

Um estudo assistemático sobre os conceitos de ácido e base

Unsystematic study on the concepts of acid and base

Albino Oliveira Nunes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN
albino.nunes@ifrn.edu.br

Josivânia Marisa Dantas

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
josivaniamd@yahoo.com.br

Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR
fabianah108@gmail.com

Ótom Anselmo de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
otom@ufrnet.br

Resumo

Ácido e base são conceitos muito antigos, cuja origem se confunde com a própria origem da química e para os quais, ao longo dos séculos, foram propostas novas teorizações. Com o objetivo de compreender como as pesquisas em ensino tratam o tema neste artigo, apresenta-se uma revisão sobre a abordagem de ácidos e bases realizada como um estudo assistemático com base em resultados anteriores, categorizando os artigos encontrados por análise de conteúdo em três categorias definidas *a priori*: conceito, modalidade/nível e estratégia de ensino. Os resultados mostram que cada periódico possui um estilo de publicação, percebendo-se que os textos publicados em periódicos brasileiros se concentram em propostas experimentais, enquanto os demais apresentam maior diversidade de abordagem didática. Em oposição, um aspecto compartilhado entre os periódicos é a predominância de artigos sobre os conceitos de Arrhenius ou Bronsted-Lowry e a pouca presença de propostas que abordem aspectos sociais, ambientais e tecnológicos.

Palavras chave: aprendizagem de conceitos, ácidos e bases, revisão de literatura

Abstract

Acid and base are very old concepts, whose origin gets confused with the origin of Chemistry itself, and to which, as the years passed, new theorizations were proposed. With the goal to understand how research in education treat the theme, the present article presents a review on the approach of acids and bases performed as an unsystematic study based on previous

results, categorizing the articles found by content analysis in three categories previously defined: concept, modality/level and teaching strategy. The results show that each journal possesses a style of publication, with the understanding that the works published on Brazilian journals focus on experimental proposals, while the others show larger diversity of didactic approach. In contradiction, a shared aspect between the journals is the predominance of articles concerning the concepts of Arrhenius or Bronsted-Lowry, and the little presence of proposals that approach the social, environmental and technological aspects.

Key words: concept learning, acids and bases, literature review

Introdução

Ácidos e bases são conceitos de especial interesse na química, cuja história remonta a períodos anteriores à própria institucionalização desta ciência, e que ao longo do tempo têm sido definidos a partir de diferentes referenciais químicos.

Assim como salientam Silva e Santiago (2012), substâncias ácidas e básicas já eram conhecidas pelos egípcios na Antiguidade, que dominavam a fermentação alcoólica e acética para a produção de vinho e vinagre. Mas a primeira conceituação para ácido provavelmente deriva dos gregos que associaram as substâncias ao seu sabor, e dos romanos, com o termo *acidus* significando azedo (CHAGAS, 2000).

O conhecimento sobre estas classes de compostos químicos foi progressivamente incrementado ao longo da Idade Média pelos estudos alquímicos. Enquanto os alquimistas árabes tinham particular conhecimento sobre os ácidos fracos de origem orgânica, os alquimistas europeus começaram, a partir do século XIII, a isolar e utilizar os ácidos minerais, sendo o primeiro deles o ácido nítrico, obtido a partir da destilação de salitre (nitrato de sódio e potássio), seguido pelo óleo de vitríolo, nome original do ácido sulfúrico, gerado pela destilação de sulfatos metálicos (sulfato de cobre, o vitríolo azul; (sulfato de alumínio e magnésio, ou alumbre) (FRUNZ, 1989).

É importante ressaltar que neste período a maior parte das informações e elaborações teóricas eram feitas por alquimistas e, a depender do período e localidade, os escritos foram redigidos com forte conteúdo místico e com linguagem metafórica, o que dificulta sua compreensão. Apesar disso, encontra-se já no início da Idade Média referências aos ácidos e álcalis, como nos escritos de Olympiodoros ao referir-se ao “nitronoil”, que teria a capacidade de dissolver metais, o que seria condizente com o comportamento do ácido nítrico (SZABADVARY, 1966).

Há ainda uma questão interessante a se analisar do ponto de vista da história dos ácidos e bases na idade média. Três das mais importantes substâncias descobertas nesse período (o ácido nítrico, o ácido sulfúrico e a água régia) estão presentes no livro *Summa perfectionis magisterii* do alquimista árabe Jâbir Ibn Hayyân (Geber – na forma latinizada). Este alquimista teria vivido entre o século oito e nove, contudo não há registro da versão original do livro, e as primeiras referências a ele datam do século XIII. Assim, especula-se que o livro seja na verdade fruto dos trabalhos de vários alquimistas europeus que publicaram suas invenções sob um nome conhecido para dar maior projeção, ou para fugir à proibição da igreja católica às práticas alquimistas.

O fato é que esses ácidos ganham destaque nesse período histórico em função das propriedades de dissolver metais. Como destaca Greenberg (2007), a água régia tem a propriedade de dissolver ouro e permitir sua recuperação depois.

Anos mais tarde, no século XVII, surge uma das primeiras tentativas de teorizar os conceitos de ácido e base, feita por Johann Baptist Van Helmont (1580-1644) em um sistema holístico cujo objetivo era unificar por meio de analogias os conhecimentos alquímicos e fisiológicos (SILVA e SANTIAGO, 2012; GREENBERG, 2009).

Esse esforço está registrado nos estudos médicos de Van Helmont que foram publicados postumamente por seu filho, com o título de *Ortusmedicinae* (1648). Esta obra trazia várias considerações a respeito dos ácidos, entre elas o reconhecimento de um ácido e da bile na digestão e o papel de um ácido na inflamação e produção do pus (GREENBERG, 2009).

Contudo outro alquimista, Sylvius (François Dubois) (1614-1672), propôs uma nova classificação para a bile. Segundo este, apesar da bile apresentar um gosto ácido, ela se comporta como um álcali.

Para além desta contribuição, Sylvius imaginou a interação dos ácidos e bases nos organismos vivos com uma batalha, uma vez que estas duas classes de compostos quando em contato produzem efervescência e liberam calor. Às contribuições de Sylvius, seu discípulo – Otto Tachenius (1610- 1680) inseriu a ideia de sal, como o produto de uma reação ácido-álcali, o que representou um avanço em relação à definição meramente sensorial que havia (GREENBERG, 2009).

Mas somente com Robert Boyle (1627 - 1691) surgiram os primeiros referenciais químicos para classificar tais compostos. Na sua obra *Reflexions upon the hypothesis of álcali and acidium*, publicado em 1675, define que substâncias ácidas eram aquelas capazes de tornar vermelho o tornassol e álcali as que tornavam verde. (SZABADVÁRY, 1964).

As primeiras conceituações que buscaram definir ácido e base com sua estrutura química são atribuídas a Antoine Lavoisier (1743-1794) que em seus estudos concluiu que as substâncias ácidas seriam portadoras do gás oxigênio. Anos mais tarde essa conceituação foi refutada por Claude L. Berthollet ao indicar que o ácido prússico (HCN) não possuía oxigênio. Contudo, por se tratar de um ácido fraco, a maior parte dos químicos da época considerou que o ácido prússico não seria um ácido verdadeiro e, portanto, mantiveram sua confiança na formulação de Lavoisier. Apenas em 1810, com a argumentação de Humphry Davy sobre análises de hidrácidos, esse conceito perde adeptos.

Segue-se a isto a elaboração da teoria eletrolítica de Arrhenius, que veio a ser uma das mais conhecidas definições ácido-base, tendo contribuições de distintos cientistas, como Humphry Davy, que sugeriu o hidrogênio como fator de acidez, e Jons Jacob Berzelius, que propôs um sistema dualístico, considerando que todo sal seria formado pela junção de um ácido com uma base. Essas conceituações e os estudos eletrolíticos formaram as bases para que Arrhenius viesse a propor anos depois aquela que hoje é uma das mais conhecidas conceituações para essas funções químicas (SILVA e SANTIAGO, 2012).

Por volta de 1905, E. C. Franklin e outros químicos perceberam que não apenas a água, mas outros solventes apresentavam um comportamento parecido em sua autoionização. Das observações iniciais com amônia líquida e outros solventes surgiu a conceituação segundo os sistemas solventes, na qual seria ácida toda substância que promovesse o aumento da concentração do cátion e básica toda substância que promovesse o aumento da concentração do ânion (CHAGAS, 1999). Mesmo com essa grande contribuição, os conceitos de ácido e base permaneciam restritos a um solvente.

Em 1923, trabalhando de maneira independente, dois químicos (Johannes Nicolaus Brønsted , Thomas Martin Lowry) propuseram o conceito com base na transferência protônica, em que ácido seria toda substância capaz de doar um próton e base toda substância capaz de receber. Essa conceituação tinha a vantagem de independe do meio. No mesmo ano, Lewis propôs,

juntamente com a conceituação protônica, a do par eletrônico, que interpretava a acidez em termos de doação de um par de elétrons, ampliando a definição de reações ácido-base para substâncias que não continham hidrogênio em sua estrutura.

Em 1939 dois novos conceitos de ácidos e bases foram publicados.

O primeiro proposto por Hermann Lux (1904-1999) e posteriormente aprimorada por Håkon Flood (1905 - 2001), diferente da proposição de Brønsted-Lowry tinha sua ênfase no íon O_2^- , sendo classificadas como ácidas as substâncias que recebem óxido, e básicas as substâncias doadoras de óxido. Segundo Chagas (1999) esse conceito “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 (...)”.

Por fim, em 1954, I. Lindqvist e V. Gutmann tentaram unificar as conceituações de Lux-Flood, a protônica e a dos sistemas solventes propondo a teoria ianotrópica. Contudo, essa conceituação não despertou o interesse da comunidade científica, nem gerou novas linhas de pesquisas.

Essas particularidades tornam esses conceitos um tema fascinante e complexo para o processo de ensino-aprendizagem da química, uma vez que mesmo em livros voltados ao ensino superior, o uso de diferentes definições sem a explicitação para os termos ácido e base tem contribuído para dificultar a aprendizagem de estudantes em diversos níveis (LISO, TORRES e LOPEZ, 2002). A seguir é apresentado o percurso metodológico adotado na pesquisa apresentada neste capítulo.

Percurso Metodológico

O estudo assistemático foi feito mediante dois procedimentos: a) busca de artigos e/ou dissertações citados nos textos encontrados na primeira etapa sistemática da pesquisa; b) busca direta na base de dados Google Scholar.

Por fim, procedeu-se a etapa de categorização segundo elemento de análise de conteúdo (BARDIN, 1977) com categorias determinadas *a priori*: 1) Conceitos Ácido-Base utilizados; 2) Modalidade/Nível de Ensino a qual se destina; 3) Estratégia/ Abordagem proposta para o ensino.

Esta etapa constitui-se de uma leitura inicial flutuante sobre o corpus de análise, para verificar a validade das categorias escolhidas. E de uma posterior leitura aprofundada na qual se buscou identificar a presença das categorias escolhidas.

Resultados

Pelos critérios estabelecidos foram encontrados cento e quarenta e seis artigos no total, sendo que noventa e dois apenas no Journal of Chemical Education (JCE). A seguir, na tabela 4, são descritos os artigos encontrados nos diversos periódicos e em seguida os artigos encontrados no JCE.

Como se pode perceber, 71,9 % dos artigos estão concentrados em apenas quatro periódicos:

- Journal of Chemical Education (92)
- International Journal of Science and Mathematics Education (4)
- Eclética Química (5)
- Research in Science Education (4)

Journal of Chemical Education

O Journal of Chemical Education (JCE) merece destaque especial por apresentar sozinho um número de artigos superior a todos os demais veículos de publicação. Isso se deve ao fato do JCE ser editado desde 1924, tendo, portanto, um período de publicação bem superior às demais revistas que compuseram este estudo.

É preciso salientar que as categorias que nortearam a análise dos demais trabalhos não se aplicam ao período compreendido entre a década de vinte e a década de setenta, por dois motivos principais: a) as publicações mais antigas são contemporâneas da divulgação de alguns conceitos (para se ter uma ideia os primeiros artigos da amostra foram publicados apenas sete anos após a publicação do conceito de Bronsted-Lowry e nove anos antes do conceito de Lux). b) A pesquisa em Didática das Ciências, portanto em didática da Química, apenas emergiu enquanto área de pesquisa científica a partir da década de oitenta, por isso as orientações didáticas só começam a aparecer nesta década. Anteriormente, existiam periódicos e grupos de pesquisa voltados ao ensino de ciências e química, mas esses faziam uso de referenciais teóricos de outros campos como a psicologia da educação.

Em seguida, apresenta-se o perfil dos periódicos analisados na tabela 1.

| Periódico | Conceitos | Nível | Estratégia/ Referencial teórico |
|---------------------|---------------|----------|--|
| Journal of Chemical | Não Explícita | Superior | Experimentação (Sem fund.) |
| Eclética Química | Não Explícita | Médio | Experimentação (Sem fund.) |
| IJSME | Não Explícita | Médio | Concepções Alternativas, Aprendizagem Significativa, Modelos |
| RSE | Não Explícita | Médio | Concepções Alternativas |

Tabela 1: Perfil predominante dos periódicos – estudo assistemático

Pelo estudo ora relatado percebe-se que, os conceitos de ácido e base são assuntos comuns na literatura específica de ensino de ciências/ensino de química. No entanto, cada periódico apresenta seu próprio perfil de publicação. Enquanto o Journal of Chemical Education (JCE) apresenta grande quantidade de artigos conceituais outros periódicos concentram-se em experimentação. Uma constatação que cabe particularmente aos periódicos brasileiros é a falta de preocupação em delimitar os conceitos trabalhados em cada proposta, mesmo problema que tende a se repetir nos livros de ensino superior e médio.

Na segunda fase do levantamento de dados, aqui denominada de estudo assistemático, encontraram-se mais artigos para o ensino superior, principalmente no Journal of Chemical Education.

No tocante ao referencial teórico, há uma grande quantidade de artigos cujo objetivo é discutir aspectos conceituais, muitas proposições de experimentos e propostas/investigações no âmbito do movimento das concepções alternativas e mudança conceitual. A concentração nesses três focos justifica-se em parte por que alguns dos periódicos analisados são voltados à divulgação de pesquisas em química, e não diretamente em ensino.

E também, pela própria origem da área de ensino de ciências que se consolidou a nível mundial enquanto área de conhecimento próprio em um período de grande efervescência dos estudos em concepções alternativas.

Considerações Finais

Assim, com base nos resultados apresentados pode-se chegar às seguintes considerações:

- 1) É a limitada ou escassa presença de discussões sobre aspectos sociais, industriais, econômicos e tecnológicos envolvendo os conteúdos, apesar de toda a influência que os ácidos e bases possuem nesses processos;
- 2) Os periódicos nos quais foram encontrados artigos apresentam um perfil de publicação muito próprio que os define;
- 3) Há uma lacuna no que concerne à abordagem de conceitos de ácido e base em sua dimensão de pluralidade de conceitos e sua limitação de validade.

Referências

- BARDIN, L., **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- CHAGAS, A. P. Teorias ácido-base do século XX. **Química Nova na Escola**, 1999.
- CHAGAS, A. P. O ensino de aspectos históricos e filosóficos da Química e as teorias ácido base do século XX. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 126-133, 2000.
- FRUNZ, J. L. C. Acidos y bases. **Educación Química**, p. 33-36, 1989.
- GREENBERG, A., **From Alchemy to Chemistry in Picture and Story**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.
- GREENBERG, A. **Uma breve história da Química**: da alquimia às ciências moleculares modernas, São Paulo: Edgard Blucher, 2009.
- LISO, Maria Rut; TORRES, Esteban de Manuel; LÓPEZ, Francisco Salinas. Los procesos ácido-base en los textos actuales y antiguos (1868-1955). **Educación Química**, v. 13, n. 2, p. 90–100, 2002.
- SILVA, M. P. DA; SANTIAGO, M. A. Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases : construindo conceitos através da História da Ciência combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 5, p. 48-82, 2012.
- SZABADVARY, F. **History of Analytical Chemistry**. Londres: Pergamon Press, 1966.