



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

GABRIELLY SIMÕES FERREIRA

ABORDAGEM DA HISTÓRIA DA QUÍMICA NAS TEORIAS
ÁCIDO BASE NOS LIVROS DIDÁTICOS DO PNLD 2018

2023, RECIFE

GABRIELLY SIMÕES FERREIRA

**ABORDAGEM DA HISTÓRIA DA QUÍMICA NAS TEORIAS
ÁCIDO BASE NOS LIVROS DIDÁTICOS DO PNLD 2018**

Monografia apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de licenciada em química.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Silva Leite

2023, RECIFE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F383a FERREIRA, GABRIELLY SIMÕES
Abordagem da História da Química nas Teorias Ácido Base nos Livros Didáticos do PNLD 2018 / GABRIELLY SIMÕES FERREIRA. - 2023.
47 f. : il.
- Orientador: Bruno Silva Leite.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, , Recife, 2023.
1. Teorias ácidos e bases. 2. Livro Didático . 3. História da Química. 4. História da Ciência . I. Leite, Bruno Silva, orient. II. Título

CDD

GABRIELLY SIMÕES FERREIRA

**ABORDAGEM DA HISTÓRIA DA QUÍMICA NAS TEORIAS
ÁCIDO BASE NOS LIVROS DIDÁTICOS DO PNLD 2018**

Monografia apresentado a Coordenação do Curso de
Licenciatura em Química do Departamento de
Química da Universidade Federal Rural de
Pernambuco.

Aprovada em 20 de setembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno Silva Leite – Orientador
DEd/UFRPE

Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva – 1º avaliador
DQ/UFRPE

Prof. Dr. José Euzébio Simões Neto – 2º avaliador
DQ/UFRPE

Dedico este trabalho a memória do meu amado pai, que infelizmente me deixou no ano de 2020. Sei que um dia nos encontraremos novamente, não sei o dia e a hora, mas sei o lugar.

Eternas Saudades, Pai!

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Gilson e Patrícia, pelo apoio e incentivo, investimento carinho e crédito durante toda essa jornada.

Aos meus irmãos, Grazielly e Gilson, por me apoiarem sempre que precisei, por nunca me deixar desistir, por todo suporte que sempre me ofereceram, obrigada por serem os melhores sempre. A minha vó Eva e minha tia Elza pelo incentivo em todos os momentos.

Ao meu amigo Reobe por todo apoio durante a graduação, pela imensa ajuda que sempre me deu, por estar presente sempre que precisei, obrigada. Ao meu amigo e irmão Emmanoel que sempre me foi muito solícito, obrigada por nunca ter soltado minha mão. Aos meus amigos Jeane, Ester, Thiara, Larissa e Fernando, por não me deixarem desistir, pelas palavras, pelas preocupações, pela ajuda e carinho a mim oferecido.

A todos os meus amigos do curso e do Departamento de Química que em algum momento passaram pela minha vida me auxiliando e dando forças durante a graduação.

Ao meu orientador professor Bruno Leite, pelo acolhimento, apoio, orientações, conselhos, ajuda e paciência que teve comigo. Sou muito grata por toda sua compreensão.

A professora Maria José, minha primeira orientadora, com quem evolui muito ao longo do curso. Aos professores Wagner Eduardo e Mônica Belian, agradeço pelo aprendizado e ensinamentos, ao professor João Rufino pela atenção e carinho que sempre teve comigo, obrigada, em especial ao professor Euzébio Simões, pela imensa ajuda, carinho e apoio que recebi para concluir essa etapa, e, a todos os meus professores do curso que contribuíram para minha formação quanto docente.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, por todo apoio desde a gestão até a coordenação e departamentos.

À banca examinadora, que gentilmente aceitou o convite para participar da minha defesa e pelas importantes contribuições.

RESUMO

Os conceitos ácidos e bases são de grande interesse na química, no entanto, a abordagem desse tema está sendo vista de forma distorcida sem considerar o contexto do seu desenvolvimento, o que acaba provocando generalizações em seu entendimento, o que causa uma má compreensão desses conceitos por parte dos alunos. Uma das principais generalizações está na abordagem encontrada nos livros didáticos, que não levam em consideração o contexto histórico no qual esses conceitos foram inseridos, assim, vale a importância da avaliação da história da ciência nos livros textos de Química como uma forma de auxiliar o ensino desses conceitos. Os ácidos e bases são conhecidos desde a antiguidade e, ao longo do tempo, estudiosos tentaram defini-los, uma consequência disso, foram as grandes contribuições científicas para as ciências, como as de Boyle, Joseph Black, Lavoisier, e muitos outros nomes, até chegar as definições mais atuais para os ácidos e bases. Assim o objetivo deste trabalho é avaliar a inserção da história da Ciência no conteúdo de ácidos e bases nos livros didático de Química do PNLD 2018. A metodologia para a avaliação das obras consistiu em três categorias: Quantidade de conteúdos históricos, forma de abordagem e qualidade das informações históricas. Além de analisar quatro critérios: histórias anedóticas; linearidade, ausência do contexto histórico mais amplo e consensualidade. Dentre os livros avaliados alguns não apresentam conteúdo histórico, os que apresentam, em sua maioria, está colocado de forma mínima e pouco satisfatória. Em apenas uma das obras o conteúdo histórico satisfaz, em relação a inserção de história da química no ensino dos conceitos ácido/bases, além das visões distorcidas sobre ciência aparecerem com frequência nos LDQ do PNLD 2018. O PNLD aponta a história da Ciência como uma característica fundamental que deve ser incluída nos livros didáticos, porém, isso não ocorre de forma satisfatória e, apesar de haver definições mais amplas em relação ao tema, as definições de Arrhenius são as mais utilizadas ou a única abordada nos livros textos de química do PNLD 2018.

Palavras-chave: Teorias Ácidos e Bases, Livro Didático, História da Química, História da Ciência.

ABSTRACT

The concepts of acids and bases are of great interest in chemistry, however, the approach to this topic is being seen in a distorted way without considering the context of its development, which ends up causing generalizations in its understanding, which causes a misunderstanding of these concepts. by the students. One of the main generalizations is the approach found in textbooks, which do not take into account the historical context in which these concepts were inserted, thus, the importance of evaluating the history of science in Chemistry textbooks is worth considering as a way of aiding teaching. of these concepts. Acids and bases have been known since antiquity and, over time, scholars tried to define them, a consequence of which were the great scientific contributions to the sciences, such as those of Boyle, Joseph Black, Lavoisier, and many other names, until reaching the most current definitions for acids and bases. Therefore, the objective of this work is to evaluate the inclusion of the history of Science in the content of acids and bases in the PNLD 2018 Chemistry textbooks. The methodology for evaluating the works consisted of three categories: Quantity of historical content, approach and quality of historical information. In addition to analyzing four criteria: anecdotal stories; linearity, absence of the broader historical context and consensuality. Among the books evaluated, some do not present historical content, and those that do, for the most part, are presented in a minimal and unsatisfactory way. In only one of the works does the historical content satisfy, in relation to the inclusion of the history of chemistry in the teaching of acid/base concepts, in addition to the distorted views on science appearing frequently in the LDQ of the PNLD 2018. The PNLD points to the history of Science as a fundamental characteristic that must be included in textbooks, however, this does not occur satisfactorily and, despite there being broader definitions regarding the topic, Arrhenius' definitions are the most used or the only one covered in PNLD chemistry textbooks. 2018.

Keywords: Acids and Bases Theories, Textbook, History of Chemistry, History of Science.

LISTA DE ABREVIACOES

HC – História da Ciência

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio

PNLD – Plano Nacional do Livro Didático

LD – Livro Didático

LDQ – Livro Didático de Química

EM – Ensino Médio

CNLD - Comissão Nacional do Livro Didático

INL – Instituto Nacional do Livro

GLD – Guia do Livro Didático

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 A História da Química Contribuindo Para a Compreensão da Natureza da Ciência	12
2.2 Construção dos Conceitos Ácidos e Bases Através da História da Ciência.	15
2.2.1 <i>Teoria de Arrhenius</i>	19
2.2.2 <i>Teoria dos Sistemas Solventes</i>	22
2.2.3 <i>Teoria Protônica</i>	22
2.2.4 <i>Teoria Eletrônica</i>	24
2.2.5 <i>Relação Conceitual e Ontológica</i>	25
2.3 O Livro Didático	26
3 METODOLOGIA	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Obra A: Química	31
4.2 Obra B: Química	31
4.3 Obra C: Química Cidadã	32
4.4 Obra D: Ser Protagonista Química	32
4.5 Obra E: Vivá – Química	33
4.6 Obra F: Química	34
4.7 Implicações pedagógicas do contexto histórico veiculada nos livros didáticos de química do PNLD 2018.	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	43

1 INTRODUÇÃO

A química é uma ciência que por muitas vezes, é vista de forma distorcida provocando generalizações que levam a um mau entendimento da natureza da Ciência, levando em consideração que a maioria dos estudantes irão ter contato com essa disciplina ao final do Ensino Fundamental ou apenas no Ensino Médio (EM), existe a necessidade de estimular os alunos a interpretar e relacionar os conceitos científicos com aspectos significativos a realidade (OLIVEIRA, et al; 2016).

Ácidos e bases são conceitos de especial interesse na Química, cuja história remonta a períodos anteriores à própria institucionalização dessa Ciência, e que, ao longo do tempo, têm sido definidos a partir de diferentes referenciais químicos (NUNES, et al; 2016). As definições ácido/base estão inseridos no nono ano do Ensino Fundamental II, ou no primeiro ano do Ensino Médio, exatamente onde a maior parte dos alunos irão ter o primeiro contato com teorias científicas, o que gera uma certa dificuldade no processo de ensino e aprendizagem por parte dos alunos. Souza e Silva (2017) afirmam que uma dessas dificuldades está relacionada com a abordagem empregada nos livros didáticos (LD), que apesar de ser um dos principais materiais de apoio para os estudantes e professores, aborda os principais conceitos relacionados as teorias ácido/base de forma cumulativa e linear sem levar em consideração o contexto original no qual elas foram desenvolvidas e ainda que essas definições estejam presentes na maioria dos LD de Química do EM, suas abordagens em sala de aula estão limitadas a reprodução dos conteúdos dos livros, que, além de serem apresentadas como produto acabado, indiscutível e neutro acaba provocando o que Pérez et al. (2001); Souza e Aricó (2016), caracterizam como as 7 visões distorcidas de Ciência, são elas, visão descontextualizada, visão individualista e elitista, visão empírico-indutivista e atórica, visão aproblemática e ahistórica, visão rígida, algorítmica e infalível, visão exclusivamente analítica e visão acumulativa, fazendo com que haja desinteresse por parte dos estudantes em aprender ciência e o trabalho científico. Um caminho para a construção de livros didáticos que quebre com essa lógica de linearidade da Ciência é a inserção da história da ciência (HC) nos conteúdos, a fim de construir uma visão não ingênua da atividade científica (MURÇA, et al; 2016).

Uma das principais razões pelas quais os discentes não compreendem Química se deve ao fato, destes não verem lógica em estudar os conceitos científicos, entendendo-a como uma Ciência complexa e abstrata à sua realidade. Isso acontece porque os alunos não refletem sobre a natureza, origem e contexto histórico da química no desenvolvimento da sociedade, de modo

a perder a capacidade de refletir a Química de forma holística e humanística (MACHADO; WAGNER; GOI, 2014).

Segundo Siqueira e Leite (1988), a HC pode contribuir para que os alunos se sintam mais à vontade para apresentar suas próprias ideias sobre o mundo, debater e avaliar, melhorando assim a comunicação na sala de aula e facilitando o papel mediador do professor para que haja uma construção mais coerente dos conceitos por parte dos estudantes. Buza et al (2012) afirmam que a HC pode contribuir para haja uma melhora nas aulas, pois que permite inserir os conceitos científicos dentro de uma realidade humana para que se possa construir aspectos importantes de se trabalhar o conhecimento científico.

Segundo Martins (2006), a história da Ciência tem sido abordada de maneira inadequada em livros e artigos, pois existe pouca especialização de escritores que leve ao aprofundamento à real história da Ciência, criando uma incerteza de que aquele livro seja confiável para sua leitura. Assim como Murça et al (2016), destacam que devemos pesquisar não apenas sua inclusão, mas as concepções de história que estão sendo veiculadas nesses materiais, pois ainda faltam análises críticas do tipo de abordagem histórica da Ciência que deve ser trabalhada nos diferentes níveis de escolaridade. Sendo um importante instrumento de ensino para que os professores desenvolvam o seu trabalho, o LD serve como parâmetro para construção de currículos, de tal modo vale a importância de sua investigação.

Santos (2006) e Murça e colaboradores (2016) relatam a importância em investigar o LD se deve a sua acessibilidade e ampla utilização tanto pelos alunos quanto pelos professores, no qual seu uso assume importância diferente a depender das condições, lugares e situações em que ele é produzido e utilizado na esfera escolar.

O LD, no âmbito do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), tem sido continuamente aperfeiçoado para trazer não apenas os conteúdos escolares, mais para auxiliar na construção de estratégias didático-pedagógicas para o seu ensino (GUIA DO PNLD, 2018).

O PNLD é executado pelo Governo Federal e tem por objetivo fornecer as escolas das redes federal, estadual e municipal e as entidades parceiras do programa Brasil Alfabetizado com obras didáticas de qualidade. Através deste programa, que existe desde 1929, o governo distribui livros de todas as disciplinas presentes no currículo aos estudantes de Ensino Fundamental e Médio das escolas da rede pública. Este programa não se restringe apenas à distribuição de obras aos estudantes, ele também é responsável também pela seleção de livros adequados e que atendam às exigências metodológicas de ensino e aprendizagem que cada

disciplina impõe, sendo uma das características importantes no ensino de Química, elencada no PNLD 2018, a história da Química (JADIM e COELHO, 2010).

O LD tem sido um dos materiais didáticos mais utilizados em sala, assim o presente trabalho tem como objetivo analisar como a história da Ciência está sendo inserida nos livros de química do PNLD 2018, já que a HC vem a ser uma aliada importante para minimizar as dificuldades enfrentadas pelos discentes no ensino de Química e no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos ácido/base. Nessa perspectiva como a HC está vinculada na coleção de livros texto de Química aprovados no PNLD 2018 em relação ao tema ácidos e bases?

De modo a responder a esta pergunta, esta pesquisa terá como objetivo geral *analisar a abordagem do tema ácidos e bases nos livros do PNLD 2018, com relação a abordagem histórica dos conceitos*. E como objetivos específicos:

- Identificar as possíveis visões deformadas relacionadas a inserção da história da ciência nos livros textos de química do PNLD 2018;
- Discutir como a contextualização desses conteúdos está ligada à história da ciência nos livros textos de química do PNLD 2018;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Química tem uma história interessante entre as Ciências, pois suas origens místicas, artes e práticas fazem parte do seu histórico, tornando necessário estudar o passado para compreender a evolução da Ciência, de tal modo a inclusão da história da Ciência no ensino de Química se justifica pela própria razão, da evolução da história da humanidade, considerando que ela socializa, humaniza e contribui para a compreensão do conceito científico (ZABOT, 2014).

2.1 A História da Química Contribuindo Para a Compreensão da Natureza da Ciência

A educação científica procura dar meios para que os estudantes possam interpretar o mundo de acordo com o olhar científico, manipulando os conceitos, leis e procedimentos da Ciência quando enfrentam algum problema. Ela ainda permite que os alunos sejam capazes de identificar aspectos históricos, filosóficos, sociais e culturais das Ciências, alcançar melhor compreensão de aspectos da natureza da Ciência; melhorar a atitude dos estudantes em relação à ciência, motivando-os; envolver os alunos em debates históricos para promover a competência em usar argumentos estruturantes; e desenvolver metacognição, aumentando a capacidade de aprender sobre os processos de pensamento a partir do envolvimento em debates históricos (DAMASI; PEDUZZI, 2017; TEIXEIRA et al; 2009).

Desta forma a interpretação do mundo através do conhecimento químico não deve ser visto como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, pois, gera uma visão simplista do trabalho científico que tem ocasionado a apropriação e transmissão, pelo professor, de distorções da Ciência, mas sim como uma construção da mente humana, em contínua mudança (CACHAPUZ et al; 2011).

Segundo Gil-Pérez et al; (2001), listam sete visões deformadas da Ciência as quais impedem a verdadeira compreensão do trabalho para a construção do conhecimento científico, estas deformações são descritas como: Uma *visão descontextualizada*, que implica em considerar a Ciência como socialmente neutra, a qual não leva em consideração as dimensões essenciais para desenvolvimento dela; uma *visão individualista e elitista*, que aponta o trabalho científico como algo realizado por gênios isolados, que ignoram o trabalho coletivo entre equipes tão essencial para o desenvolvimento das pesquisas; *visão ateórica*, esta visão “defende o papel da observação e da experimentação neutra”, na qual não evidencia a importância da

elaboração de hipóteses a partir das teorias; *visão rígida, algorítmica e infalível*, confere uma visão simplista que concede ao método científico uma forma infalível de fazer Ciência, em que as observações e experiências rigorosas contribuem para exatidão dos resultados; uma *visão aproblemática e ahistórica* da Ciência, visto que ignora os problemas estabelecidos para o desenvolvimento da Ciência, o que faz “com que os conhecimentos apareçam como construções arbitrárias”; *visão exclusivamente analítica*, pautada na simplificação e no controle rigoroso de condições preestabelecidas que afastam o processo científico da realidade, ou seja, os cientistas optam por problemas resolúveis e conscientemente ignoram algumas das características da situação estudada, quando na formulação de hipóteses ou modelos e uma *visão acumulativa*, que consiste em apresentar o desenvolvimento da Ciência de forma linear, a qual ignora as crises e reformulações que se fizeram presentes para construção da Ciência (CACHAPUZ et al, 2011; COSTA, et al, 2017).

Nesse contexto a inclusão da História da Ciência no ensino tem razões que se fundamentam na Filosofia e Epistemologia e a própria concepção de Ciência adotada interfere na seleção e abordagem dos conteúdos. Considera-se que a incorporação de um maior conteúdo de História, Filosofia e Sociologia da Ciência nos currículos pode contribuir para a humanização do ensino científico, facilitando a mudança de concepções simplistas para posições mais relativistas e contextualizadas sobre esse tipo de conhecimento (OKI; MORADILLO, 2008; LUFFIEGO et al, 1994; HODSON, 1985).

A História da Química, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos (PCN, 2000).

O PNLD (2018), ressalta a importância da inserção da História da Química nos livros. De acordo com o guia, apenas boxes com teorias, seguidas de longas listas de exercícios, presentes nos LD, não garantem aprendizagem, tampouco interesse dos estudantes pela Química e uma das formas de auxiliar os docentes a associar a disciplina com o desenvolvimento humanidade, sociedade, ciência e tecnologia é a inserção de HC no ensino. O guia ainda elenca várias contribuições em relação a história da química nos livros textos:

“[...] Melhor compreensão da natureza da ciência, da relação dos cientistas com a produção do conhecimento químico, das influências políticas para o desenvolvimento da Química e para o entendimento da construção coletiva da ciência e de sua provisoriade, a presença da mulher na produção do conhecimento, o enfrentamento à ideia da ciência como produção individual, a mutabilidade dos modelos explicativos, o reconhecimento da promoção científica em outros centros que não o europeu, a

participação de diferentes grupos étnicos no desenvolvimento dos saberes [...]” (PNLD, 2018, p.12)

A HC pode ser trabalhada tanto como conteúdo em disciplinas científicas quanto como estratégia didática possibilitadora de uma melhor compreensão acerca de conceitos modelos e teorias (MURÇA et al, 2016; MARTINS, 2007).

Levando em consideração a relevância que a HC tem na forma como ela pode contribuir significativamente no ensino de química, pautado nas ideias de Matthews (1995), pois segundo o autor:

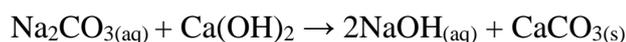
A História da Ciência pode humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo desse modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aulas de ciências, onde fórmulas e equações são recriadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação de professores auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

De modo que ao se utilizar HC no ensino de ciências, os alunos podem verificar como os conceitos científicos atualmente aceitos evoluíram em consequência de uma atividade humana, coletiva e desenvolvida em um contexto sócio-histórico-cultural, que também evoluiu ao longo dos tempos, e assim apreciar o significado cultural e a validação dos princípios científicos a luz do contexto dos tempos em que foram aceitos, porém isso só será possível, se os alunos tiverem oportunidade de refletir sobre o passado para ajudar a compreender o presente e preparar para o futuro numa sociedade científica e tecnologicamente avançada como, cada vez mais, é essa que vivemos (SIQUEIRA; LEITE, 1988).

2.2 Construção dos Conceitos Ácidos e Bases Através da História da Ciência.

Na antiguidade as substâncias ácidas e básicas já eram conhecidas pelos egípcios, que dominavam a fermentação alcoólica e acética para a produção de vinho e vinagre. Nessa mesma época Caio Plínio, ou Plínio, o velho, faz classificação dos tipos de água em sulfurosas, ácidas, ferrosas e salinas. Esse naturalista romano teria vivido entre 23 e 79 D.C. Sua obra *Naturalis História*, na qual faz a menção aos tipos de águas ácidas foi publicado entre os anos de 77 e 79 (SZABADVARY, 1966; NUNES et al, 2016). Segundo Chagas (2000) ele menciona a caustificação da soda que é a reação entre o carbonato de sódio (soda ou barrilha) e a cal (hidróxido de cálcio), em solução aquosa, precipitando carbonato de cálcio e ficando uma solução de hidróxido de sódio, como mostra a equação 1.

Equação 1.



Os termos ‘ácido’ e ‘sal’ datam da Antiguidade, ‘álcali’, da Idade Média e ‘base’ do século XVIII (CHAGAS, 1999). Os ácidos sulfúrico, clorídrico e nítrico já eram conhecidos na Idade Média. Esses ácidos foram isolados pela primeira vez no início dos anos 1200. O nome ácido é derivado do latim *acer*, “*agudo, azedo*”, e está relacionado ao gosto azedo de algumas substâncias (SILVA, 2018). Já termo alcalino se origina da palavra árabe *al qaly*, que significa cinza de plantas; o potássio era obtido a partir das cinzas, também existiam outras fontes naturais para a obtenção de álcalis (SILVA; SANTIAGO, 2012). A expressão base foi introduzida pelo francês Henri Louis Duhamel du Monceau, em 1736, sendo depois adotado e popularizado em 1754 por Guillaume François Rouelle (CHAGAS, 2000).

No século XVII, existia uma confusão geral em relação à classificação das substâncias e uma das tentativas de classificação era a teoria ácido-alcalino, elaborada por Van Helmont que por meio de analogias, que pretendia unificar a química e a fisiologia (SILVA; SANTIAGO, 2012).

Otto Tachenius (1644-1699), baseado na teoria do ácido-alcalino, publica em seus trabalhos que as propriedades e o comportamento das substâncias estavam ligados à sua acidez ou alcalinidade. Porém ele não definiu de forma satisfatória essas substâncias, pois suas sugestões se restringiam ao contato entre ácidos e bases provocar efervescência.

Robert Boyle (1627-1691), em 1664, publica, na Inglaterra, o livro "Experimental History of Colours", no qual relata seu trabalho com as substâncias coloridas, cujas cores se

alteram com a presença de ácidos ou álcalis. Dentre as substâncias estudadas por ele estão o tornassol e o corante vermelho extraído do pau-brasil, Brazilwood, (RHEINBOLDT, 1988).

Boyle, em sua obra de 1675, fez uma crítica a teoria do ácido-alcálico. Ele se opôs à forma de como termos “ácido” e “base”, eram frequentemente utilizados, ressaltou que a efervescência não representava um bom teste de acidez, uma vez que também era um teste para a alcalinidade e questionava se os metais eram ácidos ou bases. Boyle teve grande contribuição para a química de ácidos e bases com o desenvolvimento dos indicadores através de experimentos com extratos de plantas. Ele descobriu que o xarope de violetas ficava vermelho quando se adicionavam ácidos, e verde, com bases. Esse fato associado a resultados experimentais possibilitou a proposição de uma classificação de soluções ácidas, básicas e neutras (SOUZA; SILVA, 2017; KOUSATHANA et al; 2005).

A partir dos trabalhos de Boyle, publicações sobre o uso de extratos de plantas como indicadores, tornaram-se frequentes. Os extratos mais utilizados nesta época eram os de violeta e de um líquen, *Heliotropium triccoccum*, “litmus” em inglês e “tournesol” em francês. Em 1775, Bergman escreveu que extratos de plantas azuis são mais sensíveis aos ácidos, ou seja, possuem uma variação gradual de cor, que pode diferenciar ácidos fortes de fracos. Por exemplo, ácido nítrico torna o extrato vermelho, já o vinagre (contém ácido acético em sua composição) não. E quando se trabalha com extrato de litmus, esta mudança gradual de cor para ácidos de diferentes forças não é observada (TERCI; ROSSI, 2002).

Segundo Souza e Silva (2017) o conceito de ácidos fortes e fracos foi estabelecido no século XVII. Os termos forte e fraco foram cominados à propriedade de um ácido forte para deslocar um ácido mais fraco de seus sais.

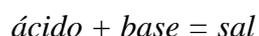
Segundo Chagas (2000) no século XVII, já se conhecia a reação:

Equação 2.



Com a popularização do termo base significando os álcalis (Na_2CO_3 , K_2CO_3 , NaOH), as terras (CaO , MgO) e os metais (Fe e Zn) por Rouelle, conseqüentemente passou a se ter:

Equação 3.



No século XVIII o trabalho de Joseph Black sobre os álcalis foi de grande importância para o estabelecimento da Química moderna. O objeto de pesquisa de Black foi a produção e uso de remédio para o tratamento de acidez estomacal e dissolução de cálculos renais, e o composto estudado foi a magnésia alba (carbonato hidratado de magnésio). Uma das consequências dos estudos de Black sobre a alcalinidade foi a contestação da teoria do fogo elaborada pelo químico alemão Johann Friedrich Meyer em 1764, no entanto, o que mais chamou atenção e levou a importantes aberturas no estudo da Química foi o nascimento da química pneumática, abrindo caminho para a criação de novas teorias. Até meados do século XVIII, não havia uma conceituação concisa do que eram os ácidos, bases e nem os sais. O que havia era uma tentativa de identificar tais compostos baseados nas propriedades macroscópicas (SICCA; GONÇALVES, 2002).

Antoine Lavoisier (1743-1794) sugeriu definir ácido e base e sua estrutura química (NUNES et al; 2016). Em 1789, ele afirmava que "o oxigênio é o princípio acidificante" a partir de seus estudos sobre a formação do ácido carbônico pela combustão do carvão e do diamante, assim como as dos ácidos sulfúrico e fosfórico pelo enxofre e fósforo. Em outras palavras, dizia que todo ácido deveria ter oxigênio (SILVA; SANTIAGO, 2012; SOUZA; SILVA, 2017).

Com os experimentos desenvolvidos por Lavoisier ao longo de 1777, ele concluiu que o "ar eminentemente respirável" é o princípio constituinte da acidez. Um princípio trivial a todos os ácidos, e por isso recebeu a denominação de "oxigênio", do grego formador de ácidos. E já que a combustão envolve o oxigênio, todo produto gerado por ela deveria dar origem a um ácido, os ácidos seriam "óxidos aquosos" para Lavoisier (SILVA; SANTIAGO, 2012).

Anos mais tarde, essa definição foi refutada por Claude L. Berthollet ao indicar que o ácido prússico (HCN) não possuía oxigênio. Apesar disso, por se tratar de um ácido fraco, a maior parte dos químicos da época considerou que este não seria um ácido verdadeiro e, logo, mantiveram sua confiança na formulação de Lavoisier. No entanto Humphry Davy (1810), descreve vários ácidos que não apresentavam o oxigênio: HCN, H₂S, HCl etc., e então esse conceito perde adeptos (JESSEN, 1994).

Justus von Liebig (1803-1873), utilizando as ideias de Davy sobre o papel do hidrogênio em ácidos, propôs que um ácido era uma substância contendo hidrogênio, no qual esse pode ser substituído por um metal (SOUZA; SILVA 2017).

Segundo Chagas (2000), no século XIX, em contestação a teoria do princípio acidificante Ure e Liebig descreveram em seus trabalhos:

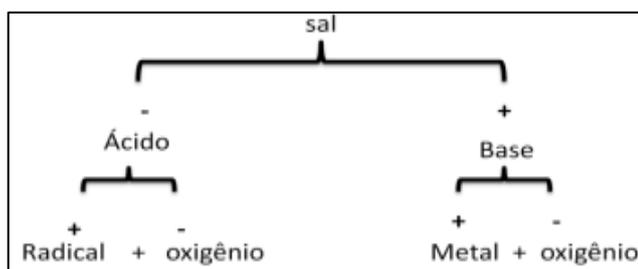
A. Ure, em 1823: "...Não há um princípio [elemento] acidificador, nem critério absoluto da escala de força entre os diferentes ácidos ... [acidez e alcalinidade dependem mais] do modo como os constituintes estão combinados que da natureza dos constituintes em si" (JESSEN, 1994, Apud CHAGAS, 2000, p.128).

J. Liebig, em 1838: "Ácidos são compostos de hidrogênio, nos quais o hidrogênio pode ser substituído por metais" (JESSEN, 1994, Apud CHAGAS, 2000, p.128).

Essas duas posições irão permear as discussões ácido-base no século XX. Nesta época ainda não tinha uma definição teórica correspondente para bases. Elas eram identificadas de forma empírica, como substâncias que neutralizam ácidos e possuíam cores diferentes dos ácidos em contato com indicadores.

Segundo Silva e Santiago (2012), na primeira metade do século XIX, Jons Jacob Berzelius usou o dualismo eletroquímico para definir ácidos e bases. Berzelius e William Hisinger mostraram que sais em solução são decompostos pela corrente elétrica em bases, que vão para o polo negativo e, conseqüentemente, parecem transportar uma carga positiva, e os ácidos, que vão para o polo positivo e parecem ter uma carga negativa. Essa concepção ficou associada a polaridade elétrica. Bases eram óxidos eletropositivos e ácidos óxidos eletronegativos, conforme a Figura 1.

Figura 1: Esquema sobre a concepção de polaridade elétrica segundo Berzelius.



Fonte: Souza e Santiago, (2012).

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

Pode-se dizer que a Química do século XX começa com a *teoria de Arrhenius* (1887), que surgiu como parte da *Teoria da Dissociação Eletrolítica* e que abrangeu muitos fatos conhecidos e possibilitou o surgimento de várias linhas de pesquisa (CHAGAS, 2000).

As principais teorias do século XX, cronologicamente em relação a seu surgimento, são as teorias de Arrhenius (1887), dos sistemas solventes (1905), protônica (1923), eletrônica (1923), de Lux (1939), de Usanovich (1939) e ionotrópica (1954), sem esquecer as críticas de Werner (CHAGAS, 1999).

2.2.1 Teoria de Arrhenius

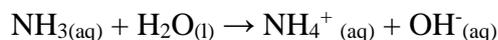
Arrhenius nasceu em Vik (Suécia), em 1859. Desde muito jovem distinguiu-se por um especial predisposição para Matemática, Física e Química. Ele finalizou sua tese de doutorado na Universidade de Estocolmo sob a direção do professor Erik Edlund (LÓPEZ; DOMINGUES, 1992).

A definição de Arrhenius apresenta contribuição do extremismo associado a J. V. Liebig com relação à definição de ácidos, por limitar ácidos apenas às espécies que em solução aquosa liberam íons hidrônio (SOUZA; ARICÓ, 2016).

Em 1887 Arrhenius publicou a Teoria Química dos Eletrólitos, no qual os eletrólitos consistiam em moléculas ativas e inativas. No entanto, apenas as ativas conduziam eletricidade e que eram na realidade os eletrólitos, ou seja, essas poderiam se decompor quando dissolvidas em água formando os eletrólitos. Determinou o coeficiente de atividade e que a lei da ação das massas poderia ser aplicada às reações iônicas, íons poderiam ser formados sem a necessidade de corrente elétrica e os íons poderiam se movimentar sem a ação do campo elétrico. Fez cálculos que determinaram a constante de dissociação dos ácidos e bases relacionando com as forças destes (GAMA e AFONSO, 1996).

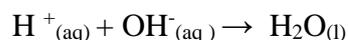
Assim segundo Arrhenius ácido é todo composto que contém hidrogênio e reage com a água para formar íons hidrônio. Por exemplo HCl é um ácido de Arrhenius, pois libera íons H_3O^+ quando dissolvido em água, porém CH_4 não é um ácido pois não libera íons hidrônio na água. E Base é um composto que produz íons hidróxido (OH^-) na água. O NaOH por exemplo é uma base de Arrhenius porque íons OH^- são liberados para a solução quando dissolvida, a amônia também se enquadra nessa definição, já que íons OH^- são produzidos pela reação com a água (ATKINS; JONES, 2001).

Equação 4.



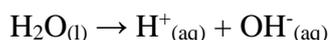
A neutralização seria a reação entre os íons H_3O^+ e OH^- produzindo água, conforme a equação:

Equação 5.



Arrhenius, em 1887, a partir de cálculos do grau de hidrólise do acetato de sódio determinou-se a constante de dissociação da água pura, Wilhelm Ostwald, em 1893, também determinou essa constante com células de concentração e, no ano seguinte, F. Kohlrausch e A. Heydweiller, por medidas de condutância, chegando a valores do produto iônico entre $1,41 \times 10^{-14}$ a $1,1 \times 10^{-14}$ (GAMA; AFONSO, 1966). Esse é o produto iônico da água (K_w), que foi importante para, posteriormente, estabelecer o conceito de pH.

Equação 6.



Esta teoria foi muito importante, pois além de dar conta de muitos fenômenos já conhecidos, como, explicar a condutividade elétrica das soluções, explicação de certas anomalias nos valores de propriedades coligativas descritas por Jacobus van't Hoff, obtenção da lei de diluição de Ostwald, a equação de Nerst, que relaciona a força eletromotriz das pilhas com a concentração de íons, provocando o desenvolvimento de várias linhas de pesquisa, e contribuiu muito para se estabelecer as bases científicas da Química Analítica. Apesar de todos estes avanços, desde o início a teoria mostrou-se restrita à água, sendo que em alguns casos foi possível estendê-la a outros solventes (como a amônia líquida), mas em outros não. Em sistemas sólidos, como sílica, argilas etc., não havia possibilidade de se aplicá-la (LUDER; ZUFFANTI, 1961; SERVOS, 1990; JESSEN, 1994).

Segundo Jensen (1994) e Chagas (2000), Alfred Werner fundador da Química de Coordenação, entre os anos de 1895 e 1911, fez várias críticas às teorias ácido base: a de Liebig, ainda em uso e a de Arrhenius. Esta última, fora do contexto da dissociação eletrolítica, poderia ser considerada igual à definição de Liebig. Werner chamava a atenção para a semelhança funcional da neutralização com outras reações:

Equação 7.



Equação 8.



Equação 9.

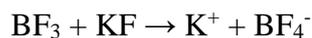


Equação 10.

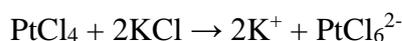


Werner reinterpretou o processo de neutralização, não como uma simples reação de adição, mas como uma reação de transferência, levando à formação de espécies coordenadas. As equações 7, 8, 9 e 10, poderiam ser equacionadas como:

Equação 11.



Equação 12.



Equação 13.



Equação 14.



Segundo Souza e Aricó (2017), Arrhenius era conhecedor das críticas que recebia da comunidade científica sobre vários aspectos do seu trabalho sobre a sua definição de ácidos e bases. Esse ponto de vista pode ser constatado em seu discurso – traduzido por Traesel em sua obra de Potencial Didático das Nobel *Lectures*: o caso de Arrhenius, de 2012:

“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

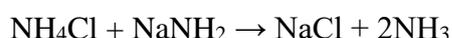
atômica com plena confiança. A situação é exatamente a mesma com relação à dissociação eletrolítica (ARRHENIUS, 1903, apud TRAESEL, 2012, p. 41)”.

Esse fato é relevante por mostrar que o cientista é uma pessoa humanizada, ciente de que suas ideias eram baseadas no seu esforço social e provisórias 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, apoiando a ideia de que alunos podem ser habilitados a produzir Ciência no decorrer de sua formação científica (MATHEWS, 1995).

2.2.2 Teoria dos Sistemas Solventes

Em 1905, E. C. Franklin propôs que a reação entre o cloreto de amônio e amida de sódio (descrita na equação 15) na amônia líquida era uma reação ácido-base, apesar dos íons H_3O^+ e OH^- não estarem presentes e nem haver a formação de água. Esta teoria ficou conhecida como sistema solvente amônia de Franklin, que posteriormente estudada e desenvolvida por vários outros pesquisadores, por generalização da teoria de Arrhenius a vários outros solventes.

Equação 15.

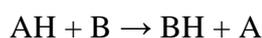


Ácido é tudo que faz aumentar a concentração do cátion característico do solvente e base é o que aumenta a concentração do ânion característico. A neutralização é a formação do solvente a partir desses cátions e ânions característicos (JENSEN, 1996; BELL, 1964).

2.2.3 Teoria Protônica

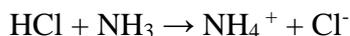
Foi proposta em 1923, independentemente, por T. Lowry (Cambridge) e J. Brønsted (Copenhague), que propuseram que um ácido fosse definido, simplesmente, como qualquer substância capaz de doar um próton a outra substância. Uma base, qualquer substância capaz de receber um próton de outra substância, ou seja, ácido é um doador de prótons e base um receptor de prótons (seria o mesmo que o íon H^+ , o núcleo do hidrogênio, porém esta denominação é melhor, pois ajuda distinguir da teoria de Arrhenius). A reação de neutralização seria uma transferência de prótons entre um ácido e uma base (SILVA; SANTIAGO, 2012).

Equação 16.

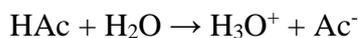


Exemplos:

Equação 17.



Equação 18.

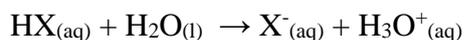


Equação 19.



Observe a reação de um ácido qualquer com água:

Equação 20.

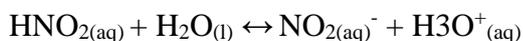


Na reação direta HX doa um próton para H₂O. Logo, HX é um ácido de Brønsted-Lowry, e H₂O é uma base de Brønsted-Lowry. Na reação inversa o íon H₃O⁺ doa um próton para o íon X⁻, logo H₃O⁺ é o ácido e X⁻ é a base. Quando o ácido HX doa um próton, ele abandona uma substância (X⁻), que pode atuar como uma base. Semelhantemente, quando H₂O age como uma base, ela gera H₃O⁺, que pode atuar como um ácido (BROWN et al; 2005).

Um ácido e uma base como HX e X⁻, que diferem apenas na presença ou ausência de um próton, são chamados par ácido-base conjugado. Cada ácido tem uma base conjugada, formada pela remoção de um próton de um ácido (SILVA; SANTIAGO, 2012).

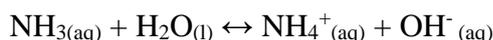
Exemplos:

Equação 21.



Ácido + base ↔ base conjugada + ácido conjugado

Equação 22.



Base + ácido ↔ base conjugada + ácido conjugado

Esta teoria permitiu o desenvolvimento de estudos em sistemas fortemente ácidos (ácido sulfúrico como solvente), em sistemas sólidos, o desenvolvimento de indicadores para

estes meios, estudos de catálise ácido-base, com a respectiva equação de Brønsted, estudos de próton-afinidade em fase gasosa, etc. (JENSEN, 1994; CHAGAS, 2000).

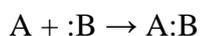
As definições de Bronsted-Lowry, quanto a sua aplicação conceitual, apresentam limitações, pois as definições se aplicam a transferência de prótons. Gilbert N. Lewis afirmou que *qualquer extensão instrutiva do conceito de ácido foi retardada pelo uso de chamar de culto ao próton* (SILVA; SANTIAGO, 2012, p. 75).

2.2.4 Teoria Eletrônica

Em 1923, Gilbert Newton Lewis (1875-1946) sugeriu um esquema de classificação de ácidos e bases dentro de um sistema mais amplo e estabeleceu novos conceitos em 1938. Lewis determinou um ácido como sendo qualquer molécula ou íon com um agrupamento incompleto de elétrons em torno de um de seus átomos. Nessa condição, esse átomo adquire a propriedade de aceitar um par de elétrons de outro átomo, assim o átomo doador, um íon ou molécula, denominado de base de Lewis. O conceito de ácidos como receptores de pares de elétrons incluiu moléculas ou íons que não continham o hidrogênio (SOUZA; SILVA, 2017).

De forma geral temos:

Equação 23.



(Reação genérica de neutralização)

ácido + base \leftrightarrow complexo coordenado, aduto, sal, etc.

A reação fundamental ácido-base, de acordo com a teoria de Lewis, é a formação de uma ligação covalente entre um ácido e uma base. Lewis não se apoiava somente em sua teoria do par eletrônico, mas também nas considerações funcionais de Werner. Lewis estava interessado em uma definição geral de um ácido e uma base que fosse uma definição universal, ou seja, aplicável às substâncias, independentemente do ambiente químico. Ele também voltou sua atenção para algo mais fundamental que o átomo para definir ácidos e bases: os elétrons (KOUSATHANA et al; 2005; CHAGAS, 1999).

A teoria Lewis foi aplicada inicialmente no estudo de reações orgânicas e na Química de Coordenação. Surgiram, então, os termos doador e aceitador e reagentes eletrolíticos e nucleofílicos, cunhados por C. K. Ingold em 1933. Esses termos envolviam não apenas ácidos

e bases, mas também oxidantes e redutores, generalizando assim os próprios conceitos de Lewis, o que não contribuiu para a popularização da teoria (CHAGAS, 1999; CHAGAS, 2000).

Lewis retoma o tema ácido-base em 1938, apresentando uma conferência, no qual especifica os critérios fenomenológicos, ou macroscópicos, para o comportamento ácido base:

- ✓ A reação entre um ácido e uma base, neutralização, é rápida;
- ✓ Um ácido ou uma base pode deslocar um ácido ou uma base mais fraca de seus compostos;
- ✓ Ácidos e bases podem ser titulados um com o outro por meio de indicadores;
- ✓ Ácidos e bases são capazes de atuarem como catalisadores.

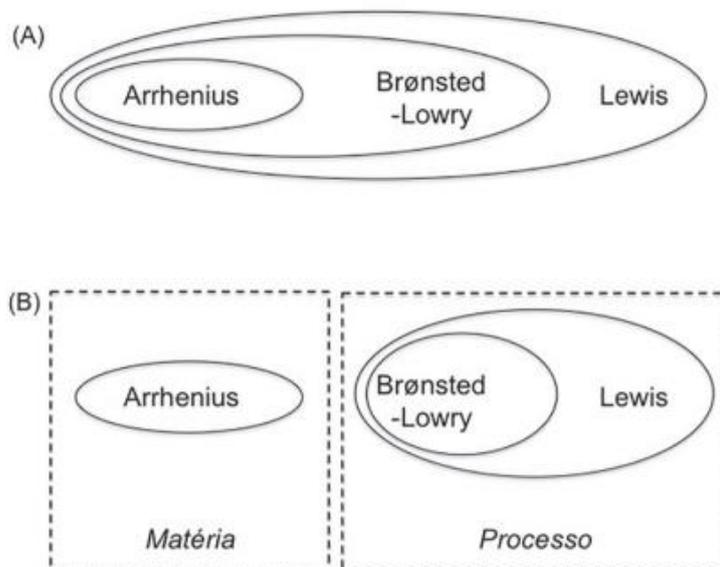
Deste modo Lewis une observações fenomenológicas com a interpretação molecular e sua teoria passa a ter ampla aceitação e considerada unificadora. Muitos artigos e livros passam a tratar de sua teoria; com isso, novas linhas de pesquisa passaram a ser desenvolvidas, como por exemplo estudos do ácido etilenodiamintetraacético (EDTA) e outros agentes quelantes, os conceitos de ácidos duros e moles, a química supramolecular, correlação de fenômenos ácido-base e de oxirredução (SILVA; SANTIAGO, 2012).

3.2.5 Relação Conceitual e Ontológica

As teorias ácido-base que foram surgindo, apresentam uma tendência generalizar a anterior, no entanto, de não se contrapor. Cada uma delas compreende um universo próprio de reações químicas que vai se alargando, se ampliando, procurando incluir cada vez mais os fenômenos químicos conhecidos e cada uma das teorias antigas vai se tornando um caso particular das novas (JENSEN, 1994; CHAGAS, 1999).

Nas últimas décadas, muitos livros didáticos adotam uma ordem nos quais os conceitos de ácido e base são abordados na seguinte forma: Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis, como mostra na Figura 2 (VOS; PILOT, 2001; KOUSATHANA et al; 2005; PAIK, 2015).

Figura 2: Correlação entre as definições ácido base. Em (A) Geralmente apresentada nos livros e em (B) Diagrama elaborado por Paik (2015).



Fonte: Adaptado de PAIK (2015).

Há diferenças entre as categorias ontológicas dos conceitos científicos. Durante o processo de aprendizagem ocorre uma dificuldade para o estudante mudar o status ontológico do conceito anterior ao conceito proposto. A partir desse ponto de vista, pode-se dizer que a definição de Arrhenius propõe ácidos e bases como algo material e a definição de Brønsted-Lowry como um processo envolvendo a reação entre substâncias.

Basicamente, a Química tem como objeto de estudo a matéria e a reação. Nesse contexto, é possível considerar que o enfoque da definição de Arrhenius é a matéria e a de Brønsted-Lowry relaciona-se com a reação. A definição de Lewis também está relacionada com reação química, no entanto, de forma mais abrangente, incluindo outras reações, além daquelas que envolvem prótons (H^+). Portanto, as definições de Arrhenius e Brønsted-Lowry/Lewis pertencem a diferentes categorias ontológicas dos conceitos científicos (PAIK, 2015).

2.3 O Livro Didático

A história do livro didático é marcada pela criação de leis e decretos que articulam a construção de políticas públicas para ele, até a passagem para o âmbito governamental a responsabilidade de sua avaliação, compra e distribuição. Os livros didáticos assumiram determinadas características de acordo com o contexto social, político e econômico, no qual a sociedade se insere em determinado momento histórico (ALBUQUERQUE; FERREIRA, 2019).

No país o LD começou a ter grande abrangência na Educação Nacional na segunda República brasileira de 1929, com a criação de um órgão específico, o Instituto Nacional do Livro (INL). O objetivo do INL foi solidificar em âmbito nacional a acessibilidade do livro didático nas escolas públicas, mas apenas em 1934 o órgão começou e a ter uma real visibilidade, possuindo atribuições como a, edição de obras, e, em 1938 surge a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD) que traz como sua principal competência, a função de normatizar o Livro Didático no país. No entanto muitos questionamentos foram levantados em relação ao sistema adotado pela CNLD e devido as reivindicações no ano de 1985, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) foi criado, assim o sistema de avaliação tornou-se mais democrático e com relevância crítica quanto à avaliação dos livros didáticos (MACHADO; WAGNER; GOI, 2014)

Desta forma deu-se início ao processo de avaliação rotineira de livros didáticos pelo MEC, implantando um modelo consolidado até os dias atuais. As avaliações ficam a cargo do PNLD e passam a ser realizadas por comissões compostas por representantes de escolas, universidades e Governo Federal, gerando uma série de documentos, os Guias de livros didáticos, distribuídos para as escolas públicas cadastradas no censo escolar. Nos guias contem resenhas dos livros avaliados, com a intenção de auxiliar os docentes na escolha da obra que irão utilizar (MORI; CUERVELO, 2013).

Inicialmente apenas as séries iniciais do Ensino Fundamental eram contempladas com os LD, mas gradativamente as demais séries e o EM também tiveram a possibilidade de receber os livros em suas escolas. Foi a partir de 2008 que o PNLD contemplou a disciplina de Química, distribuindo livros para os três anos do EM. É redigido um documento, o Guia de Livros Didáticos, publicação oficial do PNLD enviada às escolas, que assinala e sugere os principais pontos a serem considerados na adoção de um livro, e na qual são dispostas as obras avaliadas e aprovadas, apontando-se as características, as abordagens e os pontos fortes e fracos de cada uma delas; que servem de orientadores no objetivo de facilitar o desenvolvimento dos conteúdos, numa perspectiva de interdisciplinaridade e contextualização (MEC, BRASIL, 2017; GOMES; PASCAL, 2017).

O livro didático é visto como uma fonte bibliográfica confiável, orientada e significativa às pessoas que almejam o conhecimento consolidado pela sociedade acadêmica. É usado como material de planejamento das aulas por parte dos professores e norteia os alunos para as diversas estratégias de estudo, além disso o LD têm participação essencial nas políticas educacionais oficiais (MACHADO et al, 2014).

Sendo o LD um elemento pedagógico fundamental, há pelo menos duas décadas, pesquisadores acadêmicos vêm se dedicando a averiguar a qualidade das coleções didáticas, denunciando suas deficiências (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003;).

Murça (2016), descreve a forma distorcida de como as teorias científicas estão inseridas nos LD e reforça esse discurso com os argumentos de Batista, (2007):

A maioria dos livros didáticos apresentam os conteúdos científicos numa perspectiva de linearidade, omitindo informações relevantes sobre acontecimentos anteriores e até mesmo posteriores ao assunto trabalhado: controvérsias de pensamentos, rupturas na forma de estudar os fenômenos da natureza, as dificuldades enfrentadas pelos estudiosos da ciência, entre outros pontos (MURÇA et al, 2016, Apud BATISTA, 2007, p. 2).

Desse modo vale a análise da importância do livro didático como instrumento para o aprendizado. Porquanto que o estudante interage diretamente com o livro didático como estratégia de aprendizagem.

3 METODOLOGIA

Inicialmente foi feita à identificação das coleções de livros didáticos de química oferecido às escolas pelo Guia do Livro Didático Ensino Médio e aprovados pelo PNLD 2018, como aparece no Quadro 1. A partir dessa identificação, avaliar a inserção da história da Ciência na temática ácidos e bases nos Livros didáticos.

Será feita a avaliação do 1º volume ou do 2º volume ou do 3º volume, a depender de onde o tema se encontra na obra.

Quadro 1: Relação de livros texto de Química aprovados pelo PNLD 2018.

Id - LIVRO	REFERÊNCIA	CÓDIGO
A: Química	FONSECA, M. R. M. Química. V. 1. 2ª ed. São Paulo: ed. Ática, 2016.	0020P18123
B: Química	MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H., Química. V. 2. 3ª ed. São Paulo: ed. Scipione, 2016.	0041P18123
C: Química Cidadã	CASTRO, E.N.F; SILVA, G.S; Mól, G.S; MATSUNAGA, R.T; Farias, S.B; SANTOS, S.M.O; Dib, S.M.F e SANTOS, W.L.P. Química Cidadã. V.1. 3ª ed. São Paulo: ed. AJS, 2016.	0206P18123
D: Ser Protagonista Química	ANTUNES, M.T. Ser Protagonista: Química. V. 1. 3ª ed. São Paulo: ed. SM Ltda, 2016.	0074P18123
E: Vivá – Química	TISSONNI, N. V 1. 1ª ed. Ed. Positivo, 2016.	0153P18123
F: Química	CISCATO, C. A. M.; CHEMELLO, E.; PERREIRA, L.F.; PROTI, P.B.; Química, V.1. 1ª ed. Ed. Moderna, 2016.	0185P18123

Fonte: Autora, 2023.

A análise dos LD's será realizada com base nos critérios adotados por Silva e Teixeira (2009), o qual é dividido em categorias e estas em subcategorias, conforme pode ser observado no Quadro 2, em seguida avaliar como pode influenciar no processo educacional.

Quadro 2: Critérios adotados para análise dos livros didáticos.

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	DEFINIÇÃO
(1) Quantidade de conteúdos históricos.	1.1 - Não há conteúdo histórico.	HC não foi abordada.
	1.2 - Há conteúdo histórico, porém de maneira espaçada ou incompleta.	A HC aparece somente como introdução de capítulos ou assuntos ou informações incompletas sem a devida localização temporal.

	1.3 - Há conteúdo histórico, mas em pequena quantidade.	A HC aparece introduzindo assuntos ou capítulos, mas sem riqueza de detalhes.
	1.4 - Há uma grande quantidade de conteúdo histórico.	Além de fazer introdução ao assunto, a HC está presente ao longo do texto.
(2) Forma de abordagem.	2.1 - Seções específicas sobre história da ciência.	Biografias de cientistas, e/ou fatos relacionados a alguma descoberta científica.
	2.2 - A HC está presente diluído nos capítulos, porém de forma pontual.	O conteúdo histórico está inserido no texto apenas como introdução aos mesmos.
	2.3 - A HC está presente diluído nos capítulos de forma articulada.	A HC está inserida contextualizada com o conteúdo específico.
	2.4 - Capítulo específico sobre HC.	Capítulos inteiros destinados a HC.
(3) Qualidade das Informações históricas apresentadas.	3.1 - Presença de mitos científicos ou presença de erros.	Histórias não comprovadas ou fictícias ou informações com equívocos.
	3.2 - Análise equivocada de eventos históricos sob a ótica dos conceitos atuais.	Apropriação inadequada de termos e conceitos atuais para discutir a história da ciência.
	3.3 - Conteúdo histórico não satisfaz.	As informações históricas não valorizam a ciência com relação ao ensino.
	3.4 - O conteúdo histórico completa os conteúdos do livro didático.	Baseado em fatos historicamente comprovados e que ilustram a forma pela qual a ciência se desenvolve na prática.

Fonte: Autora, 2023.

Baseado no trabalho de Carneiro e Gastal (2005), além dos critérios apresentados no Quadro 2, será também discutido o contexto histórico, levando em consideração os quatro parâmetros a seguir:

- Histórias anedóticas;
- Linearidade;
- Ausência do contexto histórico mais amplo;
- Consensualidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 3 apresenta como a HC está inserida em relação as categorias encontradas nos livros textos de química do PNLD 2018 para o conteúdo de ácidos e bases. A seguir serão apresentadas as categorias encontradas, buscando, interpretá-las e discuti-las.

Quadro 3: Classificação das obras quanto as categorias propostas.

CATEGORIAS	(1) Quantidade de Conteúdos Históricos				(2) Forma de Abordagem				(3) Qualidade das Informações Históricas Apresentadas			
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4
(A)	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(B)	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(C)	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	x
(D)	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-
(E)	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-	x	-
(F)	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	x	-

Fonte: Autora, 2023.

4.1 Obra A: Química

O livro está organizado em unidades e estas em capítulos, o conteúdo de interesse está presente na unidade 5, capítulo 10: Ligação iônica e compostos inorgânicos, das páginas 248 a 260. A Obra é bem contextualizada, aborda vários exemplos da química no cotidiano, no entanto a HC não é vista nesse livro, classificando-a na subcategoria 1.1 (não há conteúdo histórico) da categoria 1 e não pode ser classificada em relação as outras categorias (2 e 3), já que a HC não é abordada.

Classifica ácidos e bases segundo a teoria da dissociação iônica de Arrhenius, mas não traz nenhum conteúdo histórico, apenas definições e explicações dos conteúdos de forma direta e objetiva.

4.2 Obra B: Química

O LD está disposto em capítulos e este organizado em textos e atividades. O tema ácidos e bases está a no capítulo 4 da obra, texto 1: ácidos e bases e o comportamento químico da água, atividade 5, das páginas 175 até 182.

Classifica as substâncias ácidas e básicas segundo a teoria da dissociação eletrolítica, menciona a importância da contribuição de Arrhenius para o conhecimento sobre ácidos e bases, mas não relaciona esse conteúdo com HC, e, portanto, não há conteúdo histórico a ser

analisado, classificando-se na categoria 1.1. Nesta obra os conceitos ácidos e bases é visto de maneira superficial.

4.3 Obra C: Química Cidadã

Os conceitos ácido/base está na unidade 3, capítulo 8: Substâncias Inorgânicas. De acordo com o esquema de organização do livro o tema está presente no tópico 3 deste capítulo, das páginas 272 a 290. O tema encontra-se bem contextualizado, o LD apresenta muitos pontos positivos, como por exemplo, há descrição de atividades experimentais, a história da ciência está presente ao longo do texto, desde o início com os significados das palavras ácido e base que são definições muito antigas até as classificações mais empregadas sobre o conceito de ácidos e bases. Assim, na categoria 1 pode-se classificar em 1.4 (grande quantidade de conteúdo histórico).

Em relação a categoria 2 ao analisar a obra pode-se observar que o conteúdo histórico está contextualizado com o conteúdo específico, como por exemplo, ao falar de pH, o LD menciona a importância dos trabalhos de Robert Boyle com o uso de indicadores para testar acidez e alcalinidade, assim classifica-o na subcategoria 2.3 (A HC está diluída nos capítulos de forma articulada)

O livro ainda menciona diversos outros nomes como os dos alquimistas Johan Baptist, Van Helmont com a teoria do ácido alcalino, também leva em consideração as objeções de Boyle para essa teoria. Outro estudioso citado é Lavoisier, e suas considerações sobre o assunto e Humphry Davy.

O livro apresenta a teoria de ácidos e bases segundo Arrhenius, explica que apesar de ser a mais utilizada foi criticada na época. Ainda traz as definições dos temas, segundo a teoria de Brønsted-Lowry e Lewis, que são mais abrangentes que a de Arrhenius, e, o LD ainda destaca que nenhuma teoria invalida a outra. Sendo assim, se encaixa no item 3.4 da categoria 3, pois apresenta diversos fatos históricos que contribuíram para o desenvolvimento e construção da ciência.

4.4 Obra D: Ser Protagonista Química

O livro está organizado em unidades e dentro dessas unidades estão os capítulos. O tema ácidos e bases nesse LD se encontra na unidade 3, funções da química inorgânica, capítulo 11, páginas 198 a 211.

O LD, em relação a este tema, trás diversos pontos importantes como contextualização e interdisciplinaridade, características importantes para o ensino de Química, de acordo com o PNLD 2018, mas HC é encontrada de maneira muito supérflua.

Em relação a categoria 1 a obra se enquadra no item 1.2 (há conteúdo histórico, porém de maneira espaçada ou incompleta), existe uma breve menção sobre a teoria da dissociação iônica do sueco Svante Arrhenius, para introduzir o tema soluções eletrolíticas e soluções não eletrolíticas. A obra menciona apenas que o estudioso fez observações e experimentos para descobrir os eletrólitos, mas não discorre sobre os experimentos realizado por ele, como foi feito, o que ele fez para chegar até essa conclusão, se ele obteve dificuldades ou contradições.

Em relação a categoria 2 se adequa melhor no item 2.1(seções específicas sobre HC), pois para introduzir o assunto o livro menciona a teoria da dissociação iônica, fala da descoberta de Arrhenius sem maiores explicações, como se fosse um fato isolado e simples.

Há única definição dada para esse tema, a da dissociação iônica de Arrhenius, nenhum outro estudioso além de Arrhenius é mencionado, nem a contribuição de outros cientistas, outras teorias também válidas em relação ao tema e que contribuem para o entendimento do assunto. Sendo assim, não valoriza a Ciência em relação ao ensino se enquadrando no item 3.3(contéudo histórico não satisfaz) da categoria 3.

4.5 Obra E: Vivá – Química

O livro está organizado em unidades e estas em capítulos. O conteúdo referente a ácidos e bases está na unidade 3; Eletrólitos e reações químicas: Fundamentos qualitativos quantitativos, no capítulo 7 desta unidade, das páginas 140 a 155.

O livro didático apresenta seções de informação históricas, presente em quadros, separado do conteúdo do tema. Esse conteúdo é exibido em pouca quantidade e por isso pode-se classificar quanto a subcategoria 1.3 (á conteúdo histórico, mas em pequena quantidade) da categoria 1, pois ao longo da análise pode-se constatar apenas dois desses quadros. Como já mencionado a HC está em seções, desta forma pode ser classificada quanto ao item 2.1(seções específicas sobre história da ciência) da categoria 2.

No primeiro quadro, titulado : “Um pouco da história dos conceitos de ácido e base”, página 143, o LD relata que o conhecimento do caráter ácido e básico de algumas substâncias já era conhecido desde as antigas civilizações, não especifica as tentativas de classificações feitas acerca do assunto. Cita os trabalhos de Robert Boyle em relação aos indicadores, de

Lavoisier e sua classificação quanto aos ácidos e o trabalho de um brasileiro Vicente Coelho de Seabra Silva Talles, baseado nos trabalhos de Lavoisier.

O segundo quadro: “Um jovem que abalou uma crença”, na página 147, discorre um pouco sobre a teoria da dissociação iônica de Arrhenius e seu experimento para explicar a classificação para ácidos e bases é dada segundo a teoria de Arrhenius.

Diante disso pode-se classificar este livro na subcategoria 3.3 (conteúdo histórico não satisfaz) da categoria 3, já que outras teorias não são levadas em consideração, nem o desenvolvimento histórico da Ciência, nem contribuições importantes em relação ao tema, assim o conteúdo histórico não satisfaz a Ciência em relação ao ensino.

4.6 Obra F: Química

O LD está disposto em capítulos e dentro desses há os temas, o assunto se encontra no capítulo 4: A chuva ácida e o estudo das substâncias envolvidas na sua formação, dividido em duas partes, tema 1 e tema 2, das páginas 144 a 163.

O tema está bem contextualizado na obra, porém a HC está inserida no decorrer do assunto, mas em pouca quantidade e apenas como introdução aos conteúdos, sendo assim se enquadra nas subcategorias 1.3 (há conteúdo histórico, mas em pequena quantidade) e 2.2 (A HC está presente diluído nos capítulos, porém de forma pontual) das categorias 1 e 2 respectivamente.

No livro há uma breve menção de um parágrafo, sobre o comportamento dos ácidos e bases e que este comportamento seja conhecido desde a antiguidade e partir daí estudiosos tentam classificá-lo, ou seja, foi colocado apenas para introduzir o conteúdo. O que é trazido com mais detalhes é o trabalho de Boyle sobre indicadores e a classificação de ácidos e bases segundo ele, pois é usado como gatilho para introduzir o próximo assunto que é indicadores e pH.

Não satisfaz a ciência em relação ao ensino (item 3.3), pois, o conteúdo histórico abordado é colocado como um trabalho pronto e acabado, como se estes não estivessem ligados a uma construção. Classifica as substâncias segundo a teoria da dissociação iônica de Arrhenius, relata um pouco sobre suas observações e hipóteses em relação aos estudos dos eletrólitos, relata a importância dos trabalhos de Michael Faraday e Johann W. Hittorf como contribuição para as observações de Arrhenius. Porém, não traz outras considerações relevantes para o tema. A HC em relação a este tema está associada aos trabalhos de Boyle e Arrhenius, descartando a contribuição histórica de outros cientistas ao longo do tempo.

4.7 Implicações pedagógicas do contexto histórico veiculada nos livros didáticos de química do PNLD 2018.

Segundo o edital do PNLD 2018, “...a ciência *Química* é compreendida como atividade humana de caráter histórico e cultural que, através dos tempos, vem permeando a produção de tecnologias, artefatos e processos na articulação com diferentes setores produtivos na sociedade...”. (BRASIL, 2018, p.53). Por conseguinte, a presença da HC nas obras é fundamental, pois ela irá auxiliar a compreensão da Química como atividade humana e de caráter histórico e cultural.

Ao longo do tempo, e, com auxílio das avaliações de obras didáticas, vem se tentando minimizar, e, melhorar algumas das características em relação a HC encontradas nos LD's. Embora muitos autores discorram que HC é vista nos livros de forma distorcida, linear, generalizada, entre outras, essas características ainda se fazem presentes nos livros textos de Química.

Ausência do contexto histórico mais amplo – Em todas as obras analisadas existe ausência de aspectos socioculturais de sua época. A obra **C** é a única que apresenta um contexto histórico mais abrangente, no entanto, não se encontram referências ao contexto histórico-social em que trabalhavam os cientistas, às influências e implicações políticas das ideias que estavam sendo geradas pela Ciência, os impactos ambientais e à influência das opiniões vigentes na época, de tal modo, essa ausência do contexto histórico mais amplo está diretamente associado a uma visão descontextualizada e aproblemática da Ciência, o que provoca nos discentes uma ideia de que a Ciência é mística. Segundo Costa, (2017), uma visão descontextualizada e aproblemática não leva em consideração as dimensões essenciais para desenvolvimento da ciência e ignora os problemas existentes.

O trabalho de Carneiro e Gastal (2005, p. 38) corrobora para essa análise, pois afirma que: *A ausência do contexto histórico mais amplo na abordagem científica, no mínimo, “passa a ideia de que a ciência é hermética e não sofre influência dos aspectos socioculturais da época”*

Histórias anedóticas – Em algumas das obras em questão, para se iniciar o conceito, o tema ou até mesmo como introdução ao capítulo do livro os autores utilizaram episódios históricos, geralmente centrados na biografia dos cientistas, ou seja, são fatos históricos sendo utilizados, mas caracterizados de forma incorreta.

Exemplo 1 (LD E):

“Em 1884, o sueco Svante August Arrhenius (1859-1927), então um jovem estudante de Química, elaborou uma teoria – que ficou conhecida como teoria de Arrhenius [...] Svante August Arrhenius (1859-1927), químico e físico sueco. Seu trabalho no final do século XIX foi fundamental para superar a concepção de indivisibilidade do átomo [...]” (TISSONNI, 2016, p.147).

Pitanga (2014, p.15) em sua análise sobre a HC nos LDQ: “...Durante a pesquisa, foram observadas também, nos textos dos LDQ analisados, narrativas históricas errôneas, apresentações desconectadas e subutilização do recurso”. Esse tipo de abordagem está relacionado com uma visão individualista e elitista, pois reforça a imagem de que os cientistas são seres independentes e geniais, assim, induz o aluno à construção de uma imagem na qual a produção do conhecimento científico se limita aos mesmos.

Na obra C é possível identificar que foi feita uma identificação à parte, para trazer alguns fatos sobre os cientistas, como mostra a Figura 3:

Figura 3: Cientistas que estudaram ácidos e bases.

Pequena galeria de cientistas famosos que estudaram os ácidos e as bases

 [1580-1644], médico, químico e filósofo belga, foi o criador do conceito de gás e um dos primeiros a fazer uso sistemático da balança.	 [1627-1691] estudou fenômenos físicos e ficou muito conhecido pela descoberta de que o volume de um gás, sendo a temperatura mantida constante, é inversamente proporcional à pressão.	 [1743-1794], químico francês, considerado o pai da Química, teve suas ideias divulgadas ao publicar o livro <i>Traité Élémentaire de Chimie</i> , em 1789.
---	---	---

Fonte: Química Cidadã (2013, p. 277, adaptado).

Na obra D, na Figura 4, também é possível observar que foi colocado um contexto histórico em relação a biografia de Arrhenius à parte.

Figura 4: Química Tem História.

Dissociação eletrolítica

O químico Svante Arrhenius, na defesa de sua tese, realizada em 1884, apresentou uma teoria sobre dissociação eletrolítica e, sob muitas críticas, ele foi aprovado com nota mínima. Sua teoria contradizia o Modelo Atômico de Dalton, muito aceito na época. Os cientistas ainda não diferenciavam substância molecular de substância iônica e o Modelo Atômico de Rutherford (partícula com núcleo e eletrosfera) seria proposto anos depois. Confiante, Arrhenius afirmava que os eletrólitos em solução dissociavam-se em partículas carregadas eletricamente (íons), havendo igualdade na quantidade de cargas positivas e negativas.

Em 1889, ele publicou um trabalho intitulado *Sobre a dissociação das substâncias em meio aquoso* e, em 1903, recebeu o Prêmio Nobel de Química em reconhecimento a sua contribuição ao tema. Arrhenius prosseguiu os estudos, identificando os íons presentes nas soluções, e criou uma definição de ácidos, bases e sais que utilizamos até hoje.

Fonte: Química Ser Protagonista (2016, p. 202, adaptado).

Tanto na obra C como na obra D, mesmo que de maneira breve, é possível observar que, apesar de não estar inserido em um contexto mais amplo de análise histórica, a biografia é colocada de maneira mais coesa, já que está caracterizada de maneira apropriada ao conteúdo abordado.

Consensualidade – Essa ideia está muito presente nos livros texto de Química, geralmente só mostra as aquiescências entre os conceitos científicos, e, quando os pontos de vista contrários são apresentados, é para fortalecer a opinião de que se trata de um conflito entre visões “corretas” e “equivocadas”.

Exemplo 1 (LD – B):

A partir da teoria de Arrhenius, várias outras teorias ácido-base foram propostas, todas elas com o mesmo caráter relacional, ou seja, definindo ácido e base como um comportamento de uma espécie em relação a outras espécies [...] (MORTIMER, 2016, p.178).

Exemplo 2 (LD – C):

A proposta de Lewis é mais abrangente que as de Brønsted e Lowry, mas não as invalida. Segundo Lewis, uma reação ácido-base consiste na formação de uma ligação covalente coordenada mais estável. A proposta de Lewis explica também as reações ácido-base em outros solventes como etanol. soluções [...] (SANTOS E MÓL, 2013, p.286)

Em ambos os casos reforça a ideia de que há conceitos científicos diferentes, porém corretos para explicar o mesmo assunto.

Exemplo 2 (LD – E):

A respeito desses conceitos químicos, vale destacar a publicação do brasileiro Vicente Coelho de Seabra Silva Talles (c.1764-1804), graduado em Medicina e em Filosofia pela Universidade de Coimbra, em Portugal. Adepto das ideias de Lavoisier estabeleceu uma classificação das substâncias em dois grandes grupos combustíveis (as que podem ser queimadas) e incombustíveis (as que não podem ser queimadas) [...] (TISSONNI, 2016, p.143).

Esse tipo de abordagem está ligado a uma visão cumulativa da ciência já que ignora as crises e reformulações que fazem parte do desenvolvimento científico, como menciona Pitanga (2014, p. 14):

[...] Ao buscar uma possível relação entre os critérios da linearidade e da consensualidade, percebe-se que estes, em conjunto, promovem um entendimento generalizado de que, na maioria das vezes, não existem conflitos e jogos de interesses entre os diversos pares. Entretanto, quando os conflitos são evidenciados, induz-se a uma compreensão de que certos cientistas estavam errados e que outros estão sempre certos. Tal situação dissemina a visão de que os LDQ são infalíveis e axiomáticos e, dessa maneira, auxiliam na formação de gerações de professores e alunos desprovidos de senso crítico e questionador.

Linearidade – Em algumas das obras analisadas ocorre uma sucessão de episódios históricos, que conduz a uma ideia de linearidade, como se o conhecimento científico atual fosse sempre o resultado unidimensional de conhecimentos preexistentes.

Exemplo 1 (LD E):

Embora tentativas de classificar as substâncias ácidas e básicas tenham sido feitas anteriormente, umas das primeiras propostas consideradas relevantes foi a do irlandês Robert Boyle (1627-1691) [...] Lavoisier propôs, no final do século XVIII, identificar ácidos e bases considerando sua composição e seus estudos sobre a combustão do carvão, enxofre e do fósforo [...] (TISSONNI, 2016, p.143).

Esse tipo de abordagem não apresenta os argumentos que levaram os cientistas das diferentes épocas a defenderem suas hipóteses, gerando nos discentes uma visão cumulativa de ciência, Carneiro e Gastal (2005, p. 36) corroboram para tal afirmação, pois asseguram que:

Implícita na ideia de linearidade está, também, a de que todo o desenvolvimento do conhecimento científico desembocou no único conjunto “correto” de explicações para os fenômenos do mundo, o que hoje é compartilhado pela comunidade científica. Isso produz no aluno o efeito de pensar neste conhecimento como pronto, acabado e definitivo.

Exemplo 2 (LD - F):

Em meados do século XVII, com base em algumas observações feitas por meio de testes de sabor, mudanças de cor e transformações envolvendo produção de gases, o filósofo natural inglês Robert Boyle (1627-1691) lançou uma das primeiras definições sobre ácidos, bases e materiais neutros [...] (CISCATO, 2016, p. 144).

Anteriormente a Boyle houve ideias em relação à classificação das substâncias ácidas e básicas, mas não foi levado em consideração.

[...] Os resultados obtidos contribuíram para a elaboração de diferentes teorias sobre o comportamento de ácidos e bases. Uma dessas teorias, desenvolvida com base em estudos sobre a condutibilidade elétrica das soluções pelo cientista sueco Svante Arrhenius (1859-1927) [...] (CISCATO, 2016, p.151).

Exemplo3 (LD - D):

As substâncias químicas podem ser classificadas em orgânicas e inorgânicas. As orgânicas apresentam átomos de carbono [...] as substâncias inorgânicas, direta ou indiretamente, são de origem mineral [...] como se chegou a essa conclusão? [...] Em 1884, o sueco Svante Arrhenius (1859-1927) propôs uma teoria - a Teoria da Dissociação Iônica - para explicar a condutibilidade elétrica de algumas soluções [...] (ANTUNES, 2016, p.199).

Em ambos os casos passa a ideia de que o desenvolvimento do conhecimento científico desembocou no único conjunto “correto” de explicações para os fenômenos do mundo, o que

hoje é compartilhado pela comunidade científica, nesse caso, as teorias ácido/bases estão associadas a teoria de Arrhenius, sendo a mais correta ou a única correta, o que é uma generalização, visão cumulativa da Ciência, como consequência produz no estudante efeito de pensar neste conhecimento como pronto, acabado e definitivo.

Pitanga (2014, p.14) também relata a forma como as teorias científicas são vistas de forma linear nos livros didáticos de química:

Diante dessa premissa, percebe-se que os LDQ analisados trazem seus conteúdos em uma sucessão de episódios históricos com abordagem linear e cumulativa. Essa concepção, inclusive, é assumida pelo autor do LDQ1 no trecho que segue: Como salientamos várias vezes, a história da ciência é consequência do trabalho de muitos pesquisadores, que vão gradativamente descobrindo e aperfeiçoando modos de controlar os fenômenos até chegar a aplicações práticas de grande importância [...].

O edital BRASIL, 2018, estabelece critérios para a aprovação das obras de Ciências da Natureza que está compreendida nas disciplinas de Química, Física e Biologia, um desses critérios é:

Desenvolve os conteúdos e as atividades, de forma contextualizada, considerando tanto a dimensão social e histórica da produção de conhecimento quanto à dimensão vivencial dos estudantes no que se refere à preparação para a vida e para o exercício profissional no mundo do trabalho. (p.55).

De acordo com esse critério a dimensão social e histórica dos conteúdos deve ser levada em consideração nos LD.

Outros critérios são levados em consideração em relação ao componente curricular de Química:

Abordar a dimensão ambiental dos problemas contemporâneos, levando em conta não somente situações e conceitos que envolvem as transformações da matéria e os artefatos tecnológicos em si, mas também os processos humanos subjacentes aos modos de produção do mundo do trabalho. [...]

Apresentar o conhecimento químico de forma contextualizada, considerando dimensões sociais, econômicas e culturais da vida humana em detrimento de visões simplistas acerca do cotidiano estritamente voltadas à menção de exemplos ilustrativos genéricos que não podem ser considerados significativos enquanto vivência [...] (BRASIL, 2018, p.56).

Vários outros critérios são levados em consideração para a aprovação dos LD, no entanto o edital do PNLD considera que a atividade humana é contínua e está presente na elaboração e descoberta dos conceitos científicos já que considera que as dimensões sociais, históricas e culturais devem ser levadas em consideração para aprovação de obras, pois essas dimensões irão auxiliar no desenvolvimento da Ciência e por conseguinte facilitar o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos por parte dos discentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PNLD aponta a história da Ciência como uma característica fundamental que deve ser incluída nos livros didáticos, no entanto, a HC ainda está sendo inserida de forma deturpada, distorcendo fatos históricos e deixando os conceitos científicos como produto pronto e acabado dos cientistas, visto que das seis obras analisadas, apenas em uma delas os fatos históricos são apresentados de forma mais abrangente.

A teoria de Arrhenius, apesar de ser a menos abrangente, é a mais difundida e utilizada nos LD, muitas vezes sendo a única discutida em sala de aula, já que é a única que aparece em todos os livros, e em apenas uma das obras há a apresentação de outras teorias ácido base.

A partir da análise, percebe-se que os conceitos de ácido e base são assuntos comuns na literatura específica de ensino de Ciências/ensino de Química, mas que o contexto histórico em relação a esse tema apresentaram pelo menos quatro tipos de visões distorcidas da Ciência, cumulativa, descontextualizada, aproblemática e elitista, e, ainda que ao longo do tempo os critérios de avaliação de LD tenham sido aperfeiçoados para trazer obras que tenha HC de forma mais satisfatória, os livros textos de Química que foram analisados no PNLD 2018 ainda remete as características que estudiosos da educação estão tentando diminuir ao longo do tempo.

Desse modo, a avaliação dos livros didáticos vem a ser de extrema importância, pois que a análise deles auxilia o docente na escolha do material mais adequado a ser utilizada em sala de aula e através da análise dos LDQ do PNLD 2018 foi possível observar como a HC ainda não está sendo uma característica fundamental na apresentação dos conceitos científicos e que as generalizações ainda são muito frequentes nos LD.

Levando em consideração a análise feita fica um questionamento sobre inserção da HC nas obras, se o PNLD tem função de analisar as obras a serem utilizadas em sala de aula, por que ainda existe obras aprovadas que estão contidas no GLD que não fazem menção nenhuma em relação a HC?

Como perspectiva, a partir deste trabalho, elaborar uma proposta pedagógica levando em consideração a história da Ciência no ensino dos conceitos ácidos e bases com aplicação em sala de aula e através dela mostrar como o contexto histórico e social auxilia o discente no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, E. B. C.; FERREIRA, A. T. B. PNLD: Mudanças nos livros de alfabetização e os usos que os professores fazem desse recurso em sala de aula. **Ensaio: Avaliação e política pública em educação**, Rio de Janeiro, v. 27, n.103, p. 250-270, 2019.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre. Bookman, 2001.
- BATISTA, R. P. **História da Ciência**: Investigação do tema em Livros Didáticos do Ensino Fundamental. 2007. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BELL, R. P. Acids and Bases. **Methuen and Co. Ltd.**, London, 1969.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)**. Ensino Médio, p. 30-39, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- BROWN, T. L.; LE MARY, H.E., JR; BURSTEN, B. E.; MURPHY, C. J.; WOODWARD, P. M.; STOLTZFUS, M. W. **Química a ciência central**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- BUZA, R. G. C.; REIS, A. S.; SILVA, M. D. B.O uso da história da ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 5, p. 1-12, 2012.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CARNEIRO, Maria Helena da Silva; GASTAL, Maria Luiza. História e filosofia das ciências no ensino de biologia. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 33-39, 2005.
- Chagas, A.P Teorias Ácido Base do Século XX. **Química Nova Na Escola**, n. 9, p. 28-30, 1999.
- Chagas, A.P. O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 126-133.
- COSTA, F. R. S.; ZANIN, A. P. S.; OLIVEIRA, T. A. L.; ANDRADE, M. A. B. S. **AS VISÕES DISTORCIADAS DA NATUREZA DA CIENCIA SOB O OLHAR DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIENCIA**: Uma análise nos anais dos ENEQ e ENEBIO de 2012 e 2014. **ACTIO**, docência em ciências. V. 2 n. 2, p. 4-20. Curitiba, Jul/Set, 2017.
- DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. História E Filosofia Da Ciência Na Educação Científica: Para Quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 1-19, 2017.
- GAMA, M. S.; AFONSO, J. C. De Svante Arrhenius ao peagâmetro digital: 100 anos de medida de acidez. **Química Nova**, v. 30, n. °1, 2007, p. 232-239.
- GAMA, M. S.; AFONSO, J. C.; SZABADVÁRY, F. **History of analytical chemistry**. 1 ed. Pergamon Press, 1966.

GOMES, A. L.; PASCAL, J. J. X. A. Educação Ambiental nos Livros Didáticos de Química – PNL D 2015-2017. **37º Encontro de debates sobre ensino de química**, Universidade Federal do Rio Grande, p. 1-8, 2017.

HODSON, D. Philosophy of Science, science and science education. **Studies in Science Education**, Inglaterra, n. 12, p. 25-57, 1985.

JARDIM, F. M.; COELHO, L. A. L. **O designer na produção editorial do livro didático: funções, contribuições e limites**, 2010. Dissertação (Mestrado em Design) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, 2010.

JENSEN, W. B. The Lewis Acid-base Concepts. **John Wiley & Sons**, New York, 1980.

KOUSATHANA, M.; DEMEROUTI, M.; TSAPARLIS, G. Instructional Misconceptions in Acid-Base Equilibria: An Analysis from a History and Philosophy of Science Perspective. **Science & Education**, v. 14, p. 173-193, 2005.

LUDER, W. F.; ZUFFANTI, S. **The Electronic Theory of Acids and Bases**. 2 ed. Dover Publications, New York, 1961.

LUFFIEGO, M. Epistemologia, caos y enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 1, p. 89-96, 1994.

MACHADO, S. F. R.; WAGNER, C.; GOI M. E. J. **Abordagem da história da química em escolas de ensino médio de Caçapava do Sul**. Rio Grande do Sul, 2014, 29 p. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Pampa. Disponível em: <<https://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/1030>>. Acesso em: fev. de 2023.

MARTINS, R. A. **Introdução: A História das Ciências e seus usos na educação**. In SILVA, C. C. (Ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. 2006. São Paulo: Livraria da Física, p. 245-264.

MATTHEWS, M.R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/7084/6555>>. Acesso em: 07 nov. 2021.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA H. O Livro Didático de Ciências: Problemas e Soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MORI R. C.; CURVELO A. A. S.; Livros de ciências para as séries iniciais do ensino fundamental: a educação em química e as influências do PNL D Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 545-561, 2013.

MURÇA, J. S. E.; SILVA, N. V.; FREITAS, B. S. P.; GUIMARÃES, S. S. M.; GOLDSCHMIDT, A. I. Concepções sobre a história da ciência apresentadas nos livros didáticos dos anos iniciais no estado de Goiás. **Revista Reflexão e Ação**, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 2, p. 156-176, 2016.

NUNES, A.O.; DANTAS, J. M.; OLIVEIRA, Ó. A.; HUSSEIN F. R. G. S. **Revisão no Campo: O Processo de Ensino-Aprendizagem dos Conceitos Ácido e Base entre 1980 e 2014.** Quím. nova escola – São Paulo. Vol. 38, N° 2, p. 185-196, MAIO 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20160025>

OKI, M. C. M.; MORADILLO E. D. O ensino de história da química :Contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

OLIVEIRA, L. A.; GARRETA, L. S.; COSTA, M. C.; NASCIMENTO, A. G. A História Da Química Como Instrumento Motivador No Processo De Ensino-Aprendizagem Da Disciplina De Química Nas Turmas De 1° Ano Do Ensino Médio: Percepção Dos Educandos. **Anais do III CONEDU**, p. 1-5, 2016.

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.

PÉREZ, D.G.; MONTORO, I.F.; ALÍS, J.C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico.** Ciência e Educação, v 7, N° (2), p.125-153, 2001.

PITANGA, A. F.; SANTOS H. B.; GUEDES J. T.; FERREIRA, W. M.; SANTOS L. D. **HISTÓRIA DA CIÊNCIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA: ELETROQUÍMICA COMO OBJETO DE INVESTIGAÇÃO.** Quím. nova escola –. V. 36, N° 1, p. 11-17, São Paulo, fev. 2014.

RHEINBOLDT, H.; História da Balança. **Selecta Chemical**, v. 3, n. 1. 1945. Reimpresso in Rheinboldt, H.; Nova Stella e Edusp; São Paulo, 1988.

ROSSI, V.; TERCI, D. B. L. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 684-688, 2002.

SANTOS, C. H. V. **História e Filosofia das Ciências nos livros didáticos de Biologia do ensino médio:** Análise do conteúdo sobre a origem da vida. 2006. 85f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

SEQUEIRA, M.; LEITE, L. A História da Ciência no Ensino – Aprendizagem das Ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 1, n. 2, p. 29-40, 1988.

SERVOS, J. W. Físico-Química de Ostwald a Pauling. **Princeton University**; Princeton (NJ), 1990.

SICCA, N.A.L.; GONÇALVES, P. W. História da química e da geologia: Joseph Black e James Hutton como referências para educação em ciências. **Química Nova** 25, nº4, p. 689-695, 2002.

SILVA, E. N.; TEIXEIRA, R. R. P. A História da Ciência nos Livros Didáticos: Um Estudo Crítico sobre o Ensino de Física pautado nos Livros Didáticos e o uso da História da Ciência. **Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Instituto Federal do Maranhão, Campus Zé Doca, 2009.

SILVA, M. P.; SANTIAGO, M. A. Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos através da História da Ciência combinada ao emprego de um software

interativo de livre acesso. **História da Ciência e Ensino: Construindo interfaces**, v. 5, p. 48-82, 201.

SOUZA, C. R.; SILVA, F. C. Discutindo Os Conceitos Das Definições Ácidos Base. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 1, p. 14-18, 2018.

SOUZA, F. 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. **Educação Química**, v. 28, p. 2-10, 2017.

SOUZA, F. M.; ARICÓ, E. M. Teorias ácido-base no século XX e uma análise reflexiva do trabalho científico. **Educação Química**, v. 28, p. 211-216, 2017.

TRAESEL, J. H. **Potencial Didático das Nobel Lectures: O caso de Arrhenius**. Dissertação de trabalho de conclusão de curso (curso de licenciatura em Química), (2012). São Paulo, Brasil: Instituto Federal São Paulo.

VOS, W.; PILOT, A. Acids and Bases in Layers: the stratal structure of an ancient topic. **Journal of Chemical Education**, v. 78, n. 4, p. 494-499, 2001.

ZABOT, L.; A.; A. FOLLADOR; F.; A.; C. **OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE**. Química Com Arte: Uma Breve História Da Ciência Química. V.1, p.1-21, 2014.