

Teorias Ácido-Base: aspectos históricos e suas implicações pedagógicas

Bárbara Carine Soares Pinheiro¹ (PQ)*, Renata Rosa Dotto Bellas² (PQ), Lílian Moreira dos Santos (PG)³. bcarine@ufba.br

1 - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Departamento de Química Geral e Inorgânica.

2 - Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Campus I.

3 - Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Instituto de Química.

Palavras-chave: Teorias Ácido-Base, Abordagem Contextual, História da Química.

Resumo: O trabalho aqui em relevo tem como finalidade apresentar uma narrativa histórica para subsidiar a abordagem do conteúdo Teorias Ácido-Base, uma vez que é pública a dificuldade que os professores de Química do nível médio de ensino possuem para encontrar materiais históricos destinados aos processos de ensino e de aprendizagem. Para tal, apresentamos a história dos conceitos ácido-base dentro da abordagem externalista e trazemos alguns aspectos referentes à abordagem contextual no ensino de ciências como uma importante ferramenta de ensino. Expomos uma narrativa sobre a produção das teorias Ácido-Base e findamos o texto elencando alguns tópicos de ensino referentes ao conteúdo em questão. Acreditamos que o ensino das teorias ácido-base informado pela história e pela filosofia da ciência, possibilita um entendimento dos conceitos químicos a este tema relacionados, com uma profundidade epistemológica que auxilia na aprendizagem dos estudantes.

INTRODUÇÃO

A Química possui uma rede conceitual capaz de dar conta dos seus objetos de estudo. Para entender essa rede conceitual é necessário compreender quais conceitos são estruturantes/ideias estruturadoras para o pensamento químico, uma vez que estes conceitos influenciam diretamente no modo de fazer e ensinar essa ciência. Para Gagliard (1998), os conceitos estruturantes são aqueles que, de algum modo, permitiram e impulsionaram a transformação de uma ciência, a elaboração de novas teorias, a utilização de novos programas de pesquisa e novos instrumentos conceituais. Por ideias estruturadoras entendem-se “aquelas que potencializam nosso pensamento e nossa capacidade de relacionar, sintetizar, propor explicações a partir daquilo que já se conhece” (LIMA; BARBOZA, 2005). Uma ideia estruturadora conecta com outras ideias, agregando-as em uma estrutura de pensamento.

Os conceitos de ácidos e bases encaixam-se no perfil traçado por Gagliard (1998) e na concepção de ideias estruturadoras apresentada por Lima e Barbosa (2005), uma vez que o uso de tais conceitos permitiu (e ainda permite) o desenvolvimento de pesquisas, além de ser um instrumento conceitual importante para entender as diversas reações que acontecem na Química.

A elaboração de qualquer conceito ou teoria não está desconectada da realidade em que estes foram construídos, a ciência segue uma dinâmica interna, mas, também sofre influências sociais, econômicas e políticas. Isso significa que a rede conceitual da química, não é uma rede “descolada” da realidade, trata-se de um conjunto de conceitos ligados que carregam entre si uma historicidade, que revela o contexto da sua elaboração. Deste modo, conhecer um conceito através do ensino de

ciências, implica não só em conhecer a sua aparência imediata, mas a sua gênese e desenvolvimento (sua história), o que permite a compreensão do seu significado.

Vários pesquisadores tem defendido a importância que a História da Ciência tem para o Ensino de Ciências. Hodson (1992) afirma que o ensino de ciência passa por aprender ciência, aprender sobre ciência e fazer ciência. Nesta perspectiva, aprender sobre ciência implica em conhecer a dinâmica do desenvolvimento do conhecimento científico, suas relações com a sociedade e implicações tecnológicas, para isso, faz-se necessário a discussão acerca de aspectos da História e Filosofia da Ciência.

Michael Matthews (*apud* OKI, 2006), um dos principais pesquisadores da abordagem contextual, reforça que o ensino de ciências deve incluir o ensino sobre as ciências. Nessa mesma linha de pensamento, Oki (2006, p.29) entende que

o ensinar sobre as ciências inclui tanto a discussão da dinâmica da atividade científica, da sua complexidade manifestada no processo de produção de hipóteses, leis, teorias, conceitos, etc., quanto da justificação, validação, divulgação e aceitação do conhecimento científico produzido. Não é ensino dos resultados da ciência, mas envolve alguma compreensão da dinâmica inerente à produção do conhecimento.

Conforme Matthews (1995), também encontramos as vantagens de não apenas ensinar ciências, mas ensinar sobre ciências, uma vez que para este autor a História e Filosofia no ensino contribuem para motivar e atrair o aluno; humanizar a visão da ciência; promover uma melhor compreensão do conhecimento científico, por traçar seu desenvolvimento; esclarecer o caráter dinâmico do conhecimento científico e a importância de debates para construção deste; contextualizar as descobertas científicas.

A interface entre a História da Ciência e o ensino de conceitos não é trivial; ainda há uma carência de propostas que envolvam os aspectos históricos na abordagem dos conceitos científicos. Apesar das contribuições da Abordagem Contextual para o ensino de ciências, é necessário destacar os desafios que os educadores enfrentam ao utilizá-la. Dentre eles, destacam-se (FREIRE JR, 2002): o da eficácia da abordagem contextual; o da assimetria existente entre proposições e práticas com essa abordagem; e o problema de saber qual história da ciência interessa à educação em ciências. Isso pode ser melhorado se o professor tiver condições de se apropriar do conhecimento histórico que envolve o conceito a ser ensinado e suas implicações na rede conceitual atual do conhecimento químico.

Conforme o exposto acima, este texto trará uma abordagem histórica para as teorias ácido-base tentando evidenciar o seu desenvolvimento histórico, e ao final tentará evidenciar as contribuições que essa abordagem histórica pode trazer para o ensino desta teoria no ensino básico e superior, principalmente, no que tange à formação do licenciado.

ABORDAGEM CONTEXTUAL: HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA

A Abordagem Contextual é um termo cunhado por Michael Mathews (MATTHEWS, 1995) para designar uma abordagem de educação em ciências subsidiada pela História e Filosofia da Ciência. Subsidiar o ensino de ciências com aspectos históricos e filosóficos significa que, além de ensinar ciências, devemos ensinar sobre ciências, o que inclui a discussão da atividade científica, sua

complexidade, sua aplicação e elaboração nas diversas dimensões do contexto sócio-histórico: ético, político, filosófico, tecnológico, dentre outros.

Na literatura (MATTHEUWS, 1995; FREIRE JR, 2002; OKI e MORADILLO, 2008) podemos encontrar algumas vantagens para o uso da abordagem contextual no ensino de ciências, a saber:

1. Humaniza a visão de ciência.
2. Promove uma compreensão melhor dos conhecimentos científicos por traçar o seu desenvolvimento.
3. Promove mudança na visão da ciência como um processo e não apenas como produto.
4. Explicita problemas internos à comunidade científica esclarecendo a importância dos debates científicos.
5. Prepara os indivíduos para a compreensão dos aspectos procedimentais e metodológicos do conhecimento científico.
6. Ajuda a esclarecer o caráter dinâmico do conhecimento científico e o papel da comunidade científica nos processos de obtenção e validação dos resultados das pesquisas.
7. Leva à compreensão da articulação de eventos em determinados períodos da História, evidenciando a contextualização das descobertas científicas.
8. Motiva e atrai os alunos, possibilitando trabalhar o conteúdo de maneira criativa e integrada.

Como podemos perceber, as vantagens¹ apresentadas acima podem auxiliar positivamente o Ensino de ciências e, portanto, contribuem para a aprendizagem do conteúdo, uma vez que mostra a dinâmica de construção do mesmo, suas contradições no desenvolvimento, suas rupturas e continuidades.

A História da Ciência na sala de aula permite que o estudante perceba que os cientistas nem sempre acertam, que existem controvérsias e rupturas na produção do conhecimento científico e que o conhecimento é dinâmico. Isso permite que o conhecimento científico não seja apresentado como algo dogmático e perfeito, mas como uma “verdade” provisória que reflete o seu contexto sócio-histórico.

Essa proximidade com a história da ciência permitirá, em alguns casos, que o estudante perceba que seu erro não é absurdo e que este pode se aproximar de ideias que já foram aceitas na ciência. Os motivos que levaram à desconstrução dos conceitos anteriormente aceitos na ciência podem ajudar os alunos a refletirem sobre as concepções alternativas que eles possuem e a perceberem a importância das controvérsias no desenvolvimento do conhecimento científico.

A história das teorias ácido-base tem as características acima, uma vez que muitos dos erros proferidos por alunos na sala de aula têm origens históricas, assemelhando-se com concepções já aceitas anteriormente. São sobre esses aspectos históricos das teorias ácido-base que discutiremos a seguir.

¹ A literatura também traz algumas desvantagens do uso da História e Filosofia para o Ensino de Ciências: A visão distorcida do passado e da história; A decepção com o comportamento e posturas de alguns cientistas quando se conhece mais profundamente sobre sua história; a complexidade de alguns episódios históricos cuja simplificação para fins didáticos pode ser muito superficial; o uso de preconceitos e uma visão “presentista” para julgar fatos e narrativas históricas; confronto dos interesses e pontos de vista do historiador e do cientista; maior tempo requerido para abordagens do conteúdo neste contexto e a questão da interpretação envolvendo aspectos subjetivos do historiador no processo de construção da história.

METODOLOGIA

Não é trivial encontrar materiais históricos que subsidiem o ensino de Química. Desta forma, estruturamos este trabalho com esta finalidade didática de apresentar ao professor um texto histórico que contenha não só informações contextuais, mas também conceituais acerca do conteúdo teorias ácido-base.

Para realizarmos este trabalho, pesquisamos sobre as teorias ácidos-base em diferentes fontes secundárias da História da Química e buscamos estruturar a narrativa. Elencamos os tópicos da narrativa que julgamos mais relevantes para a compreensão dos conceitos ácido-base e compusemos o texto não dissociando os elementos históricos dos conceitos científicos necessários à aprendizagem discente. Tudo isto dentro de uma perspectiva externalista da História das Ciências.

ASPECTOS HISTÓRICOS DAS TEORIAS ÁCIDO-BASE ANTERIORES AO SÉCULO XX

Desde os primórdios da humanidade o homem interage com a natureza a fim de compreender este complexo objeto de estudo. Ao longo dos tempos, nestas interações, uma série de substâncias foram descobertas ou sintetizadas por homens e mulheres envolvidos ou não em atividades científicas, gerando uma grande listagem de substâncias químicas, que haveriam de se tornar objeto de estudo da ciência Química na modernidade. Entretanto, trabalhar com tantas substâncias gerou a necessidade de caracterizá-las com o intuito de criar classificações que as agrupassem com base em suas características. Uma das grandes sistematizações realizadas na ciência Química foi a subdivisão das substâncias em ácidas ou básicas.

As substâncias ácidas e básicas são conhecidas desde as antigas civilizações. Como exemplo, temos a civilização egípcia, na qual em sua mitologia havia o Deus Thot que era o criador do vinho. Os egípcios dominavam a fermentação alcoólica e a acética, produzindo álcool e vinagre. Entretanto, originalmente, o nosso conceito de ácido veio dos gregos, relacionado ao sabor. O termo ácido se originou da palavra grega oxein, que deu origem ao verbo latino acere, que significa azedo, daí o nome ácido acético. Já o termo alcalino se originou da palavra árabe al qaly, que significa cinza de plantas, durante a idade média; o potássio era obtido a partir das cinzas, mas também existiam outras fontes naturais para a obtenção de álcalis. Hoje compreendemos que a designação alcalina ou básica para uma substância são sinônimas. O termo base surgiu no século XVIII com a utilização de indicadores em titulações (MAAR, 1999).

No período da idade média diversos alquimistas trabalhavam com substâncias ácidas (“águas agudas”, na nomenclatura da época) e com substâncias básicas (alcális). No século XII, destacaram-se dois alquimistas árabes: o primeiro é Abu Bakr Muhammad ibn Zakariyya Razes, que trabalhou com águas agudas, mas não de origem ácida, talvez Razes tenha chegado perto de obter o ácido clorídrico em sua receita intitulada “sobre a sublimação do sal amoníaco”. O outro grande nome é Abu Musa Jabir ibn Hayyan, mas devido à grande quantidade de obras atribuídas a ele, conhecida como “corpus jabiriano”, levantou-se suspeita sobre sua real existência. Contudo, polêmicas a parte, sua obra é uma verdadeira preciosidade do conhecimento da alquimia árabe. Em seus trabalhos encontramos o tratamento de metais com as

“águas agudas” que, provavelmente, eram fruto da destilação das mais diversas substâncias, como exemplo a preparação do ácido acético a partir do vinagre. Em sua obra “A arca do saber” teria uma suposta receita para a preparação do ácido nítrico, mas o mais provável é que suas teorias tenham sido a fonte para que seu homônimo latinizado Geber, já na Europa medieval, tenha se inspirado para produzir ácidos minerais.

Segundo Bensaude-Vincent e Stengers (1992), os alquimistas aperfeiçoaram as técnicas que virão a ser as da química moderna. Enquanto os árabes possuíam as técnicas de produzir ácidos fracos e soluções de sais corrosivos, os alquimistas europeus aprenderam a preparar ácidos fortes como: *aqua fortis* ou espírito do nitro (ácido nítrico); espírito do sal (ácido clorídrico); espírito de vitríolo (ácido sulfúrico), e o concentrado, óleo de vitríolo; até a água régia (mistura dos ácidos clorídrico e nítrico).

No século XVII o médico químico Van Helmont propõe, no período da iatroquímica, a teoria ácido-alcalino. Para ele, a digestão seria equivalente à fermentação, assim as secreções viscerais poderiam ser classificadas como os produtos finais da fermentação, em ácido e alcalino. De acordo com esta teoria, todos os materiais deveriam conter substâncias ácidas e alcalinas. Helmont tinha a nítida pretensão de unificar a química e a fisiologia (PORTO, 1997).

Ainda no século XVII, o químico inglês Robert Boyle, acaba provando o erro da generalização do ácido alcalino. Realizando uma série de testes químicos e físicos, com a intenção de sistematizar melhor as substâncias ácidas e alcalinas, Boyle identifica uma série de substâncias que não se enquadravam nos comportamentos, por ele estabelecidos, para substâncias ácidas e para as básicas. A estas substâncias o químico inglês deu o nome de neutras.

Com a descoberta das substâncias neutras, o futuro da teoria que classificava as substâncias em ácidas e alcalinas estava comprometido. No entanto, a teoria ácido alcalino sobreviverá com modificações até o início do século seguinte e, algum tempo depois, o sistema de classificação de Boyle e seus testes para substâncias ácidas, básicas e neutras tornam-se comuns, aceitos como padrão na maioria dos compêndios de química.

Segundo Maar (1999), Boyle também realizou uma série de experimentos para testar diferentes extratos de plantas, como por exemplo, o pau-brasil, que era usado no tingimento de tecido, cuja mudança de cor com o tempo ou na presença de certas substâncias, já havia sido notada. Boyle vê a utilidade do extrato de pau-brasil como indicador de substâncias ácidas e de alcalinas. Além do pau brasil ele utilizou o tornassol e o extrato de violetas como indicadores em seus experimentos. A partir dos trabalhos de Boyle, o uso de extratos de plantas como indicadores se tornou frequente, vindo a ser uma prática corriqueira na química do século XVIII, principalmente nos processos de titulação.

Nicolas Lémery (1645-1715), dentro de um modelo mecanicista, propôs uma interpretação microscópica do processo de neutralização onde considerava que as partículas ácidas eram pontiagudas (pois “picavam” a pele) e que as partículas alcalinas eram porosas. Desse modo, a neutralização consistia no acoplamento dos dois tipos de partículas para produzir substâncias que apresentavam características neutras (Leicester, 1956).

Hobenberg, em 1699, realiza as primeiras tentativas de medir as quantidades relativas de ácidos e bases, mas somente em 1729 é realizada, por Geoffroy, a primeira titulação ácido-base. Lewis, ainda no século XVIII, utiliza pela primeira vez, um

indicador em uma titulação (CHAGAS, 2006).

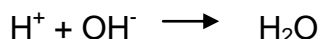
Ainda de acordo com Chagas (2006), em se tratando do século XVIII, os trabalhos do químico francês Antoine Lavoisier se situam neste período. Naquele período o oxigênio já havia sido descoberto pelos químicos Scheele (1742-1786) e Priestley (1733-1804). Lavoisier realizou uma série de experimentos buscando caracterizar este gás. Pelos resultados de seus experimentos, passou a acreditar em um princípio acidificante ou princípio oxigênio. Desse modo, no texto apresentado a Academia em 5 de setembro de 1777, todos os ácidos eram formados pela combinação de oxigênio com outros elementos, concepção não aceita nos dias atuais. Entretanto, a associação do oxigênio com a acidez era, de certo modo, razoável, pois àquela época, todos os ácidos conhecidos continham oxigênio; somente mais adiante, depois dos trabalhos de Davy, Gay-Lussac e Thernard, dentre outros, a existência de ácidos sem oxigênio não pôde mais ser negada. A busca por um princípio acidificante diferente do oxigênio leva Davy a sugerir que o hidrogênio poderia ser este princípio já que ele, e não o oxigênio, aparentemente estava presente em todos os ácidos cuja composição era então conhecida. A descoberta de que hidrogênio e cloro formavam um ácido deslocou a atenção da presença do oxigênio para o hidrogênio nos ácidos.

Na primeira metade do século XIX, Jons Jacob Berzelius usou o dualismo eletroquímico para definir ácidos e bases. Berzelius criou seu sistema dualista assumindo que em todos os casos um sal era um composto de um ácido com uma base. Berzelius e William Hisinger mostraram que sais, em solução, são decompostos pela corrente elétrica em bases e ácidos. Essa concepção ficou associada à polaridade elétrica. Bases eram óxidos eletropositivos e ácidos óxidos eletronegativos, ou, como Berzelius expressou, substâncias eletropositivas e eletronegativas, respectivamente.

Berzelius concluiu que as reações ácido-base eram, simplesmente, o resultado de atrações elétricas e estendeu essa ideia a outros tipos de reações químicas. Para ele, sua teoria dualística explicava as interações químicas em termos da neutralização de cargas elétricas opostas.

TEORIAS ÁCIDO-BASE DO SÉCULO XX

Em 1887, é apresentada pelo Sueco Svate Arrhenius, como parte de sua teoria eletrolítica, uma teoria ácido-base. Para Arrhenius, ácido é a substância que em meio aquoso produz íons H^+ e base é aquela que em meio aquoso produz OH^- . A neutralização seria a reação entre essas duas espécies formando água (CHAGAS, 1999);

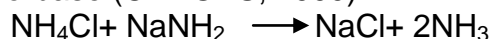


Esta teoria deu conta de um grande número de fenômenos e permitiu o desenvolvimento de várias linhas de pesquisa; tais como: a obtenção da lei de diluição de Ostwald, a equação de Nerst que relaciona a força eletromotriz com os íons H^+ e OH^- ; o efeito tampão, o conceito de pH proposto por Soren para trabalhar com soluções aquosas.

A teoria de Arrhenius é bastante útil, porém limitada devido à impossibilidade de aplica-la em sistemas sólidos e por não incluir reações semelhantes que ocorriam em solventes não aquosos.

Em 1905, o desenvolvimento da teoria de Arrhenius começou a ser expandido com a produção de amônia por um pesquisador chamado E.C Franklin, que

considerava que a amônia sofria auto ionização formando NH_4^+ e NH_2^- . Para ele, estas espécies apresentariam, respectivamente, natureza ácida e básica, cuja reação entre as mesmas seria análoga à reação entre H^+ e OH^- . Uma reação de neutralização entre as espécies NH_4^+ e NH_2^- , conforme esta teoria, formaria a amônia, como exemplificado pela seguinte reação ácido-base (CHAGAS, 1999):



A partir do trabalho de Franklin com amônia, surgiu a teoria dos sistemas de solvente que considera que todo solvente sofre uma autoionização gerando um cátion e um ânion. De acordo com esta teoria ácido é toda espécie que aumenta a concentração do cátion do solvente e base é a espécie que aumenta a concentração do ânion. A neutralização é a formação do solvente a partir dos cátions e ânions característicos.

Em 1923, de maneira independente, Bronsted em Copenhague e J.M. Lowry em Cambridge, propuseram que ácido é uma espécie doadora de prótons (H^+) e base uma espécie receptora de prótons. É importante ressaltar que nessa teoria os solventes (água, por exemplo) são considerados reagentes e podem atuar como ácidos e bases. Substâncias que podem atuar em alguns casos como base e em outros como ácido, são consideradas anfipróticas.

Ainda no ano de 1923, foi proposta por Lewis, em consequência da sua teoria do par eletrônico, uma nova teoria ácido-base. Para ele, ácido é toda espécie química capaz de receber o par eletrônico e base a espécie química que doa o par de elétrons. Todas as reações citadas acima podem ser vistas como reações ácido-base de Lewis, no entanto seu conceito ainda abrange outras espécies químicas que não podem ser classificadas como ácidos e bases nas teorias anteriores. A reação a seguir explicita a teoria apresentada: $\text{BF}_3 + \text{:NH}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{N}:\text{BF}_3$, onde NH_3 é uma base de Lewis, uma vez que doa o par eletrônico e o BF_3 é um ácido de Lewis, uma vez que aceita o par eletrônico.

O uso de EDTA e outros agentes quelantes puderam ser interpretados em termos de reações ácido-base a partir dessa teoria, a qual também foi aplicada para o estudo das reações orgânicas e na química de coordenação, quando surgiram os termos doador e aceitador de pares de elétrons e, conseqüentemente, os termos eletrófilo e nucleófilo. Segundo Chagas (2006), a generalidade excessiva dessa teoria não fez dela popular, ficando restrita aos campos das reações orgânicas e química de coordenação.

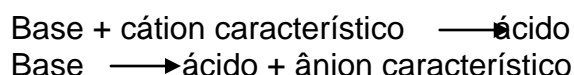
Mais adiante, em 1938, Lewis retomou o tema de ácido-base especificando os critérios macroscópicos para esse comportamento, como:

1. A reação entre um ácido e uma base (neutralização) é rápida.
2. Um ácido (ou uma base) pode deslocar de seus compostos um ácido (ou uma base) mais fraco(a).
3. Ácidos e bases podem ser titulados um com o outro por meio de indicadores.
4. Ácidos e bases são capazes de atuar como catalisadores de reações químicas.

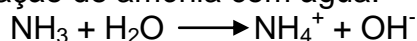
Em 1939, foi proposta por Lux uma nova classificação para ácidos e bases. Para esse autor, ácidos são substâncias que recebem O^{2-} e base é a espécie que doa O^{2-} . Essa teoria mostrou-se bastante útil para tratar de reações envolvendo líquidos iônicos (sais e óxidos fundidos) que ocorrem na metalurgia, na fabricação de vidro e cerâmica, nos sistemas geoquímicos.

Neste mesmo ano, Usanovich apresentou uma teoria que pretendia generalizar todas as teorias apresentadas acima. Para isso, definiu ácido como uma espécie que reage com a base para formar sais, doando cátions ou aceitando ânions ou elétrons, e base como a espécie que reage com ácido para formar sais, doando ânions ou elétrons ou combinando-se com cátions. Essa teoria quase não gerou nenhuma linha de pesquisa.

Outra teoria que quase não gerou linha de pesquisa foi a teoria Ionotrópica. Essa teoria foi proposta por Lindqvist e Gutmann em 1954. Trata-se de uma teoria que generaliza a teoria protônica, a dos sistemas solventes e a de Lux. As reações ácido base são formuladas da seguinte forma (CHAGAS, 1999):



Como exemplos de cátions característicos podem ser citados: H^+ (Bronsted), NH_4^+ (em solução de NH_3). Como ânions característicos: OH^- (em água), O^{2-} (Lux). Para exemplificar tomemos a reação de amônia com água:



Percebamos que a amônia é uma base na teoria ionotrópica, pois sua formação acontece a partir da reação do NH_4^+ com o OH^- , ânion característico. Do mesmo modo, o NH_4^+ pode ser considerado um ácido, pois é formado a partir da Amônia (NH_3), um cátion característico (neste caso o H^+ da água).

TEORIAS ÁCIDO-BASE E O ENSINO DE QUÍMICA

Como vimos, os conceitos de ácido e base mudaram muito ao longo da história da humanidade. Antes de Arrhenius, as substâncias, basicamente, eram classificadas em ácidos e bases a partir da sua estrutura. Depois dele todas as teorias passaram a considerar a classificação de ácido e base como algo relacional, o que faz com que uma substância possa ser ácida ou básica frente à outra.

O problema é que muitos livros didáticos continuam a usar características intrínsecas para determinar o que é um ácido e o que é uma base, ou seja, ácidos costumam ser definidos como substâncias que tem H^+ na sua estrutura e base como sendo aquelas que têm OH^- na sua estrutura. Lopes (2007) chama isso de obstáculo substancialista, uma vez que atribui uma característica a estrutura íntima da substância sendo que, na verdade, trata-se de uma característica relacional. Tipos de abordagem como essas, levam os alunos a cometer equívocos, como por exemplo, achar que a quantidade de H no composto define que esse é mais ácido, o que pode ser facilmente refutado se usarmos um par de substâncias como o HCl e o H_2CO_3 .

O uso dos atributos azedo e corrosivo como algo para caracterizar os ácidos, termina ficando muito presente quando esse assunto é tratado na sala de aula, o que faz com que os alunos estranhem quando se classifica, por exemplo, a água como um ácido de Bronsted. É preciso que a ideia de uma classificação relativa seja abordada de forma esclarecedora, a fim de que os estudantes compreendam o real significado dos conceitos trabalhados. Neste sentido, acreditamos que a Abordagem Contextual (História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências) pode favorecer a compreensão não só destes conceitos, mas da rede conceitual do qual fazem parte. Os alunos, também precisam entender que o comportamento ácido-base de óxidos e sais será

relativo à interação destes compostos com o solvente e da teoria ácido-base usada na explicação.

Faz parte do aprendizado de ácidos e bases, o entendimento de que as teorias ácido-base tem poder de generalização diferente, o que faz com que a mesma reação possa ter seus constituintes classificados em ácidos e bases nas três teorias enquanto que outras reações, só terão seus constituintes classificados desta maneira se a teoria for mais abrangente. O diagrama de Veen (CHAGAS, 1999) a seguir pode evidenciar as relações de generalização das teorias de ácido-base do século XX.

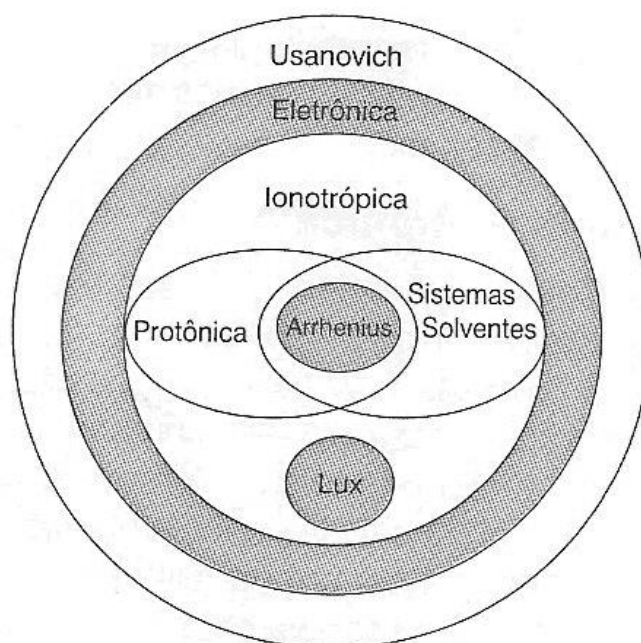


Figura 1: Diagrama de Veen mostrando as relações conceituais entre as teorias consideradas

Pensamos que a abordagem Histórica desse conteúdo pode ajudar a superar os entraves mencionados. Se o aluno entender que a forma de classificar ácidos e bases mudou ao longo da história, ele poderá perceber que a concepção deste par de conceitos está para além das propriedades organolépticas.

No que tange a formação dos professores, entendemos que o conhecimento histórico desses e de outros conceitos permitirão que o educador tenha uma postura crítica diante de materiais didáticos e poderá propor outras abordagens de ensino. O conhecimento da história do conceito das teorias ácido-base permitirá ao educador melhor entender as dúvidas dos alunos e propor um ensino que vá além da memorização das quatro funções inorgânicas e suas respectivas nomenclaturas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ensino de Química, através do uso da história e da epistemologia, conforme a narrativa aqui apresentada, pode-se conhecer a gênese desses conceitos, as várias concepções que se sucederam nos seus diferentes contextos sócio-históricos e as modificações ocorridas ao longo do tempo, relacionadas a fatores socioculturais. Desse modo, um estudo usando o referencial histórico-epistemológico revelará relações com

outros conceitos que serão importantes para este ensino. Desta forma, o ensino das teorias ácido-base por meio de uma abordagem contextual (informada pela história e pela filosofia da ciência), possibilita um entendimento dos conceitos químicos a este tema relacionados, com uma profundidade epistemológica que auxilia na aprendizagem dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ANDERY, M. A et al. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

ANDERSON, P. **Passagens da antiguidade ao feudalismo**. São Paulo: Brasiliense, 1998.

BENSAUDE-VINCENT, B.B. e STENGERS, I. **História da Química**. Trad. xxx. Lisboa: Editora Piaget, 1992. p. 23, 53- 54, 128-129, 198-199.

CHAGAS, A. P. **A História e a Química do Fogo**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2006.

_____, A. P. Teorias ácido-base do século XX. **Química Nova na Escola**. n. 09, p. 28-30, 1999.

FREIRE, JR. **A relevância da Filosofia e da História das Ciências para a formação de professores de Ciências**. In: Epistemologia e Ensino de Ciências. Org.: Waldomiro José da Silva Filho. Salvador: Arcádia-UCSal, 2002.

GAGLIARDI, J.R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. **Enseñanza de las ciencias**, 4(1), 30-35.

HOBBSAWM, Eric. **O ressurgimento da narrativa: alguns comentários**. Trad. Denise Bottmann. *RH - Revista de História*, n.2/3, Campinas-SP: Gráfica IFCH/ Unicamp, 1991.

HODSON, D. **Philosophy of science and science education**, in: Matthews, M. R. (Org.). *History, Philosophy and Science Teaching: Selected Readings*. Toronto: OISE Press, 1992.

LIMA, Maria Emília C. C.; BARBOZA, Luciana C. Idéias estruturadoras do pensamento químico: uma contribuição ao debate. **Química Nova na Escola**, n.21, p.39-43, 2005.

LOPES, Alice Casimiro. **Obstáculos epistemológicos nos livros didáticos de química**. In: Currículo e Epistemologia. Ijuí: Unijuí, 2007. p.137-174.

MAAR, H. J. **Pequena História da Química**, parte I, Ed. Papa-Livro: Florianópolis, 1999.

MARX, K, **O capital**: o processo de produção do capital. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, Livro 1, v.1. 1980.

MARX, K; ENGELS, F. **A ideologia alemã I**. Lisboa, Editorial Presença, 1980.

MATTHEWS, M.R. História, filosofia e o ensino de ciências: A tendência atua de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MORADILLO, E.F. A Dimensão prática na Licenciatura em Química da UFBA: Possibilidades para Além da Formação Empírico-Analítica. 264f. Tese (**Doutorado em Ensino, História e Filosofia da Ciência**) - Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O Ensino da História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n.1, p. 67-88, 2008.

OKI, M.C. A história da química possibilitando conhecimento da natureza da ciência e uma abordagem contextualizada de conceitos químicos: Um estudo de caso numa disciplina do curso de química da UFBA. 2006. Tese (**Doutorado em Educação**), Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

PORTO, P. Os três princípios e as doenças: a visão de dois filósofos químicos. **Química Nova**, n 05, p 569-572. 1997.