

ÁCIDOS E BASES: CONSTRUÇÃO DO CONCEITO E APRESENTAÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS

Laíce Cristina da Silva Santos¹

Dr. Francisco José Borges dos Santos²

Resumo: A palavra ácido é proveniente do latim *acer* “agudo, azedo”, e está relacionada ao sabor ácido de substâncias, e o termo base surgiu no século XVIII, substituindo a palavra “álcali”, ancorada às cinzas obtidas por meio da combustão, associado-se a todas as substâncias que ao reagir com ácidos resultam em uma reação de neutralização. Os conceitos ou definições mais conhecidas são de Arrhenius; de Bronsted e Lowry e a de Lewis, bem como as as mais abordadas em livros didáticos. A pesquisa qualitativa aqui descrita, realizada segundo Gerhardt e Silveira (2009), objetivou identificar as teorias ácido-base presentes em livros didáticos (LD) atuais e analisar o processo histórico da construção dos conceitos de ácidos e de bases. Os livros didáticos analisados foram das coleções Vivá-Química e Ser Protagonista, ambos da 1ª série do ensino médio. Esses recursos didáticos apresentam apenas as formulações de Arrhenius sobre ácidos e bases, discutem sobre as reações de neutralização, características e nomenclatura de cada função. Mas, não trazem o contexto histórico da criação dos conceitos de ácidos e de bases apresentados, mesmo sendo uma ferramenta auxiliar no procedimento metodológico do professor e uma fonte inicial de conhecimentos para os alunos pela forma que apresentam os conteúdos sobre ácidos e bases.

Palavras-chave: Conceito. Ácido. Base. Livro didático. Contexto histórico.

Abstract: The word acid comes from the Latin *acer* "sharp, sour", and is related to the acidic taste of substances, and the term base appeared in the 18th century, replacing the word "alkali", which left the ashes obtained through combustion to be anchored and associated with all substances that when reacting with acids result in a neutralizing reaction. The known concepts of the Arrhenius, of the Bronsted and Lowry and the of Lewis, and these are the most discussed in textbooks. The research described here aimed to Gerhardt and Silveira (2009), carry out an analysis of how the construction of concepts is worked on in textbooks, and how these theories are presented. The verified LDs are part of the Vivá-Química and Ser Protagonista collections.

Both teaching resources present the acid-base definitions with Arrhenius' formulations, and discuss the neutralization reactions, characteristics, and nomenclature that each function follows. However, they do not bring a historical context from the concepts' creation of acids

¹ Graduanda em Licenciatura em Química pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí. <laicecristina040@gmail.com>.

² Graduado em Ciências com Habilitação em Química e Mestre em Química pela UFPI; Doutor em Genética e Toxicologia Aplicada (ULBRA-RS). borgissantos@ifpi.edu.br

and bases, even being a teacher's auxiliary tool in their methodological procedures and students' initial source of knowledge as they present the contents about acids and bases.

Keywords: Concept. Acid. Base. Textbook. Historical context.

INTRODUÇÃO

O ser humano interage com a natureza desde os primórdios da humanidade. Essas interações, geraram uma série de substâncias químicas por meio de descobertas ou sintetizações realizadas. Para facilitar o estudo desse ramo, houve a necessidade do estudo sobre tais compostos segundo suas classificações e características (PINHEIRO; BELLAS; SANTOS, 2016)

O comportamento de substâncias classificadas como ácida ou como básica não é um conteúdo com discussões recentes (FIGUEIRA, 2010). O termo ácido originou-se do verbo latino “acere”, e o termo alcalino surgiu da palavra árabe “al qaly”, posteriormente denominada como base no século XVIII (PINHEIRO; BELLAS; SANTOS, 2016). A compreensão destes, é de extrema relevância levando em consideração o ensino de química, já que o mesmo se faz tão presente na vida cotidiana (FIGUEIRA, 2010).

As formas de abordagem desses conteúdos também é importante, levando em consideração o processo de ensino-aprendizagem. No trabalho realizado por Xavier, et al (2020), as dificuldades de compreensão dos discentes podem estar relacionadas a diversos fatores, e um desses pode estar ligado a forma de como o conteúdo é trabalhado em livros didáticos (LDs), assim como o método de ensino aplicado pelo professor.

No Brasil, os livros didáticos chegaram no final da década de 1920. Porém, sua distribuição em escolas públicas ocorreu no início da década de 1970, por meio dos primeiros programas de livros didáticos criados, sendo esses estruturados pela Fundação Nacional de Material Escolar (FENAME). Por intermédio de políticas criadas para atender parcela carente da sociedade, o LD começou a ser fornecido em escolas de redes municipais pelo Programa Nacional de Distribuição do Livro Didático (COSTA, et al, 2017).

No ano de 1995 a análise dos livros didáticos começou a ser feita pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) para distribuição em escolas de nível fundamental. Essas revisões são atualmente realizadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) com o Ministério da Educação, na qual recomenda o LD a ser trabalhado nas escolas públicas brasileiras (COSTA, et al, 2017).

A resolução Nº 12, de 7 de outubro de 2020, discute sobre os fins do PNLD e sua importância, frisando a participação do PNLD na avaliação e disponibilização de obras didáticas, literárias, entre outros recursos pedagógicos, garantindo sua distribuição em redes públicas de ensino (BRASIL, 2020).

É notória a grande relevância do LD para os discentes e sua permanência no âmbito acadêmico. Nos dias atuais, é inegável que tem surgido bastante recursos disponíveis para obtenção de informações sobre ciências, como por exemplo: materiais digitais, artigos científicos, vídeos online, entre outros. Porém, os livros didáticos continuam sendo, ainda, uma ótima fonte de conhecimentos científicos (FREITAS, 2018).

As dificuldades apresentadas pelos discentes a respeito dos conceitos de ácidos e bases, pode estar ligada a como essas conceituações são vistas pelos mesmos, já que são geralmente apresentadas de forma cumulativa e sequencial, não levando em consideração todo o contexto e trajeto histórico, até chegar às definições que são mais trabalhadas na atualidade (PAIK, 2015). Dessa forma, trabalhar as definições dentro do contexto histórico abrangendo o surgimento de cada uma, pode facilitar o entendimento dos alunos (SOUZA; ARICÓ, 2017).

Portanto, a abordagem do contexto histórico da construção das teorias ácido-base, pode fazer uma diferença no ponto de vista do discente, já que o mesmo não vai visualizar somente termos e definições.

Os objetivos dessa pesquisa foram identificar as teorias ácido-base presentes em livros didáticos atuais e analisar o processo histórico da construção dos conceitos de ácidos e bases. Portanto, a abordagem do contexto histórico da construção das teorias ácido-base, pode fazer uma diferença no ponto de vista do discente, já que o mesmo não vai visualizar somente termos e definições.

REFERENCIAL TEÓRICO

As definições dos termos “ácidos” e “bases” estão bem presentes em livros didáticos de química no ensino médio, especialmente os conceitos formulados por Arrhenius. De fato, muitos estudantes conhecem as conceituações e aplicações das mesmas, já que este é um assunto relacionado a muitos outros estudos na área de química. No que se diz, contexto histórico, a forma de abordagem em livros didáticos não faz alusão ao processo que foram

desenvolvidas essas teorias, o que seria interessante (LISBOA, et al., 2016; NOVAIS; ANTUNES, 2016).

Antes do século XX, quando surgiram as principais teorias ácido base, os termos já eram conhecidos. A palavra ácido vem do latim *acer* “agudo, azedo”, e está vinculado ao sabor ácido de alguma substância. A base, era proveniente de algum material que restava após o aquecimento ou queima do mesmo, sais de potássio (carbonato de potássio) é um exemplo, em que eram obtidos a partir de queima de plantas (SOUZA; SILVA, 2018). O termo deixou de ser “álcali” e recebeu a denominação de base pelo francês Duhamel du Monceau em 1736 (CHAGAS, 2000). Porém essa configuração não foi mais considerada, quando o termo base deixou de ser associado a um resíduo quando passou a ser colocada como qualquer substância que possui propriedades para neutralizar um ácido (SOUZA; SILVA, 2018).

No ano de 1664, Robert Boyle publica na Inglaterra o livro “*Experimental History of Colours*”, espaço em que relata seu trabalho desenvolvido com substâncias coloridas, com propriedades que permitem a alteração de cor na presença de ácidos ou bases. Uma das substâncias utilizadas por Boyle, foi o corante extraído do pau-brasil (*Brazilwood*) que possui uma coloração avermelhada. Em 1729 foi realizada a primeira titulação ácido-base utilizando soda (Na_2CO_3) com diversos tipos de vinagres por C. Geoffroy, anos mais tarde, por volta de 1767, W. Lewis faz o uso pela primeira vez de um indicador em um processo de titulação (CHAGAS, 2000).

Em 1789, Antoine Lavoisier associou a estrutura do ácido com uma substância contendo oxigênio, afirmando que todo ácido deveria conter tal elemento. Na mesma época, C. Berthollet (1787), e em seguida, Humphry Davy (1810) propuseram vários ácidos que não possuíam oxigênio em sua composição (CHAGAS, 2000), desencadeando assim um amplo caminho para vários outros estudos, como o de Pierre Louis Dulong (1785-1838) no qual acreditava que o hidrogênio era importante para os ácidos, e Justus von Liebig (1803-1873) que baseando-se na ideia anterior, descreveu o ácido como uma substância contendo hidrogênio, na qual seria possível a substituição desse átomo por um metal, mas não ofereceu nenhuma definição a respeito das bases (SOUZA; SILVA, 2018).

Essas conclusões perduraram por várias décadas, quando uma visão mais ampla sobre o assunto foi proposta em 1887, com a teoria da dissociação eletrolítica de Svante August Arrhenius (1859-1927). Arrhenius propôs que uma substância ácida, básica ou salina

quando em água, dissocia-se gerando íons positivos e negativos, descrevendo a primeira abordagem moderna sobre o assunto (SOUZA; SILVA, 2018). Pesquisas posteriores demonstraram que os ácidos tendem a aumentar a concentração de próton H^+ em meio aquoso e esse próton liga-se à molécula de água na solução. Ácidos que possuem mais de um hidrogênio e doam mais de um íon na dissociação, denominam-se polipróticos.

O mesmo raciocínio também foi proposto para as bases, ou seja, as bases de Arrhenius tendem a aumentar a concentração de íon OH^- em solução aquosa. Por exemplo do hidróxido de sódio, $NaOH$, quando dissolvido em água, se dissocia de forma total em íons Na^+ e OH^- , aumentando a concentração de íons OH^- na solução aquosa (SINGH, 2020).

Uma das lacunas na teoria de Arrhenius, é a de que sua explanação só se aplicava ao solvente água, não valeria para outros solventes, deixando em aberto para pesquisas com utilização de outros sistemas (SINGH, 2020).

Entre os anos de 1895 e 1911, surge Alfred Werner enfatizando outro equívoco na teoria proposta por Arrhenius em relação à reação de neutralização. Segundo Werner, as reações de neutralização não seriam simples reações de adição e sim reações de transferência, gerando espécies coordenadas. No ano de 1905, E. C. Franklin apresenta suas oposições quanto a teoria de Arrhenius e a auto-ionização da água. Franklin afirma que todo solvente se auto-ioniza formando um cátion (ácido) e ânion (base), não levando em consideração o fato de que só a água poderia ser considerada um solvente (CHAGAS, 1999).

No ano de 1923, o assunto “ácidos e bases” tornou-se uma ampla área de estudos para diversos pesquisadores. Novos estudiosos deram definições e foram estabelecidas quase que de forma concomitante e de forma independente, sendo eles, Johannes Nicolaus Bronsted; Thomas Martin Lowry e Gilbert Newton Lewis (SOUZA; ARICÓ, 2017).

Johannes Nicolaus Bronsted foi um dinamarquês que contribuiu com seus estudos a respeito do tema ácidos e bases, os resultados obtidos com seus trabalhos tiveram espaço na revista *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* com o seguinte título: "Algumas observações sobre o conceito de ácidos e bases". Bronsted apontou em seu trabalho, algumas falhas advindas da teoria proposta por Arrhenius. O pesquisador levantou hipóteses sobre a existência de ácidos conjugados e bases conjugadas (SOUZA; ARICÓ, 2017).

Thomas Martin Lowry também expôs os resultados de seus estudos. Sua publicação foi no periódico *Journal of Society of Chemical Industry*, discutindo “A exclusividade do

hidrogênio”, sua contribuição foi quanto a liberação e aceitação de prótons para ácidos e bases (SOUZA; ARICÓ, 2017).

A teoria ficou conhecida como “Teoria de Bronsted-Lowry”, e até os dias atuais é bastante discutida. As ideias desses estudiosos, deram um outro ponto de vista a respeito do assunto. Suas definições baseiam-se em função dos íons hidrogênio em sistemas ácido-base. Bronsted afirmava que ao misturar sistemas simples de equilíbrio de ácidos e bases e íons com outro sistema simples, gera um sistema de equilíbrio. Quanto ao estado do íon hidrogênio presente em solução, Bronsted descrevia como o cátion hidrogênio, H^+ , e Lowry utiliza o íon hidrônio (H_3O^+), sendo essa uma boa contribuição de Lowry para a teoria de ambos. O mesmo, relaciona a acidez forte como algo dependente de uma mistura, e nunca de um sistema isolado. O conceito tem relação a extensiva transferência do íon H^+ do ácido para a base (SOUZA; SILVA, 2018).

Em 1923 juntamente com a teoria protônica, surge a teoria eletrônica de Gilbert Newton Lewis. Tal pesquisador já estudava sobre o par eletrônico para as ligações químicas, e sua teoria de ácido-base formulada, levaria em consideração a transferência do par eletrônico de um átomo a outro. No ano de 1938, Lewis estabeleceu suas definições (CHAGAS, 1999).

Gilbert Newton Lewis, cientista norte-americano, publicou um livro com o seguinte título “Valence and the structure of atoms and molecules”, discutindo a possibilidade de definição para as substâncias justificando seu uso e desuso (SOUZA; ARICÓ, 2017). Lewis ofereceu uma definição mais ampla, seu enfoque trabalhava os elétrons dos átomos em questão. Os ácidos foram considerados como um átomo ou íon com sua estrutura eletrônica incompleta. Sendo assim, esse átomo tende a aceitar elétrons para seu preenchimento, sendo a espécie doadora de elétrons denominada de base de Lewis. Lewis desmistificou a ideia de que para ser ácido, a substância ou espécie seria composta por hidrogênio e elaborou um conceito mais universal sobre as substâncias ácidas e bases (SOUZA; SILVA, 2018).

O percurso histórico das definições de ácidos e bases é muito extenso e essa amplitude não é apresentada em livros didáticos do ensino médio. De forma geral, o trabalho desses conceitos demonstram três teorias de quatro autores seguindo uma ordem cronológica: Arrhenius; Bronsted-Lowry e Lewis.

O livro didático (LD) tem uma grande importância no ensino. Para o ensino de química, a variedade de livros que o mercado oferece é bem ampla e a forma como influi no

processo educacional não pode ser desconsiderada. Diante deste cenário, cabe uma escolha consciente do LD a ser adotado, já que poderá ser um material de apoio efetivo tanto para o docente, quanto para o estudante (VIDAL; PORTO, 2012; FURTADO, et al., 2013).

A preocupação quanto a qualidade dos livros didáticos em contexto internacional vem desde o século XIX, na qual é enfatizado no trabalho de Santos (2006), que faz um levantamento bibliográfico sobre os critérios de avaliação do livro didático. A pesquisadora aborda as críticas realizadas por diversos pesquisadores a respeito da escolha do livro didático, em que estabelecem as avaliações dos LDs por meio de parâmetros. De modo geral, as escolhas às vezes não permeiam os cenários vividos pelos estudantes, podendo assim dificultar a vida acadêmica dos mesmos. Segundo a mesma, algumas questões podem ser atribuídas no processo avaliativo:

No que concerne aos aspectos físico-biblioteconômicos, ao avaliar um LD, não se pode deixar de considerar, também, as questões editoriais e gráficas, relativas ao formato, legibilidade, clareza de ilustrações, tipo de papel, encadernação, durabilidade e custo. Ou seja, as informações não-verbais que apresentam um grande impacto, mas que obviamente não deveriam ser as mais significativas. Os dados bibliográficos – capa, folha de rosto, ficha bibliográfica, crédito, diagramadores, ilustradores, prefácios, sumários, índices e sugestões de leituras - não podem ser desconsiderados pelos professores pelos professores ao avaliarem este recurso. (SANTOS, p. 65, 2006).

Os autores dos livros didáticos apresentam as definições de ácidos e de bases na seguinte sequência: Arrhenius, Bronsted-Lowry e por fim Lewis, sendo considerada a teoria de Bronsted-Lowry mais ampla que a de Arrhenius, e a de Lewis mais abrangente que as duas anteriores. Muitos livros demonstram as teorias na sequência anteriormente citada ou abordam uma teoria em específico, e isso pode gerar uma falta de compreensão por parte dos educandos. (SOUZA; ARICÓ, 2017).

Um estudo mais recente realizado por Souza e Silva (2018) relata essa mesma forma de abordagem em livros didáticos como um problema na aprendizagem dos alunos, um dos trabalhos utilizados pelos pesquisadores para relatar esse problema foi o de Paik (2015). O trabalho realizado aborda o contexto histórico das origens das teorias de Arrhenius; Bronsted-Lowry e Lewis foram criadas e cita os demais estudos que não são apresentados em livros didáticos, com o intuito de demonstrar uma melhor abordagem do conteúdo:

A forma como a abordagem das definições de ácidos e bases tem sido realizada gera dificuldades de compreensão, tanto em estudantes do

Ensino Médio, quanto da graduação e pós-graduação. Dessa forma, a busca de outras formas de abordagens é interessante, principalmente a que considera o contexto no qual essas definições foram elaboradas ou criadas, e que sejam discutidas no momento adequado. (SOUZA; SILVA, p. 18, 2018).

Marques, et al (2020) abordam uma pesquisa recente a respeito das definições de ácidos e bases. Tal estudo utilizou o livro “Química cidadã, 2016” para a realização da análise. A presente pesquisa demonstrou a forma que é desenvolvida e estruturada o conteúdo citado, a partir de comparativos com artigos científicos e com o livro de Química Inorgânica, contudo, os autores fizeram a seguinte colocação: “As diferentes abrangências das teorias ácido-base são abordadas de forma simplistas no livro didático, dificultando o aprendizado do aluno, sobretudo, em diferenciar tais teorias, não sendo considerado assim um bom meio de mediação do conhecimento”. Mesmo com essa colocação, os pesquisadores apontaram a importância que é o uso do livro didático e ampliação do conteúdo pode ser realizada a partir de métodos proporcionados pelo mestre em questão.

Como visto nos trabalhos realizados, há uma vasta preocupação com a qualidade dos livros didáticos do ensino de química e é crescente o número de publicações acerca das análises dos conteúdos que são trabalhados. Além dos trabalhos já colocados, essa importância pode ser vista também no trabalho de Weit (2017), em que foi intitulado como “Análise das contribuições da história da ciência em livros aprovados no PNLD-2018 acerca do conteúdo ácido-base”.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A análise realizada foi por meio de uma pesquisa qualitativa, em que seus resultados não consideram uma representatividade numérica, os dados obtidos partem de um aprofundamento na compreensão de determinado grupo. Uma pesquisa qualitativa busca descrever, compreender e investigar determinado fenômeno, respeitando os objetivos estipulados e as orientações teóricas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Foram utilizadas dois livros didáticos da 1ª série do ensino médio, um da coleção “Vivá-Química” e outro da coleção “Ser Protagonista-Química”, ambos com aprovação no PNLD 2018. As análises ocorreram em três etapas, sendo elas:

- 1ª etapa: fez-se os seguintes levantamentos:
 - Autor(a);

- Título do livro;
- Volume;
- Edição;
- Ano;
- Editora.
- 2ª etapa: como é feita a abordagem no livro (apresentação, divisão de unidades e capítulos), e leitura do capítulo que aborda o conteúdo “ácido e base”.
- 3ª etapa: descrição do conteúdo ácidos e bases, em especial as teorias de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis, levando em consideração, a perspectiva histórica abordada, como são abordados esses conceitos (se são tratados de forma específica em capítulos ou relacionados com outro conteúdo).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

- LIVRO “VIVÁ-QUÍMICA” VOLUME I

Um dos livros analisados foi o volume I da coleção “Vivá-Química” produzido por Lúcia Duarte de Novais e Murilo Tissoni Antunes. O material foi lançado pela editora Positivo no ano de 2016, PNLD-2018. O livro inicia-se com a identificação do livro, seguida de uma apresentação ao estudante e um breve resumo dos conteúdos contidos no LD. Os assuntos são distribuídos em quatro unidades com os respectivos temas:

1. Introdução ao estudo da Química;
2. Introdução a estrutura da matéria;
3. Eletrólitos e reações químicas: fundamentos qualitativos e quantitativos;
4. Estado gasoso.

Os conceitos são trabalhados no capítulo 7 “Ácidos, bases e sais”, pertencente à unidade 3 anteriormente citada. As definições aqui explanadas, foram segundo os conceitos construídos por Svante August Arrhenius assim como as principais propriedades dessas substâncias. O livro trabalha inicialmente com a ampliação da visão a respeito de ácidos e bases, enfatizando onde podem ser vistos no dia a dia e aborda um roteiro com uma prática em que pode ser trabalhado o tema. O decorrer do capítulo se dá pela definição de ácidos, seus tipos e nomenclatura, assim como também são descritas as bases. Os tópicos se subdividem da seguinte forma:

- Ácidos e bases; Química: prática e reflexão; viagem no tempo; função química;

propriedades funcionais; condutibilidade elétrica; a teoria de Arrhenius; ácidos; conceitos de ácidos; ionização de poliácidos; força de um ácido e sua importância comercial; bases ou hidróxidos; conceito de base de Arrhenius; importância comercial e força das bases.

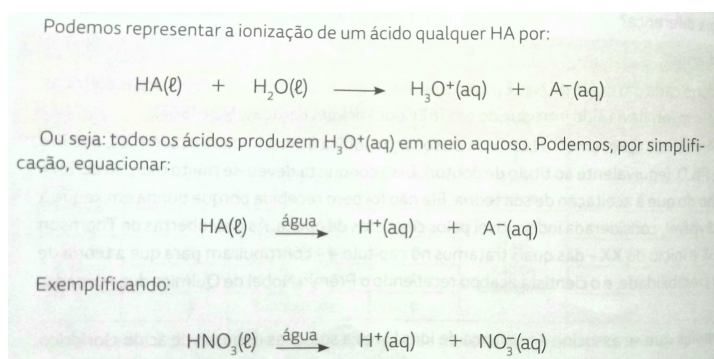
O LD Vivá-Química descreve parte desse processo histórico em um resumo destacado no início do capítulo intitulado como “Um pouco da história dos conceitos de ácido e base”. Neste breve texto, trata dos conhecimentos dessas substâncias pelos egípcios na produção de substâncias ácidas e a forma de obtenção de compostos básicos, e logo em seguida trabalha com os processos utilizados por Robert Boyle a respeito dos indicadores ácido-base, e finaliza com observações levantadas por Lavoisier.

Os autores abordam o termo “ácido” com associações a recortes feitos a partir de matérias publicadas em um site. Suas comparações acompanham a seguinte frase: “Agora, pense sobre o significado do adjetivo ácido em cada um dos contextos”. Junto aos recortes, os autores fazem um questionário a respeito do termo discutido.

- SOBRE ÁCIDOS

Seguindo, é levantado através de um breve resumo, a biografia de Arrhenius, seu experimento e suas colocações a respeito do tema Ácidos. A abordagem no LD, relata a teoria eletrolítica desenvolvida por Arrhenius, demonstrando que algumas substâncias em encontro com água, liberam íons. “Considerando a teoria da dissociação iônica de Arrhenius, podemos afirmar que ácidos são compostos que, em solução aquosa, fornecem um único tipo de cátion: o hidrônio, H_3O^+ ” (NOVAIS; ANTUNES, 2016) (FIGURA 1).

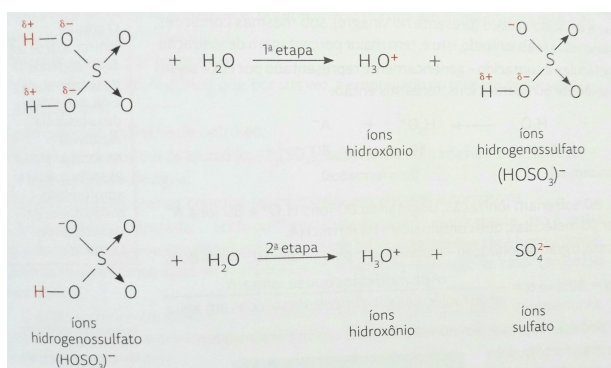
FIGURA 1 - IONIZAÇÃO DE ÁCIDOS



FONTE: NOVAIS; ANTUNES (2016, p. 148).

Além de ácidos com apenas um hidrogênio ionizável, tem-se ácidos com estruturas contendo mais de um hidrogênio ionizável, sendo considerado diácido com dois H^+ , os triácidos possuem três hidrogênios ionizáveis e por fim, poliacidos que mantêm em sua estrutura mais de três. O exemplo apresentado no LD é do ácido sulfúrico (H_2SO_4), que é um de diácido (FIGURA 2).

FIGURA 2 - IONIZAÇÃO DE DIÁCIDO



FONTE: NOVAIS; ANTUNES (2016, p. 145).

Ainda sobre ácidos, Novais e Antunes descrevem essas substâncias quanto ao seu grau de ionização (α), relacionando assim se o composto é classificado como um ácido fraco ou forte com auxílio de uma imagem representando um sistema de condutibilidade.

Os ácidos são finalizados com um texto explicativo sobre a importância do ácido comercialmente.

- SOBRE BASES

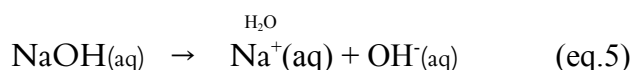
Tópico intitulado como “Bases e hidróxidos”, descreve inicialmente o conceito de bases com um exemplo comumente utilizado no cotidiano, sendo o hidróxido de sódio, popularmente conhecido como soda cáustica. Ao discutir as formulações que seguem as bases, os escritores frisam em uma tabela (FIGURA 3), com as características de algumas bases, todas têm o ânion OH^- (hidróxido).

FIGURA 3 - CARACTERÍSTICAS DE ALGUMAS BASES

Características de algumas bases			
Nome	Fórmula	Natureza	Estado físico (a 25 °C, 1 atm)
hidróxido de sódio	NaOH	iônico	sólido
hidróxido de potássio	KOH	iônico	sólido
hidróxido de cálcio	Ca(OH) ₂	iônico	sólido
hidróxido de alumínio	Al(OH) ₃	iônico	sólido

FONTE: NOVAIS; ANTUNES (2016, p. 153).

O conceito de base descrito, considera a teoria de dissociação iônica proposta por Arrhenius, em que diz que em solução aquosa, uma substância básica, geram um tipo de íon somente, sendo este ânion hidróxido (OH^-). A dissociação ocorre quando a base se encontra em meio aquoso, o meio originado como resultado da dissolução, é um eletrólito. Para exemplificação desses argumentos, foi utilizado o exemplo da reação de dissociação do hidróxido de sódio (NaOH) (eq.5).



As bases dos demais metais alcalinos (grupo I), todas bastantes solúveis em água, e as de alguns metais alcalino terrosos (grupo II), embora menos solúvel que as dos metais alcalinos-como o $\text{Ba}(\text{OH})_2$ e o $\text{Ca}(\text{OH})_2$, são outros exemplos de bases que conduzem bem a corrente elétrica em solução aquosa (NOVAIS; ANTUNES. p. 153, 2016).

Finalizando a discussão sobre as bases de Arrhenius, os autores mostram algumas bases de importância comercial e classificam as mesmas como fortes ou fracas. Destacando bases fortes como bases de metais do grupo I (sendo mais fortes por serem solúveis em água) e bases de metais do grupo II. Já as fracas, grande parte das bases são consideradas fracas, menos os hidróxidos do grupo I e II.

Outros conceitos e hipóteses formuladas, o livro não aborda, suas ênfases são quanto às propriedades, classificações e o conceito sobre dissociação iônica formulada por Svante August Arrhenius.

- LIVRO “SER PROTAGONISTA - QUÍMICA” VOLUME I

Outro livro analisado foi o volume I da coleção “Ser protagonista”, produzido por Julio Cezar Foschini Lisboa; Aline Thaís Bruni; Ana Luiza Petillo Nery; Rodrigo Marchiori Liegel; Vera Lucia Mitiko Aoki. Editora responsável: Lia Monguilhott Bezerra. Edições SM, 3. ed, 2016.

O livro inicia-se com uma breve apresentação ao leitor, seguida de uma representação de como o livro está organizado e dividido. O sumário relaciona as seguintes unidades:

1. Química e estudo dos materiais;
2. Do macro ao micro;
3. Comportamento das substâncias;
4. Contando átomos e moléculas.

Ácidos e bases são trabalhados no capítulo 11, nomeado como “Funções da química inorgânica”, localizado na unidade 3.

O capítulo inicia-se com uma abordagem contextualizada sobre acidez, revelando o seu grau de importância na agricultura, e como o nível de acidez interfere na produtividade do solo. No texto, os autores levantam questionamentos sobre a possível correção de acidez do solo, criando a possibilidade de uma discussão na sala de aula sobre o assunto, acompanhada de uma imagem (FIGURA 4) que retrata uma máquina de correção de acidez do solo.

FIGURA 4 - MÁQUINA AGRÍCOLA USADA PARA CORREÇÃO DO SOLO



FONTE: LISBOA, et al (2016, p. 198).

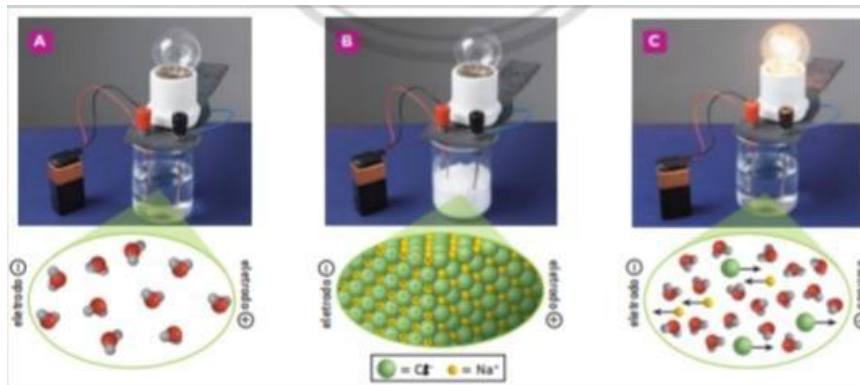
Logo em seguida, o LD fornece uma introdução sobre as funções inorgânicas, esclarecendo quais substâncias podem ser classificadas como orgânicas e inorgânicas.

As substâncias químicas podem ser classificadas em orgânicas e inorgânicas. As orgânicas apresentam átomos de carbono, os quais, geralmente, formam estruturas de átomos de carbono ligados entre si. São exemplos dessas substâncias a sacarose (açúcar comum), o etanol (álcool etílico) e o ácido acético (presente no vinagre). As substâncias inorgânicas, direta ou indiretamente, são de origem mineral, como o sulfato de cálcio, CaSO_4 , o nitrato de sódio (NaNO_3), etc. Algumas delas contam, também, com átomos de carbono, como o dióxido de carbono, CO_2 , e o carbonato de cálcio, CaCO_3 (presente em minerais calcários) (LISBOA, et al., p. 198, 2016).

O livro também trabalha a Teoria da Dissociação Iônica proposta por Arrhenius, enfatizando as soluções eletrolíticas e não eletrolíticas, classificando-as em razão dos íons presentes em suas soluções. Segundo Arrhenius, as soluções que possuem propriedades capazes de produzir corrente elétrica, são as substâncias que apresentam partículas carregadas eletricamente que têm liberdade de movimento. As conclusões de Arrhenius foram de que a condutibilidade era dependente de transportadores de cargas (íons) e de uma força com

capacidade de movimentar esses transportadores (bateria ou algum outro meio de gerar energia elétrica). Para isto, foram realizados experimentos semelhantes aos que são feitos na atualidade, estes foram descritos no LD (FIGURA 5).

FIGURA 5 - TESTES DE CONDUTIBILIDADE ELÉTRICA



FONTE: LISBOA, et al (2016, p. 199).

De forma resumida, os autores afirmam:

[...] as soluções eletrolíticas conduzem bem a eletricidade por apresentarem íons livres. São formadas por compostos iônicos, os quais sofreram dissociação iônica, ou por compostos moleculares que sofrem ionização em água. As soluções não eletrolíticas conduzem mal a eletricidade por apresentarem íons livres numa concentração muito pequena (LISBOA, et al., p. 198, 2016).

- SOBRE ÁCIDOS

Os ácidos são reunidos e discutidos, mostrando suas propriedades quanto suas capacidades eletrolíticas, reação, e como tal substância reage em encontro com um indicador ácido-base, essas ênfases são trabalhadas com imagens representativas sobre o assunto. O LD também apresenta uma sequência de ácidos e suas aplicações.

Na lateral direita do livro, são trabalhados tópicos nomeados como “Química e biologia” (FIGURA 6) e (FIGURA 7), em que mostra fatos em que os ácidos têm proximidade na vida humana.

FIGURA 6 - QUÍMICA E BIOLOGIA (VITAMINA C)



FONTE: LISBOA, et al (2016, p. 200).

FIGURA 7 - QUÍMICA E BIOLOGIA (SUÇO GÁSTRICO)

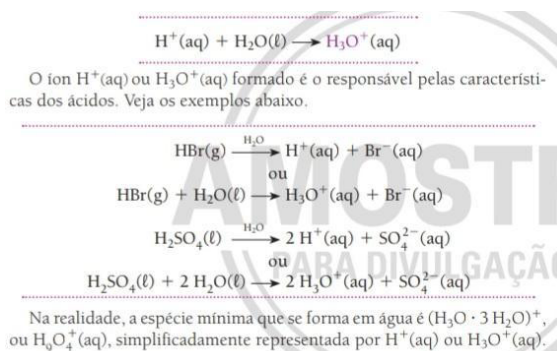


FONTE: LISBOA, et al (2016, p. 201).

A teoria segundo Arrhenius é discutida no tópico seguinte. A abordagem histórica é realizada em um box na lateral direita do livro, seus destaques são sobre a dissociação eletrolítica proposta por Arrhenius e sua relação com o modelo atômico na época, que era o de Dalton. E finaliza com um desafio aos alunos a procurar casos científicos em que suas teses foram rejeitadas. A teoria de dissociação iônica de Arrhenius foi descrita da seguinte maneira e exemplificada pelas seguintes reações (FIGURA 8).

O íon $H^+(aq)$ forma-se quando um átomo de hidrogênio perde um elétron e, por isso, corresponde a um próton. A estabilidade desse íon deve-se à sua solvatação, que é o processo em que os íons H^+ ficam cercados por moléculas de água, formando $H^+(aq)$. É comum representar esse íon associado a uma única molécula de água, formando o cátion hidrônio ou hidroxônio (H_3O^+) em solução aquosa (LISBOA, et al, p. 202, 2016).

FIGURA 8 - DISSOCIAÇÃO IÔNICA (ÁCIDO)



FONTE: LISBOA, et al (2016, p. 202).

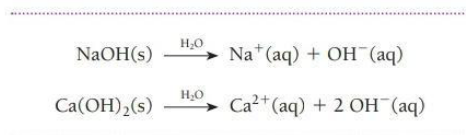
Os ácidos foram apresentados e classificados em tabelas, segundo a presença ou não de oxigênio em sua estrutura. Outros dados tabulados foram a força dos ácidos, suas nomenclaturas e fórmulas, encerrando com uma atividade sobre o conteúdo antes de tratar de bases.

- SOBRE BASES

Intitulado como “Bases ou hidróxidos”, a discussão inicia com uma abordagem sobre produtos que contenham propriedades químicas que caracterizam a função inorgânica (base), sendo destacadas como soluções eletrolíticas, sua reação em comum com uma espécie ácida e como tal composto se comporta na presença de indicadores ácido-base com auxílios de imagens. Para demonstrar a química na história, foi utilizado um box relatando o processo histórico do sabão. Seguidamente é realizado uma listagem com as principais bases existentes e suas aplicações.

Segundo Arrhenius, “uma base é definida em razão da presença do íon OH^- , quando esse tipo de composto se encontra dissolvido em água. Bases são substâncias que, em solução aquosa, fornecem o ânion OH^- (hidróxido) para a solução” (FIGURA 9)

FIGURA 9 - DISSOCIAÇÃO IÔNICA (BASE)



FONTE: LISBOA, et al (2016, p. 208).

Após a explanação, é feita a classificação das bases de acordo com a quantidade dos íons hidróxido e a força da base (FIGURA 11) em uma tabela, assim como a nomenclatura dos mesmos. Logo em seguida, é apresentada a escala pH das substâncias e sais inorgânicos.

FIGURA 11 - BASES INORGÂNICAS (CLASSIFICAÇÕES)

Quanto ao número de íons hidróxido

Classificação	Nº de hidróxido (OH^-)	Exemplos
Monobase	1	NaOH , KOH
Dibase	2	Ca(OH)_2 , Zn(OH)_2
Tribase	3	Al(OH)_3 , Fe(OH)_3
Tetrabase	4	Pb(OH)_4 , Sn(OH)_4

Quanto à força (grau de dissociação)

Classificação	Grau de dissociação ($\alpha\%$)	Ocorrência	Exemplos
Fortes	$\alpha\% = 100\%$	Hidróxidos de metais alcalinos (grupo 1) e alcalinoterrosos (grupo 2)	LiOH , NaOH , KOH , Ca(OH)_2 , Sr(OH)_2 , Ba(OH)_2
Fracas	$\alpha\% < 5\%$	Demais hidróxidos	Fe(OH)_3 , Cu(OH)_2

FONTE: LISBOA, et al (2016, p. 208).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que as teorias ácido-base mais trabalhadas na educação básica são as de Arrhenius, Bronsted-Lowry e de Lewis, fundamentais como requisitos para diversos assuntos de química. Como foi visto, existe um amplo caminho e percurso histórico por trás dessas definições já explanadas em sala de aula. A cadeia de estudiosos que se fizeram presentes nas criações das teorias ácido-base, é extensa, despertando curiosidade no educando.

As análises dos livros “Vivá-química, 2016” e “Ser protagonista química, 2016” da 1ª série do ensino médio, puderam dar uma breve descrição de possíveis abordagens do assunto em aula. O livro da coleção Vivá, utiliza os conceitos fornecidos por Svante August Arrhenius, sua teoria é levada em consideração durante todo o capítulo. Os autores trabalham de forma a contextualizar e fazer associação aos termos. Porém, o processo histórico da construção do conceito não foi propriamente ressaltado, já que é sabido que antes e depois de Arrhenius vários outros estudiosos levantaram hipóteses a respeito do conteúdo.

Assim como o livro transcrito anteriormente, os conceitos de ácidos e bases definidos no volume I da coleção “Ser protagonista”, situam a teoria elaborada por Arrhenius em seu estudo, no decorrer do livro didático, não há nenhum outro resultado de outro estudo sobre o tema. Sua abordagem leva em consideração as características gerais e funcionalidades dessas substâncias inorgânicas.

O livro didático constitui uma ferramenta auxiliar no procedimento metodológico do professor e uma fonte de conhecimentos para os alunos. Os LDs analisados apresentam somente a teoria de Arrhenius, visto que são da 1ª série do ensino médio. O professor não deve utilizar como fonte bibliográfica em seus estudos e planejamentos de suas aulas somente o LD adotado, pois não é favorável para o mesmo obter somente esse meio de ensino. O manuseio deste material didático e eficiência está diretamente ligado ao procedimento metodológico que o docente terá em âmbito educacional, podendo utilizar o recurso didático como material auxiliar junto a outros recursos, trabalhando com os alunos além daquilo que pode ser visualizado no LD, já que uma grande parte do conteúdo não é abordado no material.

Portanto, é inegável que o livro é auxílio de grande utilidade no ambiente acadêmico, porém, os livros “Vivá-química” e “Ser protagonista química” não abordam o processo histórico de formulação dos conceitos de ácidos e de bases, podendo ocasionar ausência em curiosidades que os discentes poderiam ter se tivessem um conhecimento mais profundo

sobre o processo histórico dos conceitos ácido-base. Contudo, essas perspectivas podem desencadear outras pesquisas que visem maneiras que ajudem os alunos a suprir essa falta em questão.

REFERÊNCIAS

BRASIL, RESOLUÇÃO Nº 12, DE 7 DE OUTUBRO DE 2020. Disponível em: <
https://www.google.com/url?q=https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-12-de-7-de-outubro-de-2020-282473491&sa=U&ved=2ahUKEwjunZ_ik-f0AhU2GbkGHQ2_DMYQFnoECCcQAQ&usg=AOvVaw0EnULchyXTp0SaukzmF_je> . Acesso: em 29 nov. 2021.

CHAGAS, A. P. O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX. São Paulo. **QUÍMICA NOVA**, p. 126-136, 2000.

_____. Teorias ácido-base do século XX. **QUÍMICA NOVA** p. 28-30, maio 1999.

COSTA, et al. O papel do livro didático no processo educativo. In: IV CONEDU, Fortaleza, 2017.

Disponível em:

<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/37844> >. Acesso em: 20 de nov, 2021.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa, coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009..

FIGUEIRA, A. C. M. **Investigando as concepções dos estudantes do ensino fundamental ao superior sobre ácidos e bases**. 2010.p. 78. Dissertação de mestrado Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2010. FIGUEIRA, 2010

FREITAS, E.T.G de. **Abordagem dos conceitos ácido-base em livros didáticos de química do ensino superior**. 2018. p. 51. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de ciências da natureza - Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, 2018.

FURTADO, A. G. et al. Educação básica: ensino fundamental e o livro didático. In: XI Congresso Nacional de Educação - EDUCERE, 2013, Curitiba, p. 896-906. Disponível em;

<https://www.google.com/url?q=https://educere.bruc.com.br/CD2013/pdf/7079_5675.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwj7mqG65ef0AhUbGbkGHb0lChMQFnoECAcQAQ&usg=AOvVaw2TN0CuHstq0RihBxJsnwKz>. Acesso em:30 nov. 2021.

LISBOA, J. C. F. et al. **Ser protagonista-química** volume I.. 3. ed, Lia Monguilhott Bezerra 2016.

MARQUES, L. C da S. et al. Ácidos e bases: uma análise crítica e metodológica a partir do uso de livros didáticos. Curitiba. **Educación Química**, n. 4. p. 2-10, abr. 2017.

NOVAIS, V. L. D de.; ANTUNES, M. T. **Vivá - Química**: volume I: ensino médio. 1. ed. Curitiba: Positivo, 2006.

PAIK, S.-H. Understanding the Relationship Among Arrhenius, Brønsted-Lowry, and Lewis Theories. *Journal of Chemical Education*, v. 92, n. 9, p. 1484-1489, 2015.

PINHEIRO, B. C. S.; BELLAS, R. R. D.; SANTOS, L. M dos. Teorias ácido-base: aspectos históricos e suas implicações pedagógicas. In; XVIII ENEQ, Florianópolis, 2016. Disponível em: <<https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0925-1.pdf>>. Acesso em: 05 de jan. 2022.

SANTOS, S. M de O. **Critérios para avaliação de livros didáticos de química para o ensino médio**. 2006. p. 95. Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências - Área de concentração “Ensino de química”, pelo programa de pós-graduação em ensino de ciências na Universidade de Brasília, Curitiba. 2006.

SINGH, A. Corrosion. BoD – Books on Demand, 2020.

SOUZA, F de M.; ARICÓ, E. M. Mapa cronológico da evolução das definições ácido-base: um potencial material de apoio didático para contextualização histórica no ensino de química. **Educación Química**, n. 28. p. 2-10, 2017.

_____. Teorias ácido-base no século XX e uma análise reflexiva do trabalho científico. **Educación Química**, p. 211-216, 2017.

SOUZA, C. R.; SILVA, F. C. Discutindo o conceito das definições de ácido e base. São Paulo. **Qnesc**. vol. 40. n. 1. p.14-18, fev. 2018.

_____. Uma sequência investigativa relacionada à discussão do cotidiano do conceito de ácido e base. São Paulo. **Qnesc**. vol. 40. n. 4. p. 276-286, nov. 2018.

TEIXEIRA, R de F. B. Significados do livro didático na cultura escolar. In: X Congresso Nacional de Educação - EDUCERE, Curitiba, 2011, p. 9426,

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. . **Ciência e educação**, v. 18, n. 2. p. 291-308, 2012.

XAVIER, I. L.; et al. O ensino de ácidos e bases e a ideia de concepções alternativas: um olhar para a abordagem no ensino de química. 2020. SOCIEDADE 5.0: EDUCAÇÃO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMOR. RECIFE. VII COINTER PDVL, 2020. Disponível em: <<https://cointer.institutoidv.org/smart/2020/pdvl/uploads/1174.pdf>> Acesso em: 8 agos. 2021.

WEIT, C. D. Análise das contribuições da história da ciência em livros aprovados no PNLD-2018 acerca do conteúdo ácido-base. 2017. Trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina de trabalho de diplomação, do curso superior de Licenciatura em química - UTFPR, 2017.