

Uma análise do ensino das teorias ácido-base por professores de escolas públicas de uma cidade do norte do Paraná

Ricardo Alves de Souza (PG), Eliana Aparecida Silicz Bueno (PQ), Fabiele Cristiane Dias Broietti (PQ), Antonio Alberto da Silva Alfaya (PQ), Rení Ventura da Silva Alfaya (PQ).

Universidade Estadual de Londrina – UEL, 86051-990 – Londrina-Pr. ras76@bol.com.br

Considerando as concepções alternativas dos estudantes sobre as teorias ácido-base apresentadas em muitos trabalhos encontrados na literatura e o predomínio da definição de Arrhenius, este trabalho visa investigar quais definições prevalecem nas explicações dos professores de química de escolas públicas de uma cidade da região do norte do Paraná, bem como os possíveis fatores que favorecem essas definições. A pesquisa foi realizada com sete professores de química do Ensino Médio. Para a coleta de dados foi utilizada uma entrevista semiestruturada com seis questões sobre as teorias ácido-base: a(s) mais ensinada(s) em sala de aula e quais os livros utilizados. Os resultados mostram uma hegemonia da teoria de Arrhenius e que este predomínio é favorecido pela distribuição dos conteúdos nos livros didáticos e também, de uma forma central, pelo conhecimento limitado de alguns professores sobre as outras teorias.

Palavras-Chave: Teorias ácido-base, Livro didático, Formação de professores.

INTRODUÇÃO

Vários trabalhos que investigam as concepções de ácidos e bases de estudantes do Ensino Médio e de cursos superiores mostram que estes apresentam concepções baseadas em propriedades macroscópicas como sabor, características corrosivas, ação sobre substâncias indicadoras, presença em produtos de limpeza e alimentos; e microscópicas baseadas na teoria de Arrhenius, ou seja, aumento da concentração de íons H^+ e OH^- em água. Essas concepções podem ser verificadas em alguns trabalhos publicados na literatura, a saber, Silva *et al.* (2008), Oliveira (2008), Figueira e Rocha (2011), Kiouranis *et al.* (2005). Por exemplo, no artigo escrito por Silva *et al.* (2014), os autores destacam que muitos estudantes utilizam a notação H^+ e OH^- para explicar o porquê do pH da água pura ser 7.

No trabalho de Oliveira (2008), a autora estuda as concepções de ácidos e bases de estudantes da 1ª e 3ª séries do Ensino Médio de uma escola do interior do Rio Grande do Sul. Os resultados indicaram que as concepções dos estudantes da primeira série do Ensino Médio estavam centradas na teoria de Arrhenius, pois 73% e 92% das respostas dos estudantes sobre entendimento de ácidos e de bases, respectivamente, foram classificadas como definição de Arrhenius decorada e incompleta (Oliveira, 2008).

Ainda neste trabalho, para os estudantes da terceira série do Ensino Médio 14% e 34% das respostas para a pergunta o que você entende por ácido e por base, respectivamente, foram classificadas como definição de Arrhenius decorada e incompleta. É importante salientar que embora a porcentagem das respostas relacionada à teoria de Arrhenius seja pequena não há indício das outras definições nas respostas dos alunos, mas sim um aumento do número de alunos que não sabem

ou não responderam ou cujas respostas não estão relacionadas com qualquer teoria ácido-base, por exemplo, 47% das respostas destes estudantes para a pergunta o que você entende por ácido foram classificadas como funções orgânicas e 35% das respostas para a pergunta o que você entende por base foram classificadas segundo a categoria sustentação.

Em outra pesquisa, Figueira e Rocha (2010) investigaram as concepções dos estudantes do Ensino Fundamental, Médio e Superior, de uma cidade do Rio Grande do Sul. Para isso os pesquisadores questionaram estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, do 3º ano do Ensino Médio, e do primeiro e do último semestre do curso de Licenciatura em Química de uma Universidade pública sobre o que eles entendem por ácido, base e o que estas classes de compostos têm a ver com suas vidas. Com este trabalho os pesquisadores perceberam também que em geral a teoria de Arrhenius predomina entre as respostas dos estudantes.

Já o trabalho de Kiouranis *et al.* (2005), cuja problemática era: como explicar as propriedades ácido-base de compostos orgânicos, sem lançar mão de outros modelos explicativos, como os de Bronsted-Lowry e Lewis quando o meio não é aquoso? O trabalho teve início a partir de um estudo prévio que mostrou “que um índice significativo dos estudantes da 3ª série do Ensino Médio, da região de Maringá, relacionava o termo ácido a algo corrosivo e quando abordavam o termo por via de definições, usavam apenas a definição de Arrhenius” (KIOURANIS *et al.*, 2005, p. 1). As entrevistas, questionários e outros registros realizados durante o trabalho mostraram que:

[...] a fragmentação imposta pelos livros didáticos se reproduz na sala de aula. De maneira geral, a ênfase nos modelos de ácidos se reduz ao modelo de Arrhenius, já o estudo dos ácidos e bases orgânicos que necessita de outros modelos, por exemplo, o de Bronsted e Lowry, é bastante limitante. Desta forma, prevalece a noção de que a substância ácida é responsável pela propriedade ácido-base, ou de que substâncias básicas sempre possuem OH na fórmula, sem uma discussão sobre propriedades como fruto da interação entre substâncias (KIOURANIS *et al.*, 2005, p. 3).

Considerando que as outras definições são pouco ou quase nunca citadas nas respostas obtidas nos trabalhos acima mencionados e levando em conta que “no caso específico da ciência química, a maioria das concepções alternativas não deriva da experiência cotidiana do mundo dos estudantes, mas do entendimento que os estudantes fazem de conceitos anteriormente ensinados” (TABER, 2001 apud, GONDIM; MENDES, 2007), pressupõe-se que a definição de Arrhenius é a mais empregada no ensino dos conceitos de ácido e base nas regiões pesquisadas. Nesse contexto, as questões que nos intrigam são: Por quê? Quais fatores favorecem a utilização da definição de Arrhenius em detrimento das outras teorias?

Para responder as questões acima é importante considerar que o conhecimento científico construído historicamente só chega até o estudante, desconsiderando a iniciativa própria, de duas formas, a saber: a partir do professor e a partir dos livros didáticos que, como sabemos, são pré-selecionados pelo MEC e escolhidos pelos professores.

Pensando desta forma, o que o estudante vai aprender será direcionado pelo professor e/ou pelo material teórico do qual dispõe, o livro didático (LD). Assim, o que chega ao estudante, bem como as concepções formadas por ele, depende do preparo do professor, ou seja, do seu domínio do conteúdo e de sua capacidade crítica para a escolha e utilização do livro didático. De acordo com De Deo e Duarte (2004 apud MAIA *et al.* 2010):

[...] Com relação à escolha do LD, não é suficiente ter um bom material se o professor não tiver consciência da prática pedagógica e das limitações do LD. O professor deve estar atualizado, ser reflexivo e bem preparado para poder valer-se de um livro ruim e transformá-lo, tornando-o uma ferramenta útil e eficaz em suas aulas. Vemos professores e alunos tornarem-se escravos do LD, perdendo até mesmo sua autonomia e senso crítico, pois ficam condicionados e não aprendem nada efetivamente. Não há o desenvolvimento da autonomia, do pensamento crítico, da competência, mas sim de um processo de “alienação” constante. Tais colocações reforçam a necessidade de investimentos na formação do professor e na educação como um todo (MAIA *et al.* 2010, p. 116).

Sendo assim, para entender se há hegemonia ou não na definição ácido-base apresentada pelo professor aos seus alunos, o presente trabalho tem por objetivo analisar o ensino das definições ácido-base por parte dos professores em sala de aula, conhecer a(s) teoria(s) ácido-base ensinada(s) e os possíveis motivos para ensinar determinada(s) teoria(s) em detrimento as outras.

METODOLOGIA

A coleta de dados se deu mediante uma entrevista semiestruturada com sete professores de Química de escolas públicas de uma cidade do norte do Paraná, a partir de seis questões (Quadro 1).

Quadro 1: Roteiro da entrevista

- 1) Defina um ácido e uma base.
- 2) Qual(is) das espécies químicas abaixo pode(m) ser considerada(s) um ácido? $\text{HCl}_{(g)}$; NH_4^+ ; H^+ ; CH_3COOH em $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{conc})}$; CH_3CHO . Por quê?
- 3) Qual(is) das espécies químicas abaixo pode(m) ser considerada(s) base? $\text{Ca}(\text{OH})_2$; $\text{CH}_2=\text{CH}_2$; OH^- ; H_2SO_4 em $\text{HClO}_{4(\text{conc})}$; Por quê?
- 4) Na explicação dos conceitos de ácido e de base, qual teoria (definição) você utiliza?
 - Você conhece outra(s) teoria(s) (definição(ões)) ácido-base? Qual(is)?
 - Por que você não a(s) utiliza em suas aulas?
 - Além da teoria de ... há ainda outras teorias como a de Bronsted-Lowry e Lewis. Por que você não as utiliza?
- 5) Você utiliza algum livro didático? Qual(is)? O livro contempla todas as teorias (definições) ácido-base?
- 6) Você utiliza outras literaturas, além do livro didático, no preparo de suas aulas sobre os conceitos de ácidos e bases? Quais?

Fonte: os autores

Após a entrevista foram analisadas qualitativamente as falas dos professores e os livros por eles utilizados.

No caso dos professores buscou-se analisar as definições ácido-base mais utilizadas, o porquê destas escolhas, bem como o domínio que estes apresentavam das outras teorias.

Os professores foram identificados por símbolos e números, como por exemplo: P03, que representa o terceiro professor a ser investigado. O perfil dos professores segue apresentado no Quadro 2.

No caso dos livros didáticos buscou-se verificar se estes ampliavam o conceito de ácidos e de bases trazendo outras definições além da de Arrhenius, bem como a forma em que estas definições estavam dispostas no livro. Para isso foram analisados os capítulos que apresentavam conceitos relacionados a ácidos e bases, como o de funções químicas inorgânicas, o de equilíbrio iônico e o de propriedades químicas dos compostos orgânicos ou, na inexistência deste último, foi analisado o capítulo que tratava dos ácidos carboxílicos e aminas tendo em vista o acentuado caráter, respectivamente, ácido e básico destas classes de compostos.

Os livros didáticos também foram codificados, por exemplo, LD03, que representa o terceiro livro analisado. A relação dos LD é apresentada na seção Resultados e Discussão.

Quadro 2: Perfil dos professores entrevistados

Professor	Sexo	Idade	Tempo de magistério
P01	Feminino	31	5 anos
P02	Masculino	27	6 anos
P03	Masculino	41	19 anos
P04	Masculino	39	8 anos
P05	Feminino	57	29 anos
P06	Feminino	24	Menos de 1 ano
P07	Feminino	45	22 anos

Fonte: os autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DISCUSSÃO DAS RESPOSTAS APRESENTADAS PELOS PROFESSORES

As respostas para questão 1 mostram que dos setes professores seis têm como definição principal a teoria de Arrhenius, pois estes definiram ácidos e bases segundo essa teoria ou em sua resposta apareceram fragmentos dessa definição, como por exemplo, presença de hidrogênio, íons H^+ e OH^- , necessidade de água, etc., como no exemplo do fragmento a seguir de uma das entrevistas: *[...] ácido é toda substância que em contato com a água libera o cátion monovalente H^+ . A base ela possui características de que em contato com a água sofrer dissociação e liberar hidroxila o OH^-* (P02).

Entre esses professores, há aqueles que, embora mencionem a definição de ácido e base baseada na definição de Arrhenius não explicitam essa definição, mas deixam a impressão de que as propriedades ácido-básicas de um composto estejam apenas relacionadas à presença do hidrogênio ou da hidroxila na molécula, como o caso da resposta de P05: *[...] o ácido tem hidrogênio no começo da molécula e a base tem o grupo OH^-* .

Pode-se notar nas respostas a presença do substancialismo. Segundo Lopes (1993):

[...] a presença do substancialismo se expressa na racionalização mal feita, capaz de considerar as propriedades ácidas e básicas como intrínsecas ao próton (H^+) e à hidroxila (OH) encerrados na molécula ou no agregado iônico (LOPES, 1993, p. 327).

Por outro lado, dois professores, mesmo utilizando a definição de Arrhenius, indicaram a existência de outras definições, como por exemplo, na resposta de P04: [...] *Depende da teoria. Se for pela teoria de Arrhenius ácido é todo composto que em água libera o íon H^+ e base é todo composto que em água libera o íon OH^- . Se for pela teoria de Bronsted-Lowry, ácido é todo composto que doa um próton H^+ e base é todo composto que recebe um próton H^+ .*

Quatro professores que definiram ácidos e bases utilizando a definição de Arrhenius o fizeram de forma equivocada, ou seja, como substâncias que devem conter os íons H^+ e OH^- , pois, em suas respostas é comum o termo liberar, ou seja, para que uma substância libere íons H^+ ou OH^- , estes já devem estar contidos na substância. Entretanto, este equívoco também é encontrado em alguns livros didáticos do Ensino Médio e até mesmo do Ensino Superior, como pode ser observado a seguir.

[...] ácido é toda substância que em água libera íons hidrogênio – H^+ ; Base é toda substância que em água libera íons hidroxila – OH^- (SANTOS e MÓL, 2005, p. 455).

[...] um ácido é um composto que contém hidrogênio e reage com água para formar íons hidrogênio; Uma base é um composto que produz íons hidróxido em água (ATKINS e JONES, 2006, p. 87).

Segundo, Silva e colaboradores (2014) “a utilização de definições como as citadas acima, constitui um flagrante uso indevido da definição de Arrhenius, pois, tal definição nada diz a respeito da substância apresentar ou não em sua composição os íons hidrônio, H^+ , ou hidróxido, OH^- ” (SILVA *et al.*, 2014, p. 262).

No que diz respeito à questão 2 e 3, observa-se que as espécies químicas HCl , H^+ , $Ca(OH)_2$ e OH^- , por serem facilmente reconhecidas como ácidos ou base de Arrhenius ou por estarem relacionadas a esta teoria foram classificadas como ácido e base com relativa facilidade.

No caso das espécies químicas NH_4^+ , CH_3-COOH em $H_2SO_{4(conc)}$, CH_3-CHO , $CH_2=CH_2$, H_2SO_4 em $HClO_{4(conc)}$, ou seja, espécies químicas ou situações cujo caráter ácido ou básico não pode ser explicado diretamente pela definição de Arrhenius, alguns professores apresentaram grande dificuldade mostrando dúvidas em suas respostas ou justificativas, tentando dar respostas, porém sem muita clareza.

Houve casos em que se observou a não consideração do efeito do solvente na caracterização da substância como ácido e base, ou seja, a substância foi classificada de forma absoluta, como por exemplo, na fala de P01: [...] *é um ácido porque é um ácido carboxílico.*

Outros por sua vez classificam ácidos e bases de forma substancialista, ou seja, classificam ácidos e bases, não pela interação que ocorre, mas, de acordo com grupos funcionais presentes nas moléculas, como no caso do $CH_2=CH_2$ em que foi justificado por P05: [...] *eu acredito que seja um hidrocarboneto, mas não é uma base por que não tem o grupo OH .*

Por outro lado, houve respostas nas quais se pode observar que o professor, mesmo sem especificá-la, utilizou-se de outras teorias em suas justificativas. Como para dizer qual é o ácido e qual a base quando se tem H_2SO_4 em $HClO_{4(conc)}$ uma das respostas foi: [...] *eu sei que um vai doar e outro vai receber, vou chutar, eu acho que*

ele é base, pois, eu acho que ele vai doar... isso é o que eu não me lembro ele doa par de prótons ou par de elétrons, doa ou recebe elétrons... acho que é por que ele doa um par de elétrons (P03).

É importante salientar que poucos professores mencionaram a existência de outras teorias, uma vez que em suas justificativas não consideraram a teoria de Bronsted-Lowry, a teoria de Lewis ou qualquer outra teoria diferente da de Arrhenius que pudesse ser utilizada para classificar as substâncias apresentadas nas questões dois e três. O preocupante é que se observa em algumas respostas a ideia de que o comportamento ácido-básico é algo absoluto, ou seja, um ácido jamais pode se comportar como uma base ou vice-versa. Este fato mostra que, estes professores, seja por não utilizá-las em suas aulas ou por outros fatores, apresentam pouco domínio sobre as outras teorias ácido-base.

Este fato pode favorecer o predomínio da teoria de Arrhenius no ensino dos conceitos de ácido e base no nível médio, pois se o professor não domina completamente o conteúdo que vai expor dificilmente ele vai abordá-lo em suas aulas.

É claro que o pouco domínio constatado acima pode ser eliminado com estudos no preparo da aula. Contudo, com o tempo reduzido devido ao grande número de turmas que o professor tem para ministrar aulas fica difícil estudar todas as teorias. Além disso, o reduzido número de aulas semanais por turmas (duas horas aulas), fato relatado por apenas um dos setes professores (P01), é um fato importante que pode levar o professor a dar ênfase a apenas uma das teorias ácido-base.

Vale salientar que o sistema educacional exige professores que dominem o conceito ácido-base de uma forma completa, pois segundo o caderno de expectativas de aprendizagem em química (PARANÁ, 2012) espera-se que o aluno:

[...] Conceitue ácido, base, sal e óxido e reconheça essas espécies químicas em relação a outras espécies com as quais estabelecem interações.

[...] Conceitue ácido e base de acordo com a teoria de Arrhenius, Lewis e a teoria de Bronsted-Lowry (PARANÁ, 2012, p.97).

Com base no exposto acima, observa-se a importância de um professor que domine pelo menos as três definições mais comuns. Além disso, Campos e Silva (1999) trazem que:

[...] Os conceitos ácido-base de Arrhenius, Bronsted, Usanovich e Lewis, diferentes em abrangência e significado, guardam entre si certa articulação. Portanto, não se pode escolher um desses, esperando assim descrever de modo racional todas as reações químicas e em qualquer solvente, nem deixar de chamar a atenção para os pontos em que os conceitos se tocam (CAMPOS; SILVA, 1999, p.19).

Assim, com o objetivo de atender o caderno de expectativas e propiciar uma aprendizagem mais ampla dos conceitos de ácido e base observa-se a necessidade de se investir na formação dos professores, fornecendo-lhes cursos de formação continuada que permitam discutir com mais abrangência esses e outros conceitos, ou seja, ou seja, é necessário um novo olhar na forma em que está ocorrendo a formação continuada dos professores, pois na maioria das vezes os cursos de capacitação, oferecidos nas escolas, dão ênfase na didática, ou seja, na forma de ensinar os conteúdos, não importando se o professor domina ou não os conceitos que serão ensinados.

Na sequência apresentamos as respostas dos professores para a questão 4. O que se observa nas respostas para esta questão é a maciça utilização da definição de Arrhenius. Nas justificativas para esse fato podemos encontrar evidências de que os professores consideram que a teoria de Arrhenius é a mais fácil do aluno entender, como demonstrado na resposta de P04: [...] *Eu utilizo a de Arrhenius. Ela é mais simples e os alunos entendem mais facilmente. – Sim a teoria de Bronsted-Lowry, e um pouco a de Lewis. **Por que você não a(s) utiliza em suas aulas?** – Por que acho que elas são bastante complexas e abstratas e fica muito difícil do aluno compreender as três teorias (P04).*

Nota-se também nas respostas dos professores a influência exercida pelos vestibulares, como evidenciado na fala de P01: [...] *eu utilizo a teoria de Arrhenius e a de Bronsted-Lowry por que a UEM gosta. Eu utilizo a teoria de Arrhenius porque ela é mais ampla e a teoria de Bronsted-Lowry porque o vestibular da UEM ou outro vestibular gosta de cobrar. Conheço a teoria de Lewis. **Por que você não a utiliza?** – Porque é muito conteúdo para poucas aulas.*

Outro aspecto ressaltado nas falas dos professores é o livro didático como um norteador do processo de ensino-aprendizagem, fato que também foi observado por Damasceno e cols. (2008, p. 8), em sua pesquisa sobre conteúdos e programas de Química para o Ensino Médio na região sul da Bahia.

[...] Em nossa análise verificamos e identificamos que o registro no diário de classe é muito semelhante aos tópicos de conteúdos presentes no livro didático adotado pelo professor. Mesmo apresentando um planejamento que indique uma abordagem semelhante às orientações dos documentos oficiais, seus registros revelam uma seqüência linear de tópicos de conteúdos muito semelhantes aos do livro didático que adotam. No lugar de recurso, como apoio, o livro didático acaba por nortear todo trabalho docente e discente. (DAMASCENO *et al.*, 2008, p. 8)

O aspecto acima mencionado é exemplificado na fala de P07: [...] *eu explico ácido e base as nomenclaturas daí fica tudo mais fácil e também nos livros eles começam com Arrhenius se você olhar. Então pelo livro didático também você tem que seguir se você pega ele esta lá com o livro daí você fala outra coisa daí primeiro você explica aquele depois você vai explicando os demais senão o aluno fica todo confuso (P07).* O livro didático utilizado como norteador do trabalho pedagógico constitui um fator que contribui para o entendimento da maciça utilização da teoria de Arrhenius, pois, como se verifica, a maioria dos livros didáticos, privilegia essa teoria apresentando-a primeiro e desvinculada das outras definições mais abrangentes.

Em síntese, as respostas para a questão 4 mostraram que a teoria de Arrhenius é a mais empregada no ensino dos conceitos de ácido e base, fato que contraria o caderno de expectativas do Paraná. Além disso, verifica-se que esse emprego se justifica pela crença de que a teoria de Arrhenius é a mais fácil do aluno entender e, de uma forma indireta, a sequência do livro didático.

Contudo, compartilhamos as ideias de Garcia (1999 apud MAIA *et al.* 2011), ao mencionar que:

[...] Professores não são técnicos que executam instruções e propostas elaboradas por especialistas. Cada vez mais se assume que o professor é um construtivista, que processa informação, toma decisões, gera conhecimento prático e que possui crenças e rotinas que influenciam a sua atividade profissional (MAIA *et al.*, 2011, p. 216).

Desta forma, o professor tem autonomia para seguir ou não o livro didático e não deve se limitar a ele.

ANÁLISE DOS LIVROS INDICADOS PELOS PROFESSORES

Na entrevista com os professores foram citados os seguintes livros: LD01 – Química na Abordagem do Cotidiano (PERUZZO; LEITE DO CANTO, 2010); LD02 – Química integral (FONSECA, 2013); LD03 – Química Integral (FONSECA, 1993); LD04 – Química (MORTIMER; MACHADO, 2010); LD05 – Química (FELTRE, 2004); LD06 – Fundamentos de química (ATKINS; JONES, 2006); LD07 – Curso Completo de Química (SARDELLA, 1998); LD08 – Química e Sociedade (SANTOS; MÓL, 2005) e LD09 – Química Inorgânica Não Tão Concisa (LEE, 2001), em ordem decrescente de citação pelos professores. Com os resultados da análise dos livros construiu-se o Quadro 3.

Quadro 3: Resultado da análise dos livros indicados pelos professores

Livro	Nível	Número de volumes	Apresenta outras definições além da definição de Arrhenius	As definições encontram-se em um mesmo capítulo
DD01	Ensino médio	3	Não	
LD02	Ensino médio	3	Sim	Não
LD03	Ensino médio	1	Sim	Não
LD04	Ensino médio	3	Sim	Não
LD05	Ensino médio	1	Sim	Sim
LD06	Ensino médio	3	Não	
LD07	Ensino médio	1	Sim	Sim
LD08	Ensino superior	1	Sim	Não
LD09	Ensino superior	1	Sim	Sim

Fonte: os autores

Como pode ser observado no Quadro 3, dos nove livros indicados pelos professores apenas dois não aprofundam os conceitos de ácido e base para além da definição de Arrhenius. Em seis dos sete livros restantes, o aprofundamento se limita à apresentação das teorias ácido-base de Bronsted-Lowry e a de Lewis e só o livro Química Inorgânica Não Tão Concisa (LD09) traz outras teorias além destas.

No caso da disposição do conteúdo apenas três dos nove livros citados apresentam as definições dispostas em um mesmo capítulo (LDX, LDy e LDz), os outros por sua vez abordam as demais definições em capítulos distintos.

No geral, o que se observa nos livros didáticos é a fragmentação das teorias ácido-base, ou seja, elas são tratadas separadamente e de forma desconexas em capítulos diferentes dando a impressão de que as mesmas não se complementam. Além disso, na maioria dos livros analisados não se observou uma preocupação com a história da química, ou seja, como essas teorias surgiram, quais fatores históricos as influenciaram ou mesmo quais críticas receberam. Assim se o professor trabalha seguindo o livro didático ou não tenha o hábito de estudar conceitos que não estão trabalhando em um dado momento ou mesmo não domine as outras definições de uma

forma efetiva, é de se esperar que ele trabalhe somente a definição de Arrhenius, pois, essa definição é a única, inicialmente, utilizada na conceituação de ácido e base e as outras, quando são aplicadas, estão presentes somente em capítulos ou volumes posteriores.

Assim é de se esperar que as concepções desenvolvidas pelos estudantes sejam superficiais e todas baseadas na definição de Arrhenius, pois, essa teoria é o primeiro ou até o único contato que o aluno terá com as teorias ácido-base.

Outro fato relevante é a grande utilização de livros didáticos como apoio no preparo das aulas. Dos livros citados apenas dois são livros de Ensino Superior. Há, contudo, professores que mencionaram nem utilizar outros livros ou que fazem uso de revistas populares no preparo de suas aulas sobre ácidos e bases.

Essa ampla utilização do livro didático corrobora os resultados da pesquisa de Maia *et al.* (2011, p. 120) os quais constataram que: “a maioria dos professores recorre a outros livros didáticos no preparo de suas aulas”. Este fato é importante, pois, mostram professores condicionados aos livros didáticos. Além disso, a não utilização de um material mais aprofundado como os livros de Ensino Superior faz com que o professor não aprofunde seus conhecimentos, e desta forma, não compartilhe de conceitos mais abrangentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No geral, a análise das respostas dos professores e dos livros didáticos utilizados ratifica os pressupostos aludidos inicialmente de que a teoria de Arrhenius é a mais utilizada no ensino das propriedades ácido-básicas das substâncias na região pesquisada. Este fato é favorecido por três fatores principais: o reduzido domínio que muitos professores apresentam das outras teorias; a ideia de que a definição de Arrhenius é a mais fácil de entender; e, a sequência dos conteúdos apresentada pelos livros didáticos.

Quanto ao domínio do conteúdo, verifica-se a necessidade de se investir na formação do professor para que este compreenda de uma forma mais ampla os conteúdos que deve ensinar.

Quanto ao livro didático é necessária uma visão mais crítica no que diz respeito ao uso deste instrumento. Para isso também é necessário uma melhor formação do professor, pois somente assim ele será capaz de escolher e utilizar o livro didático de forma apropriada.

No que diz respeito às dificuldades de aprendizagem dos nossos estudantes, não podemos limitar nossos planos de ensino ao que julgamos ser mais ou menos fácil de ser compreendido. Nessa perspectiva devemos propor atividades que possibilitem a (re)significação conceitual e a construção de conceitos científicos pelos estudantes independentemente do grau de dificuldade ou abstração de determinado conceito.

Os três fatores descritos, aliados ao ensino mecânico e a pouca participação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, podem ser possíveis razões do predomínio da explicação dos conceitos de ácido e base centrados na teoria de Arrhenius.

Nesse sentido reforçamos a importância de investimentos na formação inicial e continuada de professores a fim de criar condições para que os professores discutam

essas questões e suas consequências no ensino, ao longo da sua formação. Contudo, vale ressaltar que apenas o investimento na formação dos professores não garante que as outras definições serão ensinadas, pois, o professor pode dominar as demais definições e mesmo assim, por motivos outros, priorizar uma delas.

Além de investir na formação do professor, destacamos também a necessidade de pesquisas que investiguem metodologias de ensino que abordem, além da definição de Arrhenius, outras definições. Tal abordagem metodológica poderia ser o ensino dos conceitos de ácido e base atrelados à história da química, pois assim o estudante teria contato não apenas com a dimensão conceitual do conteúdo (comportamento químico macro e microscópico), mas também com outras dimensões como, por exemplo, a histórica e a social, dimensões que mostrariam em que situações tais teorias surgiram e foram “superadas”, o que levaria o estudante a entender que as teorias não nascem do nada, mas são frutos de discussões subsidiadas pelo desenvolvimento humano.

Portanto, metodologias como a proposta acima não só permitiriam a inclusão de outras definições, no ensino dos conceitos de ácido e base, mas tornaria o ensino desses conceitos mais amplo superando assim a hegemonia da definição de Arrhenius.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. e JONES, L. **Princípios de química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 3ª Ed. Bookman. Porto Alegre. 2006. p.27-110.

BORGES, A. A.; SILVA, C. M. **A docência em Química: um estudo das concepções dos professores da rede pública de formiga – MG**. Conexão Ciência (Online) 2011, p. 1- 15.

CAMPOS, R. C. e SILVA R. C. **Funções da química inorgânica... funcionam?** *Química Nova na Escola*, n.9, p.18-22, 1999.

DAMASCENO, H. C.; WARTHA, E. J. e BRITO, M. S. **Conteúdos e Programas de Química no Ensino Médio: O que Realmente se Ensina nas Escolas**. In: Encontro Nacional de Ensino de Química. 14. Curitiba. 2008. Anais. Universidade Federal do Paraná. Curitiba: ENEQ, 2008. p. 1 – 10.

FELTRE, R. **Química**. 6ª Ed. Moderna. São Paulo. 2004.

FIGUEIRA, A. C. M. e ROCHA, J. B. T. **Investigando as Concepções dos Estudantes do Ensino Fundamental ao Superior Sobre Ácidos e Bases**. *Revista ciências & ideias*. n. 1, p. 1 – 21, 2011.

FONSECA, M. R. M. **Química Integral**. FTD. São Paulo. 1993.

FONSECA, M. R. **Química**. 1ª Ed. Ática. São Paulo. 2013.

GONDIM, M. S. C. e MENDES, M. R. M. **Concepções alternativas na formação inicial de professores de química: pressupostos para uma reflexão sobre o processo ensino/aprendizagem**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 6. Florianópolis. 2007. Anais. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007, p. 1- 12

KIOURANIS, N. M. M., SILVEIRA, M. P., SILVA, E. L., TANAKA, A., S., ALVES, A. A. e CLAUS, T. **A Pertinência do Estudo das Propriedades Ácido-Base de Compostos Orgânicos no Ensino Médio**. *Ensenanza de Las ciências*, n. extra, p. 1- 5, 2005.

LEE, J.D. **Química Inorgânica Não Tão Concisa**. 5ª Ed. Edgard Blucher. São Paulo. 2001.

LOPES, A. R. C. **Livros Didáticos: Obstáculos Verbais e substancialistas ao aprendizado da ciência química**. *Revista Brasileira de Estatística Pedagógica*. N. 177, p. 309 – 334, 1993.

MAIA, J. O; Sá, L. P.; MASSENA, E. P. e WARTHA, E. J. **O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia**. *Química Nova na Escola*, n. 2, p.115-124, 2011.

MORTIMER, E. F. e MACHADO, A. H. **Química**. 1ª Ed. Scipione. São Paulo. 2010.

OLIVEIRA, A. M. **Concepções Alternativas de Estudantes do Ensino Médio Sobre Ácidos e Bases: Um Estudo de Caso**. 2008. 63p. dissertação (mestrado em educação em ciência). Universidade federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

PARANÁ. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Caderno de Expectativas de Aprendizagem em Química**. Paraná. 2008

PERUZZO, F. M. e CANTO, E. L. **Química na Abordagem do Cotidiano**. 4ª Ed. Moderna. São Paulo. 2010.

SANTOS, W. L. P e MÓL, G. S. ácidos e bases. In:_____. **Química & Sociedade**. Nova geração. 2011. p.455.

SARDELLA, A. **Curso Completo de Química**. 1ª Ed. Ática. São Paulo, 1998.

SILVA, S. M.; MORAIS, L.; EICHLER, M. L; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. **Concepções alternativas de calouros de química para as teorias ácido-base**. In Encontro Nacional de Ensino de Química,14 , 2008, Curitiba. Anais... Universidade Federal do Paraná. Curitiba: ENEQ, 2008. p. 1 - 11.

SILVA, L. A., LARENTIS, A. L., CALDAS, L. A. R., ALMEIDA, R. V. E HERBST, M. H. **Obstáculos epistemológicos no ensino-aprendizagem de química geral e inorgânica no ensino superior: Resgate da definição ácido-base de Arrhenius e crítica ao ensino das “funções inorgânicas”**. *Química nova na escola*, n. 4, p. 261-268. 2014.