

As teorias ácido-base em dissertações de química analítica

Geruza da Silva Nascimento¹(PG)*, Bruno Ferreira dos Santos¹(PQ).

* *srtagel@hotmail.com*

¹ Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus Universitário de Jequié – Avenida José Moreira Sobrinho, S/N, Bairro Jequeizinho, Jequié – Bahia, CEP 45.206-191.

Palavras-Chave: Química Analítica, teorias ácido-base, produção de conhecimento.

Resumo: Este trabalho apresenta uma análise sobre a presença das teorias ácido-base em dissertações de Química Analítica do curso de Pós-Graduação em Química da UESB, com base nas interpretações de sistemas químicos que envolvem tais conceitos. Baseado em um levantamento bibliográfico no banco de dissertações de mestrado, a pesquisa procurou identificar como os autores incorporam os conceitos e teorias ácido-base. O referencial teórico utilizado é inspirado em Thomas Kuhn, particularmente em suas noções de ciência normal e paradigma. Os resultados apontam para um uso implícito das teorias, em que os autores não especificam nas explicações dos sistemas químicos a aderência a qualquer teoria. Sendo o mestrado uma das etapas de formação do professor para a docência superior, é importante estudar a apropriação pelos mestrandos dos conceitos e teorias da Química, visto que tais profissionais serão responsáveis pela formação de tantos outros estudantes, quer seja em ensino médio ou superior.

Introdução

O mestrado, mais que um título acadêmico, é uma etapa fundamental para profissionais que pretendem atuar na docência no ensino superior no Brasil. Segundo Arroio *et al*:

“os professores inseridos na docência no Ensino Superior precisam estar preparados para trabalhar o conhecimento científico com os estudantes em formação, como também para influenciar a conduta destes através da cultura da ética e da cidadania” (2006, p.1387).

Buscando melhorias na área de ensino, tem-se exigido profissionais que além de ter domínio sobre o conteúdo, estejam devidamente capacitados para preparar o aluno introduzindo-o no domínio dos métodos científicos e também em sua formação social.

A busca pela formação em nível superior baseia-se na necessidade de qualificar-se profissionalmente. De acordo com a Lei Federal nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional, a

formação docente para o nível superior se dá nos cursos de mestrado e doutorado (BRASIL,1996):

“Art. 66 – A preparação para o exercício do magistério superior far-se-á em nível de pós-graduação, principalmente em programas de mestrado e doutorado”.

O mestrado é uma etapa da formação continuada e a inserção da prática pedagógica neste nível de formação deve estar associada à reflexão científica e social. Quando historicamente o professor universitário era selecionado de acordo sua área de atuação no mercado de trabalho, a idéia de que *quem sabe fazer sabe ensinar* deu sustentação à lógica do recrutamento dos docentes (CUNHA, 2004, p.526). Hoje, a exigência do mestrado trás essa exigência de domínio de conteúdo associada também à prática pedagógica, possibilitando melhor compreensão e reflexão dos temas em questão.

Tratando-se de ciência, especificamente de química, o domínio dos conteúdos e uma reflexão sobre a produção de conhecimento científico são ferramentas importantes para o aprendizado, evitando-se formar uma imagem errônea da ciência. Uma imagem distorcida da ciência pode agir como um obstáculo para uma prática eficiente da educação científica (FURIÓ-MÁS *et al.*, 2012, p.1338). Dessa forma a compreensão e interpretação dos processos científicos são condições essenciais para o desenvolvimento profissional e aperfeiçoamento dos professores. Estas não servem apenas para evitar a transmissão de visualizações simplistas da ciência e da atividade científica, mas também e, em geral, garantir que o docente saiba como orientar adequadamente o processo de ensino-aprendizagem. Atualmente, uma das tendências mais importantes na pesquisa em educação científica refere-se à mudança conceitual dos professores sobre a natureza da ciência, com o objetivo de corrigir visões deformadas sobre a ciência e a atividade científica; e o mestrado é uma via fundamental de formação que desmistifica e possibilita ao docente a interpretação coerente das teorias.

Mesmo com o crescente desenvolvimento de pesquisas sobre concepções epistemológicas dos professores, existem ainda alguns fatores que necessitam de um estudo mais aprofundado, sendo um deles sobre os conceitos e teorias essenciais da ciência contemporânea e sua apropriação pelos professores. Na Química, dentre os vários conceitos que fundamentam essa ciência, os conceitos de ácido e base

geralmente são muito utilizados para explicar as reações envolvidas nos diversos equilíbrios químicos e em seus mecanismos.

A primeira competência profissional que os professores e pesquisadores de química devem ter é sem dúvida um conhecimento profundo sobre seus conceitos e teorias. Para Tobin e Espinet (1989) citados por Furió-Más *et al.* (2012, p.1339) a falta de conhecimento científico de um professor do ensino médio pode criar sérios obstáculos para a participação dos alunos em atividades inovadoras. No entanto dominar os conteúdos não é suficiente para nortear o aluno, é necessário possuir conhecimentos e competências diversificadas que ultrapassem o tecnicismo independentemente do grau de ensino. É muito importante conhecer os problemas que estão na origem da construção dos modelos científicos, produzidos em períodos específicos e sob diferentes contextos em que foram elaborados. É de extrema importância, por exemplo, que os professores de química compreendam as teorias ácido-base para que possam guiar epistemologicamente os estudantes, de ensino médio ou superior, sobre como construir e interpretar modelos e fenômenos, fazendo uso dos mesmos para a construção de conhecimento. De acordo com Thomas Kuhn (1998, p.29) a utilização de tais conceitos estabelecidos para a produção de conhecimento científico é característica do que este autor denomina como ciência normal. Isso significa que a pesquisa atual está firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas.

O modelo kuhniano surgiu como crítica ao positivismo que, segundo Ostermann (1996, p.184), a produção do conhecimento científico começa com uma observação neutra, se dá por meio da indução é cumulativa e linear e que o conhecimento científico daí obtido é definitivo. Kuhn, ao contrário, encara a observação como antecedida por teorias e, portanto, não neutra, e também acredita que não há justificativa lógica para o método indutivo, reconhecendo o caráter construtivo, inventivo não definitivo do conhecimento.

Para Kuhn a ciência segue um modelo de desenvolvimento que compreende uma seqüência de períodos de ciência normal, paradigmática e as chamadas revoluções científicas. A ciência normal é o que vivemos no momento, o conhecimento é produzido baseado em fatos e teorias passadas que explicam o comportamento dos fenômenos; o paradigma é um modelo seguido, um padrão estabelecido que sustenta a

produção de conhecimento no âmbito da ciência normal. Quando surge um problema cujas teorias vigentes não conseguem explicar esse fenômeno o paradigma é rompido e dá-se início à busca de novas teorias que consigam dar conta de justificar e explicar o comportamento do sistema em estudo, e isto caracteriza o que Kuhn chama de uma revolução científica ou ciência extraordinária. No caso das teorias ácido-base, estas conseguem explicar o comportamento de diversos sistemas químicos, o que indica que vivenciamos uma etapa da ciência normal com respeito a essas teorias.

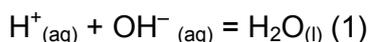
Este trabalho faz parte de uma pesquisa de mestrado em andamento que procura caracterizar o uso das teorias e conceitos de ácidos e bases em dissertações apresentadas em um mestrado em Química Analítica. Baseado em um levantamento bibliográfico, o estudo tem como suporte teórico as idéias de ciência normal e de paradigma de Thomas Kuhn e a premissa de que esses conceitos são fundamentais para a formação do químico analítico. Como muitos mestres egressos seguem a carreira acadêmica, acreditamos que sua formação ao nível de mestrado dá suporte a essa apropriação de teorias fundamentais para o ensino e a aprendizagem da química.

Teorias ácido-base

Ao longo da história da química, diversas teorias sobre ácidos e bases foram propostas. Em um breve estudo sobre o tema, Chagas (1999,p.28-30) relaciona as seguintes teorias: Arrhenius (1887), dos sistemas solventes (1905), protônica (1923), eletrônica (1923), de Lux (1939), de Usanovich (1939) e ionotrópica (1954), sem esquecer as críticas de Werner(1895 a 1911); Entretanto a despeito de existirem muitas teorias, as mais utilizadas são as de Arrhenius, a protônica e a eletrônica.

Teoria de Arrhenius

Este conceito foi apresentado em 1887 pelo químico sueco Svante Arrhenius, como parte da teoria da dissociação eletrolítica, proposta por ele. Segundo essa teoria, um ácido é toda substância que em água produz íons H^+ e base é aquela que produz íons OH^- . A neutralização se dá pela reação entre essas duas espécies iônicas, produzindo água:



Apesar de diversos avanços, esta teoria mostrou-se restrita à presença de água, não havendo a possibilidade de aplicá-la a sistemas sólidos.

Teoria protônica

Como a teoria de Arrhenius estava limitada ao meio aquoso, em 1923 foi proposta uma nova teoria, de maneira independente, por G. Lewis (EUA), T. Lowry (Inglaterra) e J. Brønsted (Dinamarca).

Brønsted foi um dos teóricos que mais contribuiu para o desenvolvimento desta teoria, que é muito utilizada até hoje. A definição ácido por essa teoria é de ser um doador de prótons (H^+) e base, um receptor de prótons. A reação de neutralização se daria pela transferência de prótons entre um ácido e uma base.



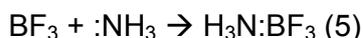
Teoria eletrônica

Em 1923 G.N. Lewis conseguiu fazer uso de sua teoria do par eletrônico, com a qual buscava explicar as ligações químicas para propor uma teoria para as reações ácido-base (juntamente com a teoria protônica). Ele considerava um ácido toda espécie química, capaz de receber um par eletrônico e uma base aquela capaz de doar um par eletrônico.

Com representação geral temos:



Como exemplos de reações de neutralização temos a formação da amônia - trifluoreto de boro:



Em 1938, Lewis retornou os estudos sobre o tema ácido-base, especificando alguns critérios para esse comportamento. A reação entre um ácido e uma base, chamada de reação de neutralização é rápida e um ácido ou uma base podem deslocar de seus compostos um ácido (ou uma base) mais fraco. Assim, ácidos e bases podem ser titulados um com o outro por meio de indicadores e também são capazes de atuar como catalisadores.

Metodologia

Inicialmente foi realizado um estudo sobre a implantação do Programa de Pós – Graduação *stricto sensu* em Química Analítica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia para determinar o número de dissertações defendidas até o presente momento.

Todas as dissertações defendidas foram classificadas de acordo com sua área temática. Aquelas que apresentam métodos analíticos como suporte das pesquisas realizadas foram analisadas quanto a utilização de conceitos de ácidos e bases em suas explicações dos sistemas químicos envolvidos; as teorias de acidez e basicidade utilizadas nas explicações e os usos dos conceitos ácido-base nas explicações dos resultados obtidos.

Resultados e discussão

Analisando as dissertações de mestrado apresentadas entre 2007 e 2013, foi possível quantificar o número de trabalhos da sub-área de Química Analítica, conforme o Quadro 1 abaixo:

Quadro 1: Dissertações defendidas no Mestrado de Química Analítica - UESB

Sub-área	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Química dos Produtos Naturais	0	4	5	2	1	1	6	19
Cinética Química e Catálise	3	4	1	1	1	4	3	17

Análise de Traços e Química Ambiental	2	1	1	2	0	0	2	8
Métodos Óticos de Análise	1	0	1	0	1	2	3	8
Química analítica e Separação	3	5	7	5	4	6	5	35
TOTAL	9	14	15	9	7	13	19	

Fonte: os autores

De acordo com a tabela observamos que Química Analítica e Separação é a sub-área que apresenta o maior número de dissertações defendida. Os trabalhos de dissertação foram estudados realizando uma leitura integral sobre seu conteúdo, e essa análise evidenciou que todos os trabalhos experimentais fizeram uso de ácido(s) e/ou base(s), quer seja no processo de digestão da amostra, na pré-concentração de alguma espécie química ou como eluente para o sistema de leitura do sinal analítico.

A tabela 2 apresenta os dados, que foram obtidos com base na análise das 35 dissertações apresentadas na tabela 1 da sub-área Química Analítica e Separação.

Tabela 2: Indicadores mais utilizados envolvendo teorias ácido-base.

Ano	Reação	Influência do pH	Diazotação
2007	0	100	25
2008	20	100	40

2009	37,5	100	12,5
2010	60	100	0
2011	0	100	75
2012	12,5	62,5	25
2013	25	87,5	25

Fonte: os autores

Com a análise dos trabalhos pode-se perceber que em todos se fez uso de reagentes com caráter ácido ou básico, os ácidos mais utilizados foram o ácido clorídrico, acético, nítrico e sulfúrico, apenas um trabalho utilizou ácido gálico e em outro o ácido fosfórico. Dentre as bases, as mais utilizadas foram o hidróxido de sódio, de potássio e o borato de sódio, que foi citado diversas vezes no uso do preparo de um sistema tampão de pH do experimento envolvido.

O uso de determinados ácidos e bases são fundamentais para a realização do experimento, e por isso algumas vezes a reação envolvendo um ácido e/ou a base foram descritos como, por exemplo, na dissertação intitulada “Procedimentos de extração simples na disponibilidade de Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn e solos” (SILVA 2008, p.31) . Neste trabalho, a autora mostra a reação que representa a origem das cargas negativas do solo por dissociação do grupo OH⁻ em grupos carboxílicos e fenólicos.

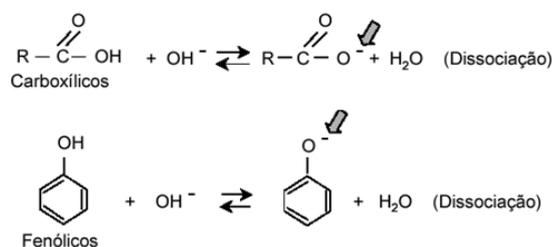


Figura 1: Representação da origem das cargas negativas do solo por dissociação do grupo OH⁻

As cargas elétricas dependem do pH da solução, sendo os grupos carboxílicos e fenólicos os mais abundantes na superfície da matéria inorgânica, sendo de maior abundância e quantidade o grupo hidroxil (OH⁻) exposto nas superfícies externas dos argilominerais e óxidos, hidróxidos e oxihidróxidos de ferro e alumínio. Em outro trabalho o autor utiliza o mecanismo de reação do ferro em meio básico em seu trabalho sobre “Extração em ponto nuvem e precipitação: Avaliação de dois métodos de pré- concentração para determinação de íons Cr(III) em suplementos alimentares” (ARAUJO, 2010). O ferrocromo é uma liga de Fe, Cr e C, obtida pela redução da cromita com carbono ($\text{FeCr}_2\text{O}_4 + 4\text{C} \rightarrow [\text{Fe} + 2\text{Cr}] + 4\text{CO}$). Na obtenção de Cromo puro, diversas etapas são necessárias, até o cromo ser obtido sob cromato de sódio ($2\text{FeCr}_2\text{O}_4 + 8\text{NaOH} + 7/2\text{O}_2 \rightarrow 4\text{Na}_2[\text{CrO}_4] + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2$) (ARAUJO, 2010, p.2). O cromato de sódio é solúvel, então ele é oxidado com água e acidificado com ácido clorídrico para obter o dicromato de sódio, que é mais estável.

A influência do pH também foi uma característica muito abordada, embora 37,5% das dissertações da sub-área Química analítica e Separação defendidas em 2012 não mencionaram a importância da manutenção do pH para o sistema, e em 2013 12,5% não descreveram a relevância deste fator para seus experimentos. Em alguns experimentos esse fator foi tão determinante que vários sistemas tampões foram utilizados (borato e acetato de sódio, amoniacal, e ácido clorídrico e nítrico), na busca de um sistema tampão que respondesse o melhor possível ao experimento realizado.

A reação de diazotação ou síntese de azocompostos, segundo Morrison (2005), ocorre pela reação, em condições apropriadas, de sais de diazônio com certos compostos aromáticos. Esta reação é designada como reação de acoplamento. Assim os sais de diazônio são produzidos a partir da reação de grupos aminas com ácido nitroso (HONO, ou HNO₂).

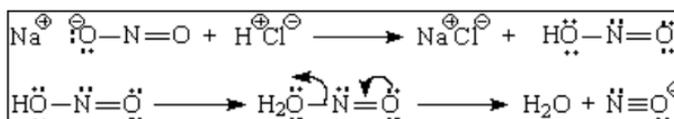


Figura 2: Mecanismo de reação do cátion nitrosila a partir do tratamento de nitrito de sódio com ácido clorídrico.

Esta reação foi utilizada freqüentemente em diversos trabalhos, principalmente quando houve a necessidade formar um sal ou de um carbocátion para reagir com o sistema em estudo. Tal estrutura permite identificar a teoria ácido-base que fundamenta a explicação desse sistema (Teoria de Lewis), mas não é abordada pelo autor como fato relevante, tal teoria sequer é citada.

Após leitura integral dos trabalhos, foi possível perceber que os mesmos em sua maioria apresentavam ao menos três dos quatro itens citados na tabela 2. Os dados possibilitam afirmar que as teorias ácido-base são utilizadas para explicação dos sistemas químicos na pesquisa científica, embora este uso não esteja explicitado ao longo das explicações. Este tipo de trabalho científico consiste em buscar um acordo, cada vez mais estreito, entre a natureza e a teoria. É interessante observar que a existência de um paradigma coloca o problema a ser resolvido (OSTERMANN 1996,p.189). É o que Kuhn exemplifica como a resolução de um “quebra – cabeças”, a apropriação de paradigmas para solucionar os problemas da pesquisa, depois que o “quebra-cabeças” é montado, ou seja, obtiveram uma resposta que satisfizesse seu problema de pesquisa, estes pesquisadores não buscam discussões pertinentes para a justificar o sucesso da montagem do mesmo, como por exemplo a importância da substância ácida ou básica para sua resolução, a teoria ácido-base que permite a explicação de tal sucesso e tampouco questionamentos que pudessem remeter a quebra do paradigma quando fosse o caso. Basicamente, esta atividade no período de ciência normal consiste da manipulação de teorias levando a previsões que possam ser confrontadas diretamente com experiência e do desenvolvimento de equipamentos para a verificação de previsões teóricas (OSTERMANN 1996, p.189).

CONCLUSÃO

O mestrado tem oferecido oportunidades e espaços para a reflexão sistemática, em meio produtivo e aprimoramento coletivo de sistemas que visam melhorar nossa qualidade de vida e ensino; de modo a assegurar o aprimoramento do saber docente no ensino superior em todas as suas dimensões, respeitando assim sua especificidade e pluralidade.

Sistemas químicos de caráter ácido e básico são freqüentemente utilizados em dissertações de Química Analítica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,

embora as teorias não sejam mencionadas nas dissertações, limitando os mecanismos de reação a incluir apenas o caráter da substância utilizada.

Como muitos dos estudantes do curso de Pós – Graduação *stricto sensu* ingressam na docência, uma discussão mais ampla de conceitos tão importantes para a Química Analítica como ácidos e bases, poderia possibilitar melhor compreensão não só do experimento, mas, a própria compreensão de tais teorias, o que poderá servir de benefício quando este mestrando se tornar professor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROIO, A.; RODRIGUES FILHO, U. P.; SILVA, A. B. F. da. A formação do pós-graduando em química para a docência em nível superior; **Química Nova**, Vol. 29, n. 6, 1387-1392, ago.2006.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, v. 134, n. 248, p. 27833-27841, 23 dez. 1996. Seção I.

CUNHA, M. I. da. Diferentes Olhares Sobre as Práticas Pedagógicas no Ensino Superior: a docência e sua formação; **Educação/** Porto Alegre – RS, ano XXVII, n. 3, p. 525 – 536, set./dez. 2004.

FURIÓ-MÁS, C.; CALATAYUD, M. L.; GUIASOLA, J.; FURIÓ-GÓMEZ, C. How are the Concepts and Theories of Acid–Base Reactions Presented? Chemistry in Textbooks and as Presented by Teachers; **International Journal of Science Education**, Vol. 27, n.11, p.1337-1358, set. 2005.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Vol. Único, 5. edição. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1998. 259 p.

OSTERMANN, F. A epistemologia de Kuhn. **Cad.Cat.Ens.Fis.** Vol.13,n.3, p.184-196, dez.1996.

CHAGAS, A. P. Teorias ácido-base do século XX. **Química Nova**, v.9,n.9,p.28-30, mai.1999.

SILVA, Z. M. C. V. A.; **Procedimentos de Extração Simples na disponibilidade de Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn em Solo; 2008.** Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié. 2008.

ARAUJO, A. S.; **Extração em ponto nuvem e precipitação: avaliação de dois métodos de pré-concentração para a determinação de íons cr(III) em suplementos alimentares; 2010.** Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié. 2010 .

MORRISON, R. T.; BOYD R. N. **Química Orgânica.** 14.edição. Ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2005.