



REFLEXÃO

Teorias ácido-base no século XX e uma análise reflexiva do trabalho científico



Felipe de Moura Souza^{a,*} e Eliana Maria Aricó^b

^a Laboratório de Eletroquímica e Materiais Nanoestruturados, Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC, Santo André, SP, Brasil

^b Diretoria de Ciências e Matemática DCM-Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, São Paulo, SP, Brasil

Recebido a 23 de fevereiro de 2017; aceite a 6 de julho de 2017

Disponível na Internet a 6 de novembro de 2017

PALAVRAS-CHAVE

História da química;
Teoria ácido-base;
Teoria eletrônica;
Teoria protoiônica

KEYWORDS

History of chemistry;
Acid-base theory;
Electron theory;
Protonic theory

Resumo O trabalho apresenta uma análise sobre a construção das teorias ácido-base no século xx, mais especificamente as participações de S.A. Arrhenius, J.N. Bronsted, T.M. Lowry e G.N. Lewis. Ao longo da revisão historiográfica confrontam-se as visões ingênuas da natureza da ciência, a fim de melhor refletir sobre o papel do cientista na ciência. A leitura proporcionará um repensar sobre a importância da história da química na sala de aula.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Acid-base theory in the twentieth century and a reflexive review the scientific work

Abstract The paper presents a new reading on the construction of acid-base theory in the twentieth century, more specifically the participation of S.A. Arrhenius, J.N. Bronsted, T.M. Lowry and G.N. Lewis. Along the historiographical review confronted naive views of the nature of science in order to achieve a better reflection on the scientist's role in science. The reading will provide a rethink about the importance of the history of chemistry in the classroom. © 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

As teorias ácido-base têm sido apresentadas nos livros-texto de ensino médio no Brasil a partir de definições conceituais em uma sequência de eventos sucessivos que, aparentemente, são interligados ou advêm de uma contribuição, consoante entre os cientistas. Normalmente, limitam-se aos

* Autor para correspondência.

Correio eletrônico: felipe.moura@ufabc.edu.br (F.d. Moura Souza).

A revisão por pares é da responsabilidade da Universidad Nacional Autónoma de México.

cientistas cujas linhas de pesquisas tiveram continuidade ao longo do século xx, especificamente Johannes Nicolaus Brönsted (1879-1947), Thomas Martin Lowry (1874-1936) e Gilbert Newton Lewis (1875-1946). Entretanto, a nova historiografia da ciência tem mostrado que geralmente a ciência tem avançado de maneira nada harmoniosa (Chalmers, 2013).

Segundo Pérez, Montoro, Alís et al. (2001), muitas pessoas têm, no mínimo, 7 visões distorcidas de ciência. Buscando descobrir a origem desta constatação de Pérez, verificamos que nos livros-texto de química a evolução das teorias científicas é abordada como se fosse um processo linear, acumulativo, e a ciência é descrita como se fosse neutra. Essas abordagens contribuem não apenas para a construção de visões ingênuas da natureza da ciência, como resulta também em desinteresse dos estudantes pelo estudo ou trabalho com ciências (Hodson, 1982).

Com o objetivo de confrontar as visões distorcidas da ciência, neste trabalho será discutida a evolução das principais teorias ácido-base empregadas nos livros-textos de química. Essa discussão foi feita com base na análise de textos, selecionados de trabalhos originais de Brönsted, Lowry e Lewis, além de relatos das influências que estes trabalhos receberam dos resultados de pesquisas desenvolvidas por diversos outros cientistas, expoentes do desenvolvimento da química. Procura-se, dessa maneira, colaborar para uma revisão histórica que permitirá conhecer o papel e a contribuição de cada um desses cientistas no avanço das teorias ácido-base.

A teoria dissociação eletrolítica

As teorias de dissociação eletrolítica de Friedrich Wilhelm Ostwald (1853-1932) e Svante August Arrhenius (1859-1927)¹ no final do século XIX foram muito importantes para a época, porque faziam considerações referentes à classificação de ácidos e suas forças. Segundo Moura Souza e Aricó (2017), o trabalho de S.A. Arrhenius recebeu influência do extremismo de Justus Von Liebig (1803-1873)² com relação à definição de ácidos, por sua classificação ser categórica e independente de combinações das espécies em uma reação química.

Alfred Werner (1866-1919), reconhecido cientificamente por sua relevante pesquisa em química de coordenação, fez uma série de críticas aos trabalhos de S.A. Arrhenius e de J. V. Liebig quanto às suas definições e à sua visão dualística, que classifica uma substância ácida ou básica conforme sua composição química. Assim classificados, considera-se que a propriedade de acidez ou basicidade da substância é intrínseca e imutável, independentemente das suas interações com outras substâncias químicas (Jensen, 1980). Entretanto, a definição de S.A. Arrhenius ainda atualmente está presente nos livros-didáticos do ensino médio, sem qualquer explicação sobre suas limitações ou de qualquer relação histórica que possa ajudar o estudante a compreender a

formação de teorias científicas e desenvolver o senso crítico. Por muitas vezes, esta tarefa fica a cargo do professor; entretanto, alguns professores contribuem involuntariamente para construção da visão dualística sobre ciência que geralmente os alunos têm. Isto acontece quando os professores não fazem a apresentação da teoria científica com sua total complexidade, desconsiderando as suas limitações e os fatos históricos que aconteceram durante a construção do conhecimento científico.

A classificação de ácidos e bases segundo a definição de S.A. Arrhenius é a mais abordada no ensino de química. No entanto, o próprio S.A. Arrhenius, em seu discurso, ao receber o prêmio Nobel de química no ano de 1903 pela teoria de dissociação eletrolítica, já apontava aparentemente que não valorizava as definições de ácidos e bases propostas por ele próprio. Em seu pronunciamento, não fez maiores detalhes do que uma menção rápida a elas. Ao contrário, em seu discurso, dedicou-se a dar créditos pelos trabalhos anteriores ao dele e os resultados experimentais obtidos em conjunto com F.W. Ostwald et al. Este fato é descrito por Traesel (2012):

Destacamos que o nome de Arrhenius é comumente lembrado apenas pela definição de ácidos e bases e, curiosamente, este não é um dos pontos citados como importantes em sua palestra, e nem é a teoria que o levou a receber o prêmio Nobel (Traesel, 2012, p. 41).

Além disso, S.A. Arrhenius era ciente das críticas que recebia da comunidade científica sobre vários aspectos do seu trabalho e sobre a sua definição de ácidos e bases. Esse ponto de vista pode ser constatado em seu discurso:

Hoje eu descrevi como teorias da dissociação elétrica se desenvolveram a partir de nossas velhas ideias sobre átomos e moléculas. Algumas vezes, nós ouvimos a contestação de que este ponto de vista talvez não esteja correto, sendo apenas uma hipótese útil de trabalho.

Esta objeção, na verdade, não é de modo algum uma objeção, pois jamais poderemos ter certeza de que encontramos a verdade definitiva. Teorias sobre átomos e moléculas são, por vezes, atacadas no campo filosófico. Até que uma teoria melhor e mais satisfatória apareça, químicos podem continuar usando a teoria atômica com plena confiança. A situação é exatamente a mesma com relação à dissociação eletrolítica (Arrhenius, 1903). Tradução: (Traesel, 2012, p. 41).

Nesse trecho do discurso, S.A. Arrhenius declara que sua teoria é criticada, porém, assinala que naquela época todas as hipóteses eram discutidas em um campo filosófico e que era impossível, para a época, discernir qual teoria era a mais adequada para explicar ampla e satisfatoriamente os fenômenos químicos estudados. Esse episódio de S.A. Arrhenius é relevante por mostrar o cientista como um personagem humanizado, ciente de que suas ideias eram provisórias para época e que se baseava no seu esforço social, com o propósito de aperfeiçoar o conhecimento da época, sabendo que não era definitivo (Martins, 2006). Esse fato é uma evidência de que cientistas, geralmente, não são gênios ou pessoas à frente de sua época, sustentando a ideia de que alunos podem ser habilitados a produzir ciência no decorrer de sua formação científica (Mathews, 1995).

O esforço social pode ser constatado pelos inúmeros trabalhos citados por S.A. Arrhenius no seu discurso, por exemplo, Walther Hermann Nernst (1864-1941), F.W.

¹ Consideramos a teoria de Ostwald e S.A. Arrhenius por entendermos que Ostwald teve participação muito ativa na corroboração das ideias de Arrhenius. Para saber mais (Traesel, 2012).

² Justus Von Liebig foi químico e inventor alemão, com contribuições na área de química orgânica (Bell, 1947).

Ostwald e Jacobus Henricus van't Hoff (1852-1911), entre outros, manifestando assim a coletividade entre grupos de cientista (Arrhenius, S., 1999) (Arrhenius, G., 2008) (Traesel, 2012).

Dentre as 7 visões distorcidas da ciência descrita por Pérez, Montoro, Alís et al. (2001), uma é a inocente imagem de que a ciência é neutra perante o contexto social, político e econômico na qual está inserida e que os pesquisadores científicos são imparciais. Fato que não corresponde à realidade. Por exemplo, relata-se que S.A. Arrhenius tentou influenciar a escolha dos premiados de 1908 ao prêmio Nobel em física e em química, indicando Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947) e Ernest Rutherford (1871-1937), respectivamente; porém, somente E.R. Rutherford conseguiu o prêmio (Crawford, 1984, p. 504) (Traesel, 2012). Essa intenção de convencer o comitê a premiar os pesquisadores por ele indicados sugere como o cientista pode ser político e parcial. Desta maneira, pode-se constatar que uma das características do meio científico é a sua não neutralidade.

Bronsted e Lowry

Constata-se pela frequência das publicações científicas na década de 1920 que, principalmente em 1923, o tema definições de ácidos e bases era frequente nas pesquisas científicas. Foram publicados, pelo menos, 4 trabalhos sobre as teorias ácido-base, no entanto, de maneira independentemente das demais. Entre os mais famosos são: J.N. Bronsted, T. M. Lowry, G.N. Lewis, Arthur Rudolf Hantzsch (1857-1935)³.

A grande participação concomitante no tema sugere que a sociedade científica tinha como problemática uma definição mais completa de ácidos. Essa nova definição era uma demanda da sociedade acadêmica na época, por isso muitos pesquisadores se concentraram em buscar teorias mais abrangentes. Nesse caso, o conhecimento científico mostrou ser um produto iminente, contudo, não por causa do aumento do conhecimento humano, ou uso de tecnologia apropriada, mas advindo da necessidade da comunidade científica (Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz, & Praia, 2001).

Esse interesse pelo tema ácidos e bases por parte dos cientistas nessa época pode ter sido ocasionado por muitos fatores, contudo, inferimos que o real motivo seja a constatação de que a teoria de S.A. Arrhenius não era mais satisfatória, por não explicar variados fenômenos da química que vinham sendo estudados e demandavam interpretação. A nossa posição está fundamentada na leitura dos trabalhos originais de J.N. Brönsted, T.M. Lowry e G.N. Lewis, que comentaremos adiante com mais detalhes. Com o título «Algumas observações sobre o conceito de ácidos e bases», o dinamarquês J.N. Brönsted publicou seus trabalhos na revista *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas*. Logo no início do trabalho, ele faz menção às divergências existente sobre a definição de S.A. Arrhenius na sociedade acadêmica da época.

Desde a criação da teoria da dissociação eletrolítica por Arrhenius, a definição dominante de ácidos e bases como

substâncias que podem dividir-se em íons de hidrogênio ou hidroxila em solução nunca foi tão seriamente atacada no que se refere à definição (Brönsted, 1923, p. 718).

Segundo J.N. Brönsted, era inadmissível classificar qualquer ácido ou base segundo os solventes envolvidos na reação. Ele provavelmente se referia às teorias provenientes da linha de pesquisa de A. Ure⁴, em que os ácidos são classificados de modo relativo a cada reação (Moura Souza e Aricó, 2017).

Se aceitarmos o esquema (3)⁵ como uma expressão adequada para caracterizar bases, seremos forçados a dar uma definição especial de uma base para cada solvente especial. No entanto, em princípio, propriedades ácidas e básicas são independentes da natureza do solvente, e os conceitos de ácidos e bases são, na verdade, características tão gerais que devemos considerá-las um requisito necessário desse conceito geral para formular um padrão independentemente da natureza de um solvente arbitrário (Brönsted, 1923, p. 719).

Na sequência, J.N. Brönsted propôs o que compreendemos ser o avanço mais significativo de sua teoria, a interpretação de sistemas conjugados, apresentados atualmente como ácido conjugado e base conjugada, quando se refere às explicações da teoria de Brönsted-Lowry nos livros-texto. Não há o uso do termo «conjugado» na sua explicação original sobre o fenômeno, mas ele é intrínseco na sua interpretação e exemplos.

J.N. Brönsted fez citações a Leonor Michaelis (1875-1949)⁶ e Paul Pfeiffer (1875-1951)⁷, pesquisadores da área, e construiu a explicação de sua teoria a partir do raciocínio deles. Ele afirmou que *os ácidos e as bases são substâncias que são capazes de cisão ou ganho de íons de hidrogênio* (Brönsted, 1923, p. 719).

Dessa afirmação deriva boa parte da atribuição a Brönsted sobre a teoria protoiônica. No entanto, em seu trabalho original não existe qualquer referência à aceitação ou doação de próton para a classificação de ácidos e bases. O que sugere uma modificação na forma de relatar a teoria protoiônica, ao longo dos anos, para atribuir a Brönsted a origem do uso do termo liberação de prótons. A ciência está repleta de episódios de manipulação historiográfica, por exemplo, Antoine Henri Becquerel (1852-1908) e a descoberta da radioatividade (Martins, 1990), e Louis Pasteur (1822-1895) e a teoria da geração espontânea (Martins, L. A. C. P., 1989).

Em uma reflexão sobre o trabalho original de J.N. Brönsted, percebemos que há um anacronismo tendencioso por parte dos historiadores da ciência em favorecer um indivíduo específico, atribuindo assim a um único personagem o papel de «pai» de uma teoria científica (Pietrocola e De

⁴ Andrew Ure foi médico, químico e geólogo escocês, com contribuições em vastas áreas, como dicionário da química (Ure, 1860).

⁵ O esquema (3) do texto original da citação é a equação química $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}$.

⁶ Leonor Michaelis foi um bioquímico e físico alemão famoso por seu trabalho em relação à cinética enzimática (Michaelis, 1958).

⁷ Paul Pfeiffer, químico alemão, foi orientado por Alfred Werner e contribuiu com reações de compostos de hidroamina de cromo (Kauffman, 1973).

³ Arthur Rudolf Hantzsch foi químico alemão, com grandes contribuições na síntese de piridina (Bell, 1947).

Andrade Martins [Forato, 2011](#)), no caso da teoria ácido-base, J.N. Brönsted juntamente com T.M. Lowry.

O pesquisador inglês, T.M. Lowry, que publicou seus trabalhos no periódico *Journal of Society of Chemical Industry*, contribuiu para o tema a partir do trabalho «The uniqueness of hydrogen» ou «A exclusividade do hidrogênio». Neste trabalho, ele discutiu a diversidade de propriedades do hidrogênio. T.M. Lowry, em suas explicações e recursos didáticos, fazia uso de resultados cristalográficos para exemplificar e colaborar com os resultados de sua pesquisa ([Jensen, 2016](#)). Ao final do trabalho, em poucas linhas, T.M. Lowry mencionou como o HCl se torna um ácido forte frente à água, porém, quando isento de água, não tem a força de um ácido.

É um fato notável que a acidez forte é aparentemente desenvolvida apenas em misturas e nunca em compostos puros. Até mesmo o cloreto de hidrogênio só se torna um ácido quando misturado com água. Isto pode ser explicado pela extrema relutância de um núcleo de hidrogênio para ser conduzido a uma existência isolada, embora seja bastante desejável para ele juntar-se a qualquer octeto que não seja muito hostil, ou totalmente ocupado por outros átomos, sem deixar espaço para um núcleo adicional. O efeito da mistura de cloreto de hidrogênio com água é, provavelmente, de proporcionar um aceitador de núcleo de hidrogênio, de modo que a ionização do ácido apenas envolve a transferência de um próton a partir de um octeto para outro. ([Lowry, 1923](#), p. 46)

Pode-se inferir pela leitura do seu texto original que T.M. Lowry é o pesquisador que chega mais próximo do conceito atual de Brönsted-Lowry. Em seu trabalho, além de ele prever a liberação de próton frente à água, ele ainda descreve o comportamento de uma base.

Em um trecho de seu trabalho, T.M. Lowry descreve: «a função real de uma base é de um aceitador de núcleos de hidrogênio, e um dos mais simples casos de neutralização é a aceitação de um íon de hidrogênio por uma molécula de amônia.» (1923, p.46) Quando o autor se refere a hidrogênio nuclear, acreditamos que indica a atividade de um próton, talvez um pouco diferente do próton descrito pela ciência atual. O autor, no resumo de seu trabalho, também faz a mesma descrição de base, com pouca diferença. Ele apresenta uma variedade de exemplos, nos quais descreve que uma base suficientemente forte não irá apenas aceitar um núcleo de hidrogênio, mas também tirá-lo de um composto no qual ele esteja apenas fracamente ligado. Portanto, é a partir deste trabalho que a definição de aceitação ou doação de um próton para identificar uma base ou ácido se iniciou ([Lowry, 1923](#)).

Entendemos que Brönsted colaborou com interpretação reacional que descreve a formação de ácidos e bases conjugadas. Entretanto, pouco acrescentou sobre o termo liberação ou aceitação de próton para a classificação de ácidos ou bases. Diferentemente dele, T.M. Lowry contribuiu com essa classificação; por isso, a famosa definição que advém da teoria protoiônica deve-se mais aos trabalhos de T.M. Lowry et al. ([Jensen, 2016](#)).

G.N. Lewis e o «culto moderno ao próton»

O personagem mais divulgado atualmente, G.N. Lewis, pesquisador norte-americano escreveu um livro com o título

«Valence and the structure of atoms and molecules», em 1923. O livro contém a definição de ácidos e bases, segundo o consenso do seu grupo de pesquisa. Trata-se de uma passagem, na página 42, na qual G.N. Lewis discute as possibilidades de definir ácidos e bases, considerando em cada opção as vantagens e desvantagens. Contudo, por meio de algumas justificativas, ele considera a teoria baseada em par de elétrons a mais satisfatória. G.N. Lewis procurou deixar evidente que o livro é um trabalho coletivo de pesquisadores, e que os resultados apresentados e discussões são frutos do grupo de seu laboratório:

Para os meus colegas e alunos da Universidade da Califórnia, sem cuja ajuda este livro não teria sido escrito. Em nossos muitos anos de discussão sobre os problemas da estrutura molecular e atômica, algumas das ideias aqui apresentadas surgiram a partir do grupo, em vez de partir de um indivíduo; de forma que eu estou agindo apenas como editor para este grupo ([Lewis, 1923](#), p. 7).

Essa passagem no prefácio do livro reforça o caráter coletivo do trabalho científico. Muito dificilmente um pesquisador tem resultados a partir de trabalho individual. É importante desmitificar a tendência de promover a ideia de que, para se fazer ciência ou ser cientista, há a necessidade de se ter a inteligência acima do normal, ou de serem pessoas geniais e superior ao intelecto comum ([Pietrocola Forato, 2011](#)).

A história de Lewis tem muito mais a nos dizer sobre a ciência, pois no ano de 1917 ele foi contratado como major do exercício na área de serviços de gases, e depois também foi coordenador do laboratório de guerras químicas em Paris. Este fato revela que ele tomou partido nos conflitos de guerra de sua nação na época, sendo ele motivado na empreitada movida por acontecimentos da sociedade mundial no período.

Em uma publicação no ano de 1938, em um trabalho com o título «Acids and bases», no periódico «*Journal of the Franklin Institute*», G.N. Lewis faz a declaração que deu origem a esse nosso presente trabalho:

O reconhecimento de Brönsted e sua escola, de íons, tais como os íons haletos e íons de acetatos, como verdadeiras bases, em conjunto com o desenvolvimento do conceito de bases orgânicas, tende a fazer com que o presente reconhecimento da lista de bases seja idêntico à minha própria. Por outro lado, qualquer extensão valiosa e instrutiva semelhante da ideia de ácidos foi impedida pelo que eu estou tentando chamar de «o culto moderno do próton». Restringir o grupo de ácidos a aquelas substâncias, as quais contêm hidrogênio, interfere com a mesma seriedade ao entendimento sistemático da química, como seria a restrição do termo agente oxidante para substâncias que contenham oxigênio ([Lewis, 1938](#), p. 297).

Essa crítica de G.N. Lewis, direcionada a J.N. Brönsted, denota a sua insatisfação quanto à proporção que ganhou a teoria de J.N. Brönsted, diferentemente de sua própria teoria.

O que mais despertou nossa atenção foi o fato de G.N. Lewis ter atribuído somente a J.N. Brönsted a definição de ácido fundamentada em substâncias que contêm hidrogênio, assim negligenciando a T.M. Lowry, que empregava mais claramente esse termo em suas publicações. Não se sabe ao certo o motivo por que ele direcionou sua crítica apenas ao J.N. Brönsted. Contudo, a insatisfação de G.N. Lewis se

justifica no fato de que a comunidade científica da época ter aceitado a teoria de J.N. Brönsted como a mais coerente por aproximadamente 15 anos. Esse longo tempo foi devido ao entusiasmo para com a teoria próton-doador-receptor, que chegou a ser ministrada até em cursos elementares da época (Hildebrand, 1958).

Esse acontecimento evidencia como a ciência escolhe uma teoria em detrimento de outra. Na maioria das vezes a escolha não é neutra, como nesse caso e tantos outros, demonstrado que a natureza da ciência é uma construção gradativa da sociedade humana e, portanto, não pode ser considerada verdade absoluta (Martins, 2006).

Os pesquisadores da época exemplificavam suas teorias a partir de soluções de amônia. Essa circunstância é, provavelmente, por causa da descrição da síntese da amônia por Fritz Haber (1968-1934), no ano de 1908, que o conduziu a ganhar o Nobel em 1918 (Moura Souza e Aricó, 2017). A história da ciência é provida de muitos fatos como o supracitado. Em determinados momentos da história, muitos dos cientistas procuram trabalhar em um mesmo tema. Um exemplo disso ocorreu recentemente no Brasil, em um período em que muitos grupos de pesquisadores direcionaram seus trabalhos para pesquisas sobre biodiesel. O crescimento dessa área pesquisa, por volta de 2001-2010, foi tão rápido quanto o seu decréscimo, que ocorreu de forma abrupta entre 2010-2013 (Rocha, Fernandes, Silva, Soares, Konishi, Torres, 2014).

Na história das teorias ácido-base existiram muitas variações na interpretação do fenômeno químico. Alguns pesquisadores continuaram as propostas científicas de linhas de pesquisas anteriores que, de algum modo, os influenciaram. Por exemplo, o caso de A. Ure e J.V. Liebig que influenciaram com suas ideias conceituais a respeito da classificação de ácidos e bases alguns pesquisadores recentes. Desta maneira, a posição relativista de A. Ure e a posição dualística de J.V. Liebig têm rastros que os liga até G.N. Lewis e adiante.

Considerações finais

A releitura dos trabalhos de J.N. Brönsted, T.M. Lowry, S.A. Arrhenius e G.N. Lewis permitiu perceber que esses cientistas possuíam divergência quanto ao tema. Entretanto, é comum livros-texto de química conterem apresentações sobre as teorias ácido-base como um processo evolutivo contínuo e linear, ou seja, um processo em que uma teoria está diretamente interligada com as demais, pois foi uma consequência com o intuito de expandir a anterior. Além disso, constata-se no estudo da história da química que há teorias que foram rejeitadas inicialmente, não por motivos de limitações ou insuficiente capacidade de explicação de fenômenos, mas por motivos de parcialidade da sociedade científica. A ciência mostra ter caráter partidário em muitas situações históricas, por isso é passível de equívocos, tão naturalmente como o ser humano. Não é recente a tendência de apresentar a ciência «acima do bem ou mal», a fim de maximizar seu papel dentro da sociedade e valorizar exageradamente um personagem na história.

Para compreender de maneira correta o processo da construção da ciência e o estudo da evolução das teorias, assim como as teorias ácido-base, a história da química tem um papel fundamental. Esse trabalho soma-se à reflexão

de que trabalhar com os estudantes sobre a natureza da ciência, principalmente a história da química, é de maneira ímpar muito relevante para formação cidadã e científica.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências não citadas

Ao IFSP – São Paulo, pela bolsa de iniciação científica concedida.

Kauffman, 1973 and Michaelis et al., 1958.

Bibliografia

- Arrhenius, G., Caldwell, K., & Wold, S. (2008). *Tribute to the Memory of Svante Arrhenius (1858-1927): A scientist ahead of his time*. Stockholm. Sweden: Royal Swedish Academy of Engineering Sciences.
- Arrhenius, S. A. (1999). Development of the theory of electrolytic dissociation, 1903. In: *Nobel Lectures in Chemistry 1901-1921*. World Scientific, 1, 45–58. Singapore.
- Bell, R. P. (1947). The use of the terms acid and base. *Quarterly Reviews, Chemical Society*, 1(2), 113–125.
- Brönsted, J. N. (1923). Einige Bemerkungen über den Begriff der Säuren und Basen. *Recueil Des Travaux Chimiques Des Pays-Bas*, 42(8), 718–728.
- Chalmers, A. F. (2013). *What is this thing called science?* Hackett Publishing: Indianapolis. USA.
- Crawford, E. (1984). Arrhenius, the Atomic Hypothesis, and the 1908 Nobel Prizes in Physics and Chemistry. *Isis*, 75(3), 503–522.
- De Mello Forato, T. C., Pietrocola, M., & de Andrade Martins, R. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27–59.
- Pérez, D. G., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125–153.
- Hildebrand, J. H. (1958). . pp. 209–235. *Gilbert N. Lewis* (31) Washington, D.C. USA: Biographical Memoirs, National Academy of Sciences.
- Hodson, D. (1982). Is there a scientific method. *Education in Chemistry*, 19(4), 112–116.
- Jensen, W. B. (1980). *The Lewis acid-base concepts: An overview*. New York. USA: John Wiley & Sons.
- Jensen, W. B. (2016). History and the teaching of chemistry. A tribute to Thomas Lowry's textbook *Historical Introduction to Chemistry*. *Educación Química*, 27(3), 175–181.
- Lewis, G. N. (1923). *Valence and the Structure of Atoms and Molecules*. The Chemical Catalog Co: New York. USA.
- Lewis, G. N. (1938). Acids and bases. *Journal of the Franklin Institute*, 226(3), 293–313.
- Lowry, T. M. (1923). The uniqueness of hydrogen. *Journal of the Society of Chemical Industry*, 42(3), 43–47.
- Kauffman, G. B. (1973). Alfred Werner's Theory of Acids, Bases, and Hydrolysis. *Ambix*, 20(1), 53–66.
- Martins, L. A. C. P., & Martins, R. A. (1989). Geração espontânea: dois pontos de vista. *Perspecillum*, 3.
- Martins, R. A. (2006). Introdução: A História das Ciências e seus usos na educação. In C. C. Silva (Ed.), *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino* (pp. 245–264). São Paulo. Brasil: Livraria da Física.
- Martins, R. A. (1990). Como Becquerel não descobriu a radioatividade. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 7, 27–45.

- Matthews, M. R. (1995). *História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, 12(2), 164–214.*
- Michaelis, L., Macinnes, D. A., & Granick, F.S. (1958). *Leonor Michaelis 1875-1949. Washington D.C. USA: Biographical Memoirs, National Academy of Sciences, 1958.*
- Moura Souza, F., Aricó, E.M. (2017). Mapa cronológico da evolução das definições ácido-base: um potencial material de apoio didático para contextualização histórica no ensino de química. *Educación Química*, v. 28, n. (1), p. 2-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2016.09.002>.
- Rocha, A. M., Fernandes, F. M., Silva, M. S., Soares, P. M., Konishi, F., & Torres, E. A. (2014). Pesquisas acadêmicas sobre biodiesel no Brasil: uma análise dos grupos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). *Revista Tecnologia e Sociedade*, 10(20). Accessed on: August 8, 2017.
- Traesel, J. H. (2012). *Potencial Didático das Nobel Lectures: O caso de Arrhenius. Dissertação de trabalho de conclusão de curso (curso de licenciatura em Química). São Paulo, Brasil: Instituto Federal São Paulo.*