 29) afirma que três perguntas balizam a ação docente: *Por quê? O quê?* e *Como?* e que estas perguntas devem sempre ser feitas antes de uma atividade de planejamento, por exemplo. A partir da análise dos planos de aula sobre o conteúdo específico *Equilíbrio Químico*, elaborados pelos alunos matriculados em Prática de Ensino de Química 1, procurou-se responder às questões: “Por que ensinar Equilíbrio Químico?”, “Como os futuros professores ensinariam esse conteúdo específico?”, “Como introduziriam esse tema?”, “Que subtemas seriam abordados?”, “Que tipo de exemplos usariam?”, “Que estratégias seriam usadas para motivar seus alunos?”.

Schnetzler (2000, p. 37) enumera alguns aspectos que os professores deveriam contemplar em sua prática, tais como: explorar as relações dos conteúdos com o contexto social, político e econômico, questionar visões simplistas do processo pedagógico e desenvolver e avaliar atividades de ensino que contemplem a construção de idéias.

Dos planos analisados, 50% referiam-se ao tópico *deslocamento do equilíbrio*, 40% versavam sobre a *introdução* do tema e 10% propunham uma revisão geral de todo o conteúdo. Quanto ao modo como os futuros professores propõem o conteúdo, foi possível identificar uma ênfase nos aspectos matemáticos, em detrimento dos conceitos, uma tendência a explorar as representações gráficas, a proposição de modelos representativos e a memorização de regras.

Nenhum aluno contemplou em seus planos tópicos de equilíbrio heterogêneo ou equilíbrio em meio aquoso. Os planos sugerem que as abordagens propostas pelos futuros professores se limitam aos mesmos tópicos indicados pelos professores como aqueles que eram ensinados nas escolas, pois os outros envolviam apenas conceitos abstratos e cálculos muito elaborados.

O uso de experimentos foi proposto por um número reduzido de futuros professores (20%) como atividade inicial, para motivação dos alunos. Um deles sugeriu a realização de um experimento no qual seria utilizada uma mistura de

gases, como o monóxido de carbono e o dióxido de nitrogênio para que fosse observada a variação da coloração da mistura de incolor para marrom-avermelhado. Essa é uma proposta interessante, porém de difícil reprodução, por necessitar de gases obtidos a partir de reações difíceis de serem realizadas na maioria das escolas de nível médio. Além disso, o dióxido de nitrogênio é um gás irritante para os pulmões e diminui a resistência às infecções respiratórias e, por todos esses motivos, seria mais aconselhável substituir tais reagentes por outros mais simples. Além disso, na maioria das escolas de nível médio, a ausência de capelas nos laboratórios impediria a realização dessa experiência.

Outro experimento proposto foi a reação de uma solução de coloração alaranjada, de dicromato de potássio com algumas gotas de limão, que é ácido e, com isso, a solução final adquire uma cor amarelada. Esse experimento é bem mais simples, rápido e de fácil acesso.

Foi sugerida ainda a observação do aquecimento do sulfato de cobre pentahidratado, seguido do resfriamento e posterior dissolução em água. Essa prática seria de caráter demonstrativo: o professor executaria a atividade experimental e os alunos apenas observariam o que ocorresse. A variação de coloração seria explicada associando-a a reações reversíveis. Esse seria um experimento mais simples que o sugerido pelo primeiro aluno e de mais fácil acesso para a maioria dos professores.

Uma das futuras professoras propõe iniciar a explicação da expressão “Equilíbrio Químico” desvinculando-a dos sentidos atribuídos à palavra equilíbrio pelo senso comum: equilíbrio emocional, financeiro, físico, mental. Tal proposta evita que os estudantes compreendam o equilíbrio químico como um sistema parado, estático. Quando o professor conhece esses sentidos, pode melhor monitorar o processo de desenvolvimento do conhecimento dos estudantes.

Em outro plano de aula, conceitos como deslocamento de equilíbrio e o princípio de Le Chatelier, que normalmente são introduzidas após determinados conceitos, como a definição de Equilíbrio Químico e a expressão da constante, são lançadas no início. Quando se questionou o porquê desta inversão, o aluno respondeu que “era para deixar os estudantes curiosos sobre o significado destas expressões”.

Nos planos analisados, alguns dos futuros professores fizeram, ainda, propostas de utilização de exemplos práticos para contextualizar o conteúdo

específico. Os exemplos citados foram: *lentes fotocromáticas, que mudam de cor conforme a intensidade luminosa; formação de cavernas, a partir da dissolução de carbonatos pela água e pelo gás carbônico; transporte de oxigênio pela hemoglobina; evaporação e condensação das moléculas de água em uma garrafa fechada* (Figura 11); *efeito dos anestésicos no corpo humano*. Porém, estes exemplos muitas vezes podem se constituir para os alunos apenas em mais uma informação para memorização e não uma informação realmente contextualizada, que abrangesse os aspectos históricos, culturais e cognitivos dos conteúdos envolvidos.

Outro aspecto presente no planejamento é a idéia equivocada de Equilíbrio Químico, uma vez que os exemplos dados sobre Equilíbrio Químico estavam confusos, dando a idéia de movimento dos elétrons em um átomo com a idéia de equilíbrio dinâmico, dizendo que “*nos corpos que parecem estar parados, os elétrons estão em constante movimento circular ao redor do núcleo*”. Essa é uma idéia que não foi encontrada na literatura, mas indica uma grave confusão entre fenômenos físicos e fenômenos químicos, uma vez que, nos fenômenos físicos, ocorrem transformações na matéria, sem haver formação de novas substâncias. Porém, esse aluno, em outra parte do plano faz a seguinte afirmação: “*o Equilíbrio Químico só pode ser atingido em sistemas fechados, onde não há troca de matéria e energia*”.

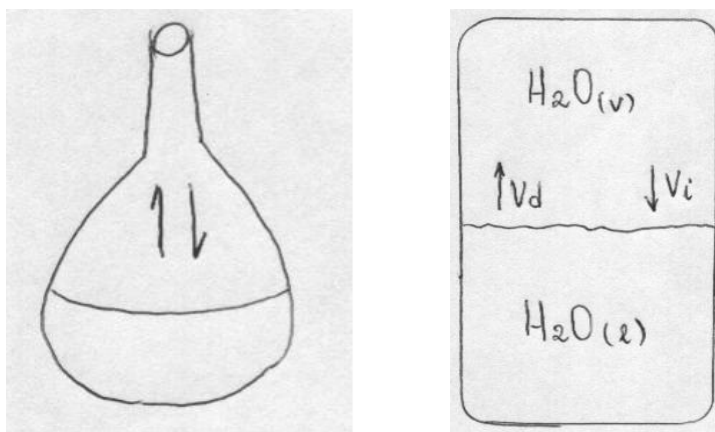


Figura 11: Modelos encontrados em planos de aula, onde são representados o equilíbrio entre a evaporação e condensação das moléculas de água em uma garrafa fechada.

Em outro plano, nos exemplos citados para diferenciar processos reversíveis e irreversíveis, foi utilizado o exemplo de um copo quebrando como processo irreversível. Porém, é necessário lembrar que tal exemplo não é de uma reação

química irreversível, mas de um processo físico, pois não muda a composição química da matéria.

Muitos alunos organizaram as situações de ensino partindo de explicação do princípio de Le Chatelier, suas regras e em seguida exemplificaram-no. Um dos alunos utilizou um caminho contrário. A partir dos exemplos, ele propôs explicações macro e microscópicas para, só depois, explicar o princípio de Le Chatelier, sem a utilização de regras e de memorização. Por exemplo, para explicar o efeito da variação da pressão em um sistema fechado, o futuro professor explica:

Quando abrimos uma garrafa de refrigerante, ocorre uma diminuição da pressão no interior da garrafa, ocorrendo um deslocamento do equilíbrio para o lado de maior número de mols gasosos, ou seja, para o lado dos produtos. Isso ocorre porque a diminuição da pressão em um sistema fechado, a uma temperatura constante, implica na diminuição da pressão dos gases presentes. Como no refrigerante há um maior número de moléculas gasosas de produtos do que reagentes, a pressão dos reagentes será menor do que a dos produtos. Com isso, haverá maior número de colisões entre os produtos, favorecendo a reação inversa, ou seja, deslocando o equilíbrio no sentido em que há maior número de moléculas. *(trecho do plano de aula elaborado por um dos sujeitos da pesquisa)*

Em um dos planos foi encontrada a frase: “*A constante de equilíbrio é característica de cada reação, altera-se apenas com a alteração das propriedades do sistema.*” (grifo nosso) Quando questionado sobre seu significado, o futuro professor afirmou que todas as propriedades que afetam o equilíbrio, como variação da concentração, pressão e temperatura, afetariam também o valor da constante. Entretanto, na realidade, entre esses fatores apenas a temperatura é responsável por tal característica. A variação da concentração e da pressão afetam apenas a posição de equilíbrio, deslocando-o no sentido de amenizar tal efeito.

O uso de analogias foi citado como uma forma de exemplificação do dito conceito nas aulas no Ensino Médio. O uso de analogias estabelece um vínculo entre o conhecimento científico e as idéias espontâneas dos estudantes permitindo a articulação dos conceitos em etapas com “conquistas provisórias”, que podem ser acompanhadas pelo professor através da avaliação.

Em um dos planos, o estado de equilíbrio é comparado a um jogo de basquete, em que “*5 atletas jogam e 5 estão no banco de reservas. Quando entra um, outro tem de sair, havendo equilíbrio dinâmico entre os do campo e os reservas*”.

“Consigo relacionar com situações como em uma brincadeira de cabo de guerra em que há um equilíbrio de forças ou ainda pensando em uma balança de pratos onde novamente teríamos um equilíbrio de forças, mas como relacionar com alguma outra situação do cotidiano do aluno eu teria que estudar e pensar mais a fundo” (aluno E).

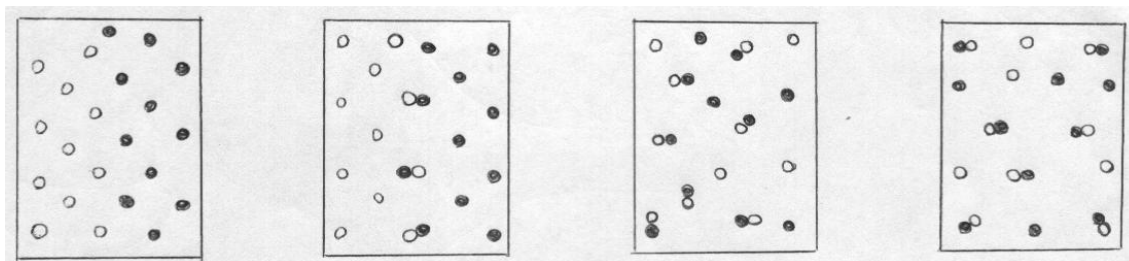


Figura 12: Modelos encontrados em um plano de aula, onde é representada a variação de reagentes e produtos em um sistema reacional, em diferentes tempos.

Os exemplos apontam aspectos do equilíbrio físico, estático. Segundo Milagres e Justi (2001, p. 43) não há como transpor a analogia do equilíbrio de forças para uma situação de equilíbrio químico. Já outra aluna propôs o uso de alguns modelos representativos, indicando a variação de reagentes e produtos em um sistema reacional, em diferentes tempos. Nos modelos (Figura 12) propostos nesse plano de aula, é mostrada a coexistência de reagentes e produtos através de bolinhas coloridas que são consumidas e formadas constantemente, tornando o processo dinâmico. E mostra-se, ainda, que as propriedades macroscópicas do sistema não serão alteradas após o estabelecimento do estado de equilíbrio.

Segundo Milagres e Justi (2001, p. 41), o desenvolvimento desses modelos tem o propósito de

ajudar os alunos a entenderem modelos consensuais. A elaboração de um modelo de ensino é um processo complexo, pois ele deve preservar a estrutura do modelo consensual e lidar com o conhecimento prévio dos alunos a fim de que eles construam sua própria compreensão. Sendo assim, um modelo de ensino representa uma maneira diferente de apresentar um modelo consensual e não simplesmente uma simplificação do mesmo (Justi, 1997, apud MILAGRES; JUSTI, 2001, p.41).

Porém, segundo estas autoras, como as “bolinhas” aparecem flutuando, os alunos podem atribuir significados distintos a este modelo, comprometendo a compreensão do sistema em equilíbrio. Se os alunos pensarem que esta seria a representação macroscópica do sistema, o tamanho desproporcional entre as bolinhas e sistema total causaria inúmeras confusões. Ou ainda, pela dúvida gerada

sobre a constituição dos espaços vazios entre as partículas na representação. “Qualquer que seja o caso, o comprometimento do entendimento de questões tão básicas da Química não justifica a apresentação de desenhos nos quais os dois níveis [macro e micro] são representados simultaneamente” (MILAGRES; JUSTI, 2001, p. 44). Dessa forma, se o professor optar pelo uso de modelos, que são ótimos para a “visualização” das moléculas em um sistema em equilíbrio, precisa estar atento às dificuldades que os alunos podem encontrar nestas representações.

Para a explicação do efeito da mudança de temperatura, em um dos planos foi proposto um experimento demonstrativo, com amônia em solução aquosa com fenolftaleína, dividida em dois béqueres. Um dos béqueres é deixado à temperatura ambiente e o outro em banho de gelo, observando-se as alterações nas colorações das soluções. Em seguida, propõe-se uma explicação detalhada, microscópica deste efeito e de sua implicação no experimento em questão. O princípio de Le Chatelier só foi utilizado para relacionar com o experimento e com a explicação microscópica. Ou seja, as regras do princípio não foram usadas para justificar, mas para confirmar o que tinha sido observado. Ao final, é proposta uma explicação do efeito da temperatura na liberação de gases em um refrigerante quando este é aquecido.

Quando esquentamos o refrigerante, o estado de equilíbrio é deslocado pelo aumento da temperatura. Quando se aumenta a temperatura do sistema, favorece-se o sentido da reação endotérmica (para minimizar a perturbação do sistema), por isso é observada a liberação de gases quando se aquece um refrigerante. *(trecho do plano de aula elaborado por um dos sujeitos da pesquisa)*

Nos planos de aula, apenas um dos alunos utilizou gráficos da variação da concentração de reagentes e produtos em função do tempo (Figura 13), para explicar o estado de Equilíbrio Químico.

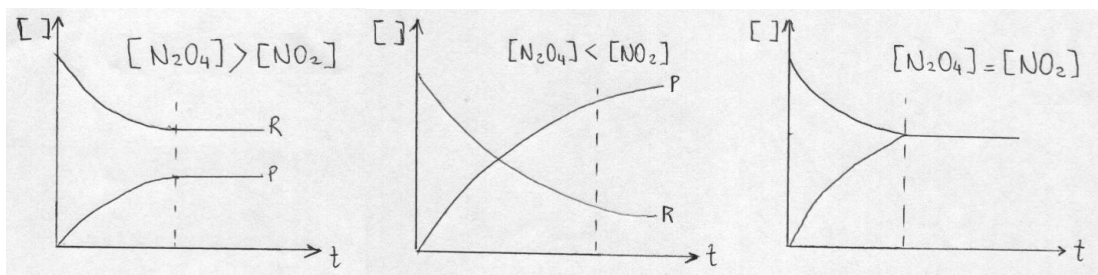


Figura 13: Gráficos encontrados em um plano de aula, onde é representada a variação da concentração de reagentes e produtos, em diferentes tempos.

Nestes gráficos, os alunos podem “ver” a ocorrência da reação ao mesmo tempo em que acompanha o instante em que o equilíbrio é atingido. Outro futuro

professor explicou a expressão da constante de equilíbrio e o cálculo do grau de equilíbrio:

$$\alpha = \frac{\text{n}^\circ \text{ de mols que reagiram até atingir o equilíbrio}}{\text{n}^\circ \text{ de mols iniciais de reagente}}$$

Também foi sugerida uma explicação matemática para explicar o deslocamento do equilíbrio. Para isso, a discussão do efeito da variação da concentração foi feita considerando o valor da constante de equilíbrio, partindo-se do estado inicial, quando existem no sistema apenas moléculas reagentes.

Como o valor da constante da reação $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ é $K = 0,36$, a 100°C , no instante zero, onde ainda não existe produto formado, a concentração N_2O_4 é 1 mol/L e o valor de $[\text{NO}_2]^2/[\text{N}_2\text{O}_4]$ é menor do que K . O equilíbrio só é atingido quando a concentração de NO_2 é igual a $0,52 \text{ mol/L}$ e de N_2O_4 é $0,74 \text{ mol/L}$. Supondo que seja adicionado mais 1 mol de N_2O_4 , o que aconteceria a este sistema? (trecho do plano de aula elaborado por um dos sujeitos da pesquisa)

Em vista do exposto, toda a discussão foi estabelecida a partir dos cálculos da razão $[\text{NO}_2]^2/[\text{N}_2\text{O}_4]$ e da sua comparação com a constante K . Só ao final de toda análise, a regra é estabelecida: “ao aumentar a concentração de N_2O_4 , o equilíbrio se desloca para a direita, consumindo N_2O_4 e formando NO_2 ”. A mesma forma de análise foi feita para o aumento da pressão e da temperatura. Por exemplo, para a discussão do aumento da temperatura, partiu-se da variação do valor da constante de equilíbrio e, a partir disso, a perturbação provocada no sistema (Figura 14).

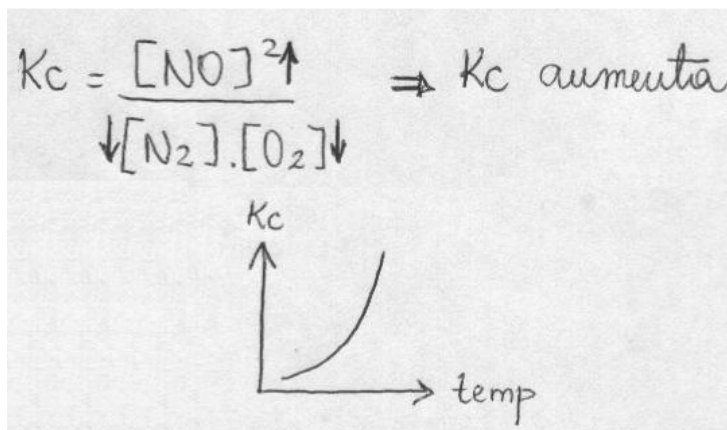


Figura 14: Variação da constante de equilíbrio em função da temperatura. Esquema encontrado em um dos planos de aula analisados.

No sentido oposto, na introdução do tema equilíbrio, por uma futura professora, pergunta-se: “Se a reação $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ está em equilíbrio, como posso produzir amônia com grande rendimento? O que devo fazer ou alterar?” Como não foi informado o valor da constante, para os aprendizes fica a idéia de que uma reação que está em Equilíbrio Químico, seria aquela que tem um rendimento de apenas 50%, pois coexistem reagentes e produtos. E, por isso, seria necessária a alteração de algum fator para que o rendimento aumentasse.

A reação em questão (produção da amônia) tem constante de equilíbrio na ordem de $3,5 \cdot 10^8$, a 25°C e de 0,16, a 450°C , que são considerados altos². O sistema em equilíbrio deve conter, na maior parte, moléculas de $NH_3(g)$, por isso, uma abordagem que não resultasse em idéias errôneas seria discutir o valor da constante de equilíbrio e, só então, questionar que alterações provocariam um aumento no rendimento desta reação.

Em um dos planos sobre *deslocamento do equilíbrio*, a priorização de regras para a memorização ficou evidente. Hashweh (1987) afirma que o conhecimento que os professores possuem do conteúdo a ser ensinado influencia na escolha do que e de como ensinam. Assim, o efeito da variação da concentração foi mostrado, como indicado na figura 15.

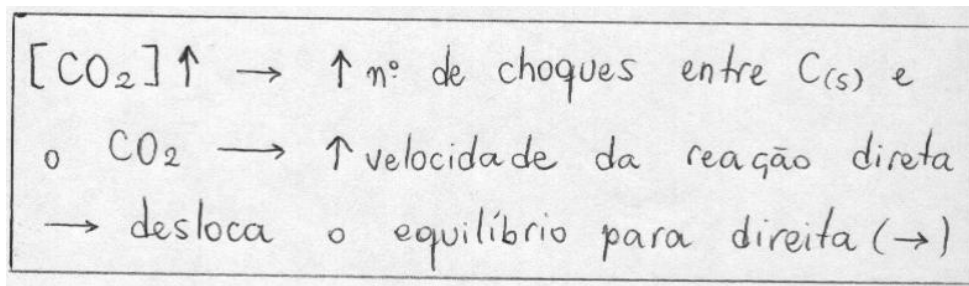


Figura 15: Esquema encontrado em um dos planos de aula analisados, para indicar o efeito da variação da concentração em um sistema em equilíbrio.

A variação da pressão também foi explicada apenas com as regras “desloca para o lado de menor número de mol” ou “desloca para o lado de maior volume” (Figura 16).

² O valor da constante K para a reação $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ é considerado alto, principalmente se comparado ao de outras reações como $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$, que tem $K = 1 \cdot 10^{-30}$, a 25°C .

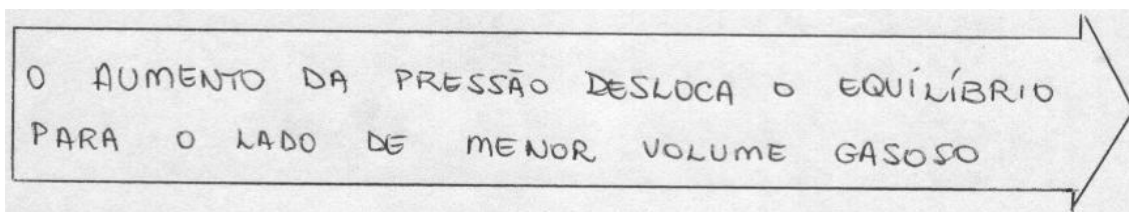


Figura 16: Esquema encontrado em um dos planos de aula analisados, para indicar o efeito da variação da pressão em um sistema em equilíbrio.

Da mesma forma, a variação da temperatura foi explicada através de esquemas (Figura 17).

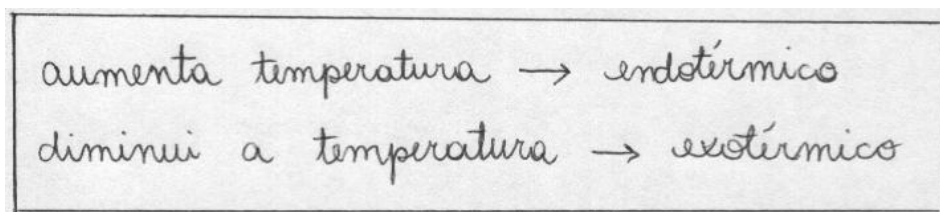


Figura 17: Esquema encontrado em um dos planos de aula analisados, para indicar o efeito da variação da temperatura em um sistema em equilíbrio.

Tal procedimento reforça a idéia discutida nas entrevistas nas quais 19% dos alunos conceituaram *Equilíbrio Químico* relacionando-o à possibilidade de deslocamento do sistema. Além disso, evidencia uma simplificação dos conteúdos ensinados.

Em um dos planos, apesar de estar indicado que o objetivo da aula seria definir Equilíbrio Químico, o tema central foi o deslocamento do equilíbrio. Todos os exemplos citados referiam-se também às questões de deslocamento. No desenvolvimento do tema, o futuro professor propôs uma revisão do conceito de equilíbrio: *“é a situação na qual as concentrações dos participantes da reação não se alteram, pois as reações direta e inversa estão se processando com velocidades iguais. É uma situação de equilíbrio dinâmico”*. E, em seguida, inicia-se a explicação dos efeitos da concentração, pressão, temperatura e catalisador.

Os livros mais citados, nas referências bibliográficas, nos planos de aula foram³: Usberco & Salvador (38,5%), Tito & Canto (30,7%), Química e Sociedade (15,4%), Ricardo Feltre (7,7%) e Sardella (7,7%). Outros alunos utilizaram ainda de

³ FELTRE, R. **Fundamentos da Química**, v. único, 1.ed. São Paulo: Moderna, 2001; PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na Abordagem do Cotidiano**, v.2, 3.ed. São Paulo: Moderna, 2003; SANTOS, W. L. P.; MOL, G. S. **Química & Sociedade**, v. único, 1.ed. São Paulo: Nova Geração, 2005; SARDELLA, A. **Química**, v. único, 5.ed. São Paulo: Ática, 2003; USBERCO, J., SALVADOR, E. **Química**, v. único, 5.ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

sites da internet como fonte de dados para a elaboração de seus planos de aula. Porém, mesmo consultando livros e sites, um dos alunos afirmou que seu plano foi elaborado para uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, pois esse é um tema que deve ser trabalhado após o tópico Funções Inorgânicas e Reações Químicas. Na verdade, como já foi discutido anteriormente, Equilíbrio Químico apresenta muitos pré-requisitos, como Reações Químicas, Gases, Cinética e Termoquímica, e por isso, na maioria das escolas, é ensinado no final da segunda ou no início da terceira série do Ensino Médio.

Em geral, os planos propostos pelos alunos da disciplina de Prática de Ensino de Química, da Universidade analisada, reproduzem livros didáticos ou sites da internet, incentivam a memorização de regras, utilizam exemplos do cotidiano sem contextualização – apenas como algo a ser citado, reproduzindo o modelo de aula que tiveram no Ensino Médio e, provavelmente, na própria universidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Preocupar-nos-emos sem cessar, não com o que está feito, mas com o que resta a fazer”

Claude Bernard

O presente trabalho buscou investigar e analisar as aprendizagens dos futuros professores de Química sobre Equilíbrio Químico identificando suas dificuldades e condicionantes.

Na formação inicial de professores, o conteúdo Equilíbrio Químico é abordado basicamente em três disciplinas, Química Geral 1, Química Analítica 1 e Físico-Química 2. A análise das entrevistas revelou que o ensino deste tema é orientado, por grande parte dos formadores, de modo mecânico, reprodutivo, enfatizando muito mais o caráter repetitivo do que seu potencial para favorecer a construção de conceitos.

Alie-se a isso o fato de que os alunos possuem lacunas conceituais. Segundo seus depoimentos, os formadores desconsideram sua bagagem de conhecimentos e, embora o equilíbrio seja conteúdo de Ensino Médio e haja uma revisão no período preparatório para o vestibular, eles argumentam que necessitam aprofundar mais esse conteúdo. Nesse período que antecede a formação universitária, eles “aprendem” fórmulas e conceitos “úteis”, ou seja, “regras de sobrevivência”, todavia, as aprendizagens não são suficientes, pois preparam para o “aqui e o agora” (prova de vestibular).

Porém, cada uma das disciplinas citadas anteriormente, na suas especificidades, necessita ser repensada, no sentido de que contemplem o processo de gênese dos conceitos.

Os resultados da investigação sugerem que as disciplinas específicas tratem os conteúdos químicos também na perspectiva de como ensiná-los. Para isso, o tratamento dado aos conteúdos não deve ser o de ponto de chegada, mas o de ponto de partida, permitindo ao aluno uma percepção da intencionalidade e da dinâmica da produção do conhecimento químico (MALDANER, 2000, p. 51). Os professores de cada uma destas disciplinas deveriam dedicar certo período de suas aulas – dez por cento, por exemplo – à discussão pedagógica dos conteúdos trabalhados, analisando os principais problemas de cada assunto e possibilitando

alternativas de torná-lo ensinável (MALDANER, 2000, p. 51). Por exemplo, os professores de Química Geral ou de Físico Química 2 poderiam discutir com os alunos da graduação, formas de se introduzir o tema Equilíbrio Químico em uma turma do Ensino Médio ou ainda analisar artigos científicos que discutam as dificuldades de aprendizagem deste conteúdo. A discussão das questões pedagógicas que acompanha os conteúdos estão ausentes na formação específica, os professores costumam, segundo Maldaner (2000, p. 45) “negar a validade de sua formação na graduação, exatamente no que os cursos de licenciatura em Química mais prezam: dar uma boa base em conteúdos!”.

Os entrevistados revelaram também que alguns formadores, ao ensinar Equilíbrio Químico, enfatizam de modo exagerado os procedimentos e algoritmos. Tal ênfase foi apontada por muitos sujeitos desta pesquisa como um dos motivos das dificuldades dos licenciandos para aprender e aplicar os conceitos relacionados com o tema.

Na intenção de ultrapassar essas dificuldades, muitas propostas já sugerem um tratamento diferenciado e um investimento maior e mais cuidadoso no aspecto conceitual. Nesse sentido, o tratamento conceitual indica a necessidade de refletir sobre as diversas idéias associadas à representação do Equilíbrio Químico – balança, equilíbrio físico, emocional, econômico – e de selecionar modelos apropriados e oportunos que confirmem sentido à sua abordagem.

Segundo Lindauer (1962), no desenvolvimento histórico do conceito de Equilíbrio Químico, vários estudos e eventos ofereceram efetiva contribuição a atual definição de Equilíbrio Químico. Pode-se apontar fundamentalmente: a) o reconhecimento e aceitação da influência da quantidade de reagentes nas reações químicas; b) a formulação quantitativa desse efeito na “Lei de Ação das Massas”; c) a racionalização do efeito da massa pela cinética química e termodinâmica; d) o refinamento da “Lei da Ação das Massas” com a introdução das atividades; e e) a grande aplicação da termodinâmica química à situação de equilíbrio. Acreditamos que a linguagem utilizada para conceituar o estado de Equilíbrio pode ser uma das responsáveis pela origem das dificuldades dos alunos, juntamente com o fato de muitos alunos não perceberem a descontinuidade da matéria.

Um grande número dos licenciandos questionados sobre as dificuldades nas aprendizagens situou-as nos seguintes temas: hidrólise de sais, solução tampão, grau de ionização de ácidos e bases fracas, produto de solubilidade e equilíbrio

heterogêneo. Porém, a análise dos questionários sugere que os alunos apresentam dificuldades com a conceituação do Equilíbrio Químico, com a aplicação das regras de Le Chatelier e com o equilíbrio em meio aquoso. Os estudantes mostraram dificuldades na hora de entender as regras que estavam utilizando. A linguagem empregada propicia seqüências ação-reação que não facilitam a compreensão dos processos físico-químicos que tem lugar quando varia alguma das variáveis que definem um estado de Equilíbrio Químico. Em geral, as dificuldades detectadas devem-se ao não domínio dos pré-requisitos necessários para abordar o estudo do equilíbrio.

Para superar essas dificuldades, os futuros professores precisam entender que a igualdade da velocidade em um estado de equilíbrio não significa que a extensão dos processos direto e inverso é a mesma. Há necessidade de discutir a constante de equilíbrio K , indicando o progresso da reação direta frente à inversa se um determinado sistema alcança o equilíbrio (extensão final do processo). Eles devem também saber derivar a definição operativa desta constante K para qualquer processo reversível, seja homogêneo ou heterogêneo, e saber prever em situações concretas se um sistema está ou não em equilíbrio. Em particular, há que se reconhecer que K só dependerá da temperatura e do sistema químico representado no esquema da reação e, paradoxalmente, não das concentrações no equilíbrio (visto que é uma constante). Um raciocínio matemático, associado à expressão da constante de equilíbrio, permite fazer previsões de forma não-equivocada.

É preciso, também, levar o aluno a entender qual será o sentido da evolução de um sistema químico em equilíbrio quando este é perturbado, a entender as limitações do princípio de Le Chatelier (por exemplo, em um sistema do tipo $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)}$, uma variação do volume à temperatura constante, segundo este princípio, pode induzir a pensar que não ocorreria variação da concentração dos participantes da reação, ou ainda quanto a adição de um gás inerte) e a saber analisar as velocidades da reação, aplicando o modelo de colisões.

A análise dos planos de aula construídos pelos futuros professores permite arrolar alguns pontos de avanço (talvez pelo fato de os alunos estarem em busca de uma prática pedagógica mais eficiente, motivados pela disciplina de Prática de Ensino) que merecem destaque: empenho em favorecer situações de ensino diferenciadas – com experimentos e exemplos mais próximos das situações de vivência dos alunos; tentativas em articular a transmissão de conteúdos mais

significativos; esforços em relação à aplicação de procedimentos de ensino que enriqueçam as aprendizagens. Todavia, os conteúdos propostos nesses planos são introdutórios ao tema em estudo, localizando-se no nível da conceituação e reconhecimento das características do Equilíbrio Químico. Foi possível perceber que os futuros professores elaboraram planos sobre os temas que acreditam que dominam. Assim, os sub-temas equilíbrio heterogêneo e solução tampão, por exemplo, não foram encontrados em nenhum dos planos. Além disso, verificou-se a presença de atividades que visavam apenas a memorização de regras, exemplos descontextualizados ou que serviriam apenas como mais uma informação a ser “decorada” e, também a reprodução de livros didáticos.

A existência de erros conceituais nos planos de aula revela que o problema da aprendizagem do Equilíbrio Químico é mais complexo do que indicam os questionários respondidos pelos alunos. Por tanto, uma análise epistemológica em profundidade desta importante parte da Química (Quílez, 2004) e a análise dos pré-requisitos necessários e do conhecimento das dificuldades de aprendizagem podem ajudar os professores universitários a tomar as decisões pedagógicas mais idôneas para não transmitir, evitar e tentar superar os erros conceituais encontrados na literatura (Quílez, 2004, 2006). Neste sentido, o professor deve questionar-se como ensinar e avaliar o que pode facilitar uma mudança instrucional que tente melhorar os problemas encontrados.

Com base nos resultados e análises apresentadas propõem-se algumas idéias e/ou sugestões no tratamento dos conteúdos específicos durante a formação docente. Entre elas, vale apontar: explicitação dos objetivos da matéria de ensino (o professor deve se perguntar: “por que ensinar Equilíbrio Químico?”); localização histórica do conteúdo sempre que possível (para que o aluno perceba que o Equilíbrio Químico não foi um assunto que surgiu do nada e que vários cientistas tiveram dificuldades em explicá-lo); articulação dos conhecimentos químicos com outras áreas de saber (mostrando que este tema tem grande hierarquia conceitual); incentivo à participação mais ativa do aluno no processo de construção do conhecimento (elaborando roteiros ou mesmo, planos de aula sobre o assunto); tratamento dos conteúdos de ensino de forma contextualizada, isto é, os conhecimentos químicos devem ser trabalhados como linguagem na leitura e entendimento da realidade e favorecer a resolução de situações-problema (mas não para o acúmulo de informação); articulação dos aspectos teóricos (a explicação

microscópica ou, melhor ainda, atômico-molecular, de um sistema em Equilíbrio), fenomenológicos (o que é visível, palpável, macroscópico: como o aluno pode evidenciar que o sistema entrou em Equilíbrio) e representacionais (as equações que representam o estado de Equilíbrio); articulação dos conhecimentos científicos e pedagógicos (a mediação pedagógica ou a transposição didática: “como tornar o assunto Equilíbrio Químico, que foi aprendido na universidade ensinável, para meus alunos?”); proposição de estratégias de raciocínio que estimulem os processos metacognitivos para que gerem maior compreensão acerca dos processos de construção e natureza do conhecimento científico (abrindo espaço, por exemplo, para discussões acerca das aplicações e limitações do uso de leis e princípios); favorecimento de abordagens didático-pedagógicas em que pese a importância dos conteúdos específicos sem, contudo, fazer prevalecer a preocupação com a quantidade de informações; utilização de procedimentos didáticos que motivem a busca pelo saber e o desenvolvimento de caminhos diversificados para a abordagem dos conteúdos; reconsideração das aprendizagens, tendo como horizonte a formação docente que deve ser considerada e valorizada; maior articulação entre as disciplinas de cunho específico no curso.

E, por fim, vale lembrar que a mudança no ensino não pode ser apenas uma mudança nos conteúdos a serem ensinados. Não basta acrescentar esse ou aquele tópico, retirar essa ou aquela definição. O que se propõe aqui é uma mudança na própria forma de apresentar o conhecimento químico ou, mais profundamente, uma mudança na visão que “passamos” para os alunos. Tal visão deve ser integradora, apresentando os conceitos com conexões que permitam o movimento por diferentes representações de uma mesma idéia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, P.; LORETTA, J. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio**. 3.ed. Tradução de Ignez Caracelli et al. Porto Alegre: Bookman, 2006. 968p.

ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. v. 1. 7.ed. Tradução de Edílson C. da Silva, Márcio J. E. de Melo Cardoso, Oswaldo E. Barcia. Rio de Janeiro: LTC, 2003. 356p.

BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. *Dificuldades Conceituais em Física apresentadas por alunos ingressantes em um Curso de Engenharia*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 24, 3, p.324-341, setembro, 2002.

BERGQUIST, W.; HEIKKINEN, H. *Students' ideas regarding chemical equilibrium*. **Journal of Chemical Education**, 67,12, p.1000-1003, 1990.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BUCHMANN, M. **The priority of knowledge and understanding in teaching**. In: L. Katz and J. Rath (eds.). **Advances in teacher education**. Norwood: Ablex, 1984. p. 29-50.

BUTTS, B.; SMITH, R. *What do students perceive as difficult in H.S.C. Chemistry?* **The Australian Science Teachers's Journal**, 32, p. 45-51, 1987.

CARMO, H.; FERREIRA, M. M.; **Metodologia da investigação: guia para auto-aprendizagem**, Lisboa: Universidade Aberta, 1998.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 1993. p. 20-25.

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino?** Canoas: ULBRA, 1995, 192p.

FABIÃO, L. S.; DUARTE, M. C. *Dificuldades de produção e exploração de analogias: um estudo no tema Equilíbrio Químico com alunos/futuros professores de ciências*. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 4, 1, 2005, p. 1-17.

FELTRE, R. **Fundamentos da Química**, v. único, 2.ed. São Paulo: Moderna, 1996, p. 349-389.

FERREIRA, A. **Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. 2128p.

FINLEY, F. N.; STEWART, J.; YARROCH, W. L. *Teachers' perceptions of important and difficult science content*. **Science Education**, 66, 4, p.531-538, 1982.

FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. *O Conceito de Solução Tampão*. **Revista Química Nova na Escola**, 13, p.18-21, maio/2001.

FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUISASOLA, J. *Revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos cantidad de substancia y mol*. **Enseñanza de las Ciencias**, 20, 2, p. 229-242, 2002.

FURIÓ, C.; CALATAYUD, M. L.; BÁRCENAS, S. L.; PADILHA, O. M. *Functional fixedness and functional reduction as common sense reasoning in chemical equilibrium and in geometry and polarity of molecules*. **Science Education**, 84, 5, p. 545-565, 2000.

FURIÓ, C.; ORTIZ, E. *Persistencia de errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico* **Enseñanza de la Ciencias**, 1, 1, p.15-20, 1983.

FURIÓ, C. J. M.; ESCOBEDO, M. *La fijación funcional en el aprendizaje de la Química: un ejemplo paradigmático usando el principio de Le Chatelier*. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, 8, p.109-124, 1994.

GARNETT, P. J.; GARNETT, P. J.; HACKLING, M. W. *Students' alternative conceptions in chemistry: a review of research and implications for teaching and learning*. **Studies in Science Education**, 22, p. 69-95, 1995.

GORODETSKY, M.; GUSSARSKY, E. *Misconceptualization of the chemical equilibrium concept as revealed by different evaluation methods*. **European Journal of Science Education**, 8, 4. p.427-441, 1986.

GRIFFITHS, A. K. **A critical analysis and synthesis of research on students' chemistry misconceptions.** In: Schmidt, H. J. (ed.) **Proceedings of the 1994 International Symposium 'Problem Solving and Misconceptions in Chemistry and Physics'**, University of Dortmund: ICASE, 1994, p. 70-99.

HACKLING, M. W., GARNETT, P. J. *Misconceptions of chemical equilibrium.* **European Journal of Science Education**, 7, 2, p. 205-214, 1985.

HASHWEH, M. *Effects of subject –matter knowledge in the teaching of biology and physics.* **Teaching and teacher education**, 3, 2, p.109-120, 1987.

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

JIMÉNEZ, V. M.; BRAVO, T. G. **La formación inicial del profesorado de ciencias.** In: PERALES, J.; CAÑAL, P. **Didáctica de las ciencias experimentales.** Alcoy: Marfil. 2000, p. 535-581.

JOHNSTONE, A. H.; MACDONALD, J. J.; WEBB, G. *Chemical equilibrium and its conceptual difficulties* **Education in Chemistry**, 14, 6, p.169-171, 1977.

LINDAUER, M. W. *The evolution of the concept of chemical equilibrium from 1775 to 1923.* **Journal of Chemical Education**, 39, 8, p.384-390, 1962.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU. 1986.

MAAR, J. H. *Glauber, Thurneisser e outros – tecnologia química e química fina, conceitos não tão novos assim.* **Química Nova**, 23, 5, p. 709-713, 2000.

MACHADO, A. H. **Equilíbrio Químico: concepções e distorções no ensino e na aprendizagem.** 1992. 126p. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas.

_____. *Pensando e Falando sobre Fenômenos Químicos.* **Revista Química Nova na Escola**, 12, p. 40, nov/2000.

MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R.M.R. *Como os estudantes concebem o estado de Equilíbrio Químico.* **Revista Química Nova na Escola**, 4, p. 18-20, nov/1996.

MAIA, D. J.; GAZOTTI, W. A.; CANELA, M. C.; SIQUEIRA, A. E. *Chuva ácida: um experimento para introduzir conceitos de Equilíbrio Químico e acidez no ensino médio*. **Revista Química Nova na Escola**, 21, p. 44-46, maio/2005.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química professor-pesquisador**. Ijuí: UNIJUÍ. 2000, 424p.

MANUAL DO CANDIDATO *Processo Seletivo* – UFU – Julho 2007, Disponível em <http://www.ingresso.ufu.br/Vest20072/pdf/Manual_julho07.pdf>, Acesso em Julho/2007.

MAZZETTO, S. E.; SÁ CARNEIRO, C. C. B. *Licenciatura em Química da UFC: Perfil Sócio-Econômico, Evasão e Desempenho dos Alunos*. **Química Nova**, 25, 6B, p. 1204-1210, 2002.

MONTEIRO, A. M. F. C. *Professores: entre saberes e práticas*. **Educação & Sociedade**, 74, p. 121-142, abr/2001.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química para o Ensino Médio**, São Paulo: Scipione. 2003, p. 310-328.

McMURRY, J.; FAY, R. C. **Chemistry**, 4.ed. New Jersey: Prentice-Hall. 2003.

MILAGRES, V. S.; 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**, 13, p. 41-46, maio/2001.

MIZUKAMI, M. G. N. *Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman*. , **Revista do Centro de Educação**, 29, 2, 2004. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/revce/revce/2004/02/r3.htm>>. Acesso em Jul 2007

PARDO, J. Q. *Persistencia de errores conceptuales relacionados con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier*, **Educación Química**, 9, 6, p. 367-377, Nov/1998.

_____ *Aproximación a los orígenes del concepto de equilibrio químico: algunas implicaciones didácticas*. **Educación Química**, 13, 2, p. 101-112, Jan/2002.

PEDROSA, M. A.; DIAS, M. H. *Chemistry Textbook Approaches to Chemical Equilibrium and Student Alternative Conceptions* **Chemical Education: Research and Practice in Europe**, 1, 2, p. 227-236, 2000.

PEREIRA, J. E. D. *As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente*. **Educação & Sociedade**, XX, 68, 1999.

PEREIRA, M. P. A. *Equilíbrio Químico – Dificuldades de aprendizagem I – Revisão de opiniões não apoiadas por pesquisa*. **Revista Química Nova**, 12, 1, p. 76-81, 1989.

_____. *Equilíbrio Químico – Dificuldades de aprendizagem II – Uso de analogias e modelos*. **Revista Química Nova**, 12, 2, p. 182-187, 1989.

PÉREZ-GÓMEZ, A. O pensamento prático do professor a formação do professor como profissional reflexivo. In: Nóvoa, A. (org.). *Os professores e sua formação*. Lisboa: publicações Dom Quixote, 1992. pp. 93-114.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano: Físico-Química**, v. 2, 3.ed. São Paulo: Moderna. 2003, p. 209-290.

PINTÓ, R.; ALIBERAS, J.; GOMEZ, R. *Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas*. **Enseñanza de las Ciencias**. 14, 2, p. 221-232, 1996.

QUÍLEZ, J. *A historical approach to the development of chemical equilibrium through the evolution of the affinity concept: some educational suggestions*, **Chemical Education: Research and Practice**, 5, p.69-87, 2004.

_____. *Análisis de problemas de selectividad de equilibrio químico: errores y dificultades correspondientes a libros de texto, alumnos y profesores*. **Enseñanza de las Ciencias**, 24, 2, p. 219-240, 2006.

_____. *Aproximación a los orígenes del equilibrio químico: algunas implicaciones didácticas*. **Educación Química**, 13, 2, p. 101-112, 2002.

_____. *Changes in concentration and in partial pressure in chemical equilibria: Student's and Teachers' misunderstandings*. **Chemistry Education: Research and Practice**, 5, 3, p. 281-300, 2004.

_____. *Una formulación para un principio: análisis histórico del principio de Le Chatelier.* **Revista Mexicana de Física**, 41, 1, p. 586-598, 1995.

_____. *Persistencia de errores conceptuales relacionados con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier.* **Educación Química**, 9, p. 267-377, 1998.

QUÍLEZ, J.; SANJOSÉ, V. *Errores Conceptuales en el estudio del equilibrio químico: Nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del Principio de Le Chatelier.* **Enseñanza de las Ciencias**, 13, 1, p. 72-79, 1995.

QUÍLEZ, J.; SOLAZ, J. J. *Students' and teachers' misapplication of the Le Chatelier's principle. Implications for the teaching of chemical equilibrium.* **Journal of Research in Science Teaching**, 32, 9, p.939-957, 1995.

RAVIOLO, A.; AZNAR, M. M. *El origen de las dificultades y de las concepciones alternativas de los alumnos en relación con el equilibrio químico.* **Educación Química**, 16, p. 159-166, fev/2005.

RAVIOLO, A.; AZNAR, M. M. *Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas.* **Educación Química**, 14, 3, p. 60-66, jul/2003.

RAVIOLO, A.; BAUMGARTNER, E.; LASTRES, L.; TORRES, N. *Logros y dificultades de alumnos universitarios en equilibrio químico: uso de un test con proposiciones.* **Educación Química**, 12, 1, p. 18-26, jan/2001.

ROCHA, A.; SCANDROLI, N.; CASTIÑEIRAS, J. M.; GARCÍA-RODEJA, E. *Propuesta para la enseñanza del equilibrio químico.* **Educación Química**, 11, 3, p. 343-352, jul/2000.

SÁ-CHAVES, I. da S. C. **A construção do conhecimento pela análise reflexiva de práxis.** Coimbra: Fundação Calouste Gulbenkian. Fundação para a Ciência e Tecnologia. Ministério da Ciência e da Tecnologia, 2002.

SCHNETZLER, R. P. **O professor de Ciências: problemas e tendências de sua formação.** In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (orgs.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens.** Piracicaba, CAPES/PROIN/UNIMEP, 2000, p. 12-41.

SHNETZLER, R. P. *A pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas*. **Química Nova**, 25, supl.1, p. 14-24, 2002.

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SCHWAB, J. J. **Science, curriculum and liberal education**. Chicago: University of Chicago Press, 1978.

SHULMAN, L. *Those who understand: knowledge growth in teaching*. **Educational Research**, 15, 2, p. 4-14, fev/1986.

SILVA, R. M. G. **Constituição de professores universitários de disciplinas sobre ensino de Química**. 2003. 245p. Tese de Doutorado. Universidade Metodista de Piracicaba.

SILVA, R. R.; ROCHA-FILHO, R. C. *Mol: uma nova terminologia*. **Revista Química Nova na Escola**, 1, p.12-14, mai/1995.

SILVA, S. M.; EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. *As percepções dos professores de Química Geral sobre a seleção e a organização conceitual em sua disciplina*. **Química Nova**, 26, 4, p. 585-594, 2003.

SILVEIRA, L. M. C.; RIBEIRO, V. M. B. *Grupo de adesão ao tratamento: espaço de "ensinagem" para profissionais de saúde e pacientes*. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação**, 9, 16, p. 91-104, set.2004/fev.2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/icse/v9n16/v9n16a08.pdf>>. Acesso em Jul 2007.

SOARES, M. H. F. B.; OKUMURA, F.; CAVALHEIRO, E. T. G. *Proposta de um jogo didático para Ensino do conceito de Equilíbrio Químico*. **Revista Química Nova na Escola**, 18, p. 13-17, nov/2003.

SOLAZ, J. J.; QUÍLEZ, J. *Changes of extent of reaction in open chemical equilibria*. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, 2, 3, p. 303-312, 2001.

SOUZA, K. A. F. D. **O ensino universitário de Química em descompasso: dificuldades de futuros professores na construção do pensamento químico**. 2007. 126p. Tese de Mestrado. Universidade Estadual Paulista.

TREAGUST, D.; DUIT, R.; NIESWANDT, M. *Sources on students' difficulties in learning chemistry*. **Educación Química**, 11, 2, p. 228-238, 2000.

VAN DRIEL, J. H.; GRÄBER, W. **The teaching and learning of chemical equilibrium**. In: Gilbert, J. K., et al (eds.), **Chemical education: Towards research-based practice**. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers. 2002.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A. *Construtivismo, conhecimento científico e habilidade didática no ensino de Ciências*. **Revista da Faculdade de Educação**, 23, 1-2, p. 196-214, 1997.

VOSKA, K. W.; HEIKKINEN, H. W. *Identification and Analysis of Student Conceptions Used to Solve Chemical Equilibrium Problems*. **Journal of Research in Science Teaching**, 37, 2, p.160-176, 2000.

ZUCCO, C. *A Graduação em Química: Um Novo Químico para uma Nova Era*. **Química Nova**, 28, suplemento, S11- S13, 2005.