

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA

CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

CLÁUDIA DAIANE WEIT

**ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM
LIVROS APROVADOS NO PNLD-2018 ACERCA DO CONTEÚDO
ÁCIDO-BASE.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MEDIANEIRA
2017**

CLÁUDIA DAIANE WEIT

**ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM
LIVROS APROVADOS NO PNLD-2018 ACERCA DO CONTEÚDO
ÁCIDO-BASE.**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Licenciatura em Química do Departamento Acadêmico de Licenciatura em Química – DAQUI–da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado.
Orientador: Prof. Dr. Jaime da Costa Cedran.

**MEDIANEIRA
2017**

TERMO DE APROVAÇÃO

**ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM LIVROS
APROVADOS NO PNLD-2018 ACERCA DO CONTEÚDO ÁCIDO-BASE.**

Por

CLÁUDIA DAIANE WEIT

Este Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC 2) foi apresentado em 24 de novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Jaime da Costa Cedran
Prof. Orientador

Emerson Luis Pires
Membro titular

Rodrigo Ruschel Nunes
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade da vida, por sempre estar caminhando comigo nos meus caminhos e escolhas.

A minha família, que não só neste momento, mas toda a minha vida estiveram comigo, sempre me incentivando e apoiando nas minhas escolhas, assim como meu namorado, que sempre esteve presente e disposto a me ajudar, por ser tão paciente em minhas ausências e nos deslocamentos da faculdade para casa.

Ao meu orientador, Jaime da Costa Cedran, pela gentileza de ter me ajudado e me guiado na execução desse trabalho.

Aos meus amigos e colegas da universidade, pelos momentos vividos tanto de descontração como de angústias, e apoio no decorrer da vida acadêmica.

Por último, não menos importante, a todos meus professores que participaram da minha vida acadêmica e que de uma forma ou de outra, fizeram parte da minha formação para que eu pudesse chegar até aqui.

RESUMO

WEIT, Cláudia Daiane. Análise das Contribuições da História da Ciência em Livros Aprovados no PNLD-2018 acerca do Conteúdo Ácido-Base. 60 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Curso Superior de Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Medianeira, 2017.

Os ácidos e bases são estudados desde muito tempo, além de serem duas das mais importantes categorias de compostos em toda a química. Apesar dos termos ácido e base serem de uso comum, muitos não conhecem o seu verdadeiro conceito, isto porque o ensino de química é visto como um aglomerado de teorias abstratas, induzindo a memorização desse conhecimento e excluindo o verdadeiro motivo para o ensino de química. Para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, a História da Ciência pode provocar reflexões sobre a natureza da ciência, para que os alunos possam compreender como os conceitos químicos foram construídos. A química não surgiu de modo simples e repetido (como é apresentada na grande maioria) existe uma história sobre ela. Assim o livro didático tem grande influência no ensino, pois em alguns lugares é o único recurso para professores e/ou alunos disponível. Com essa dependência, as aulas acabam sendo baseadas apenas nos recursos disponíveis que é o LD. Uma vez que há dependência a esse material para elaboração das aulas de química, tem-se a importância de investigar como a história da ciência está presente nos livros didáticos brasileiros de química, voltados para os alunos do ensino médio. De modo específico foram analisados as obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático de 2018. Os critérios de análises foram elaborados com base nos trabalhos de Laurinda Leite (2002) e Paulo Henrique Oliveira Vidal (2009), no sentido de adequar algumas categorias ao interesse da pesquisa. Para a qual analisou-se apenas o capítulo específico de ácido-base. Dos seis livros analisados, apenas o LD2 não apresentou informações históricas no capítulo analisado, mas apresentou tais dados em outros capítulos e como sugestão de discussão para o professor. Os livros LD1, LD3, LD5 e LD6 apresentaram todos os critérios estabelecidos para análise, sendo LD5 o que mais apresentou dados/informações característicos da História da Ciência, entretanto, o seu conteúdo é apresentado como material complementar (conteúdo opcional).

Palavras-chave: Ácido-base. História da Ciência. Livros didáticos. PNLD-2018.

ABSTRACT

WEIT, Cláudia Daiane. Analyse of contribution from the history of the science in approved books at PNLD-2018 with the base acid as content. 60 pages. Course conclusion assignment. Superior course with License in Chemistry. Universidade de Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Medianeira, 2017

Acids and bases have been studied for a long time, besides being two of the more important categories of compounds in all chemistry. Despite the terms acid and bases been of common use, many do not know its true concept that is because teaching chemistry is seen as an agglomerate of abstract theories, inducing memorization of this knowledge and excluding the true reason for the teaching of chemistry. To help the process of teaching-learning, the history of science can tease reflection about the science nature's, so that the students can understand how the chemical concept were build. Chemistry did not come out in a simple and repeated way (like is presented in the vast majority) there is a history about it. Therefore, the didactic book have a big influence in the teaching way. Because in some places is the only resource available to teachers and or students. With this dependency, the classes end up been based only on the available resources that are the LD. Once there is a dependency to this material to prepare the chemistry classes, we have the importance to investigate the history of science is present in Brazilian didactic books of chemistry, aimed at high school students. In a specific mode been analyzed the approved title by the national plan of 2018 didactic book. The criteria's of analyses been elaborated with base on Laurinda Leite (2002) work and Paulo Henrique Oliveira Vidal (2009), in the sense of adapting some categories to the interest of the research. For witch only the specific chapter acid-base was analyzed. From the six books analyzed, only the DL2 did not show historic information in the chapter analyzed, but it presented those data in other chapter and with a suggestion to discuss with the teacher. The books LD1, LD3, LD5 and LD6 showed all the criteria's established for analyses, being LD5 that more showed data or information characteristic to the science history, however, it's content is presented like a complementary material (optional content).

Key words: Acid-base. History of Science. Didactic books. PNLD-2018

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Controvérsia de termos ácido-base em notícia.	11
Figura 2: Nome e Fórmula Moderna.	25
Figura 3: Fórmula Moderna.	25
Figura 4: Representação de Berzelius para explicar sua Teoria Dualística.	27
Figura 5: Imagem cientista Arrhenius.	37
Figura 6: Quadro “O Alquimista de David Teniers” (1610-1690)	37
Figura 7: <i>Boxes</i> sobre Química tem História.	41
Figura 8: Foto do Personagem da Ciência, Arrhenius.	48
Figura 9: Imagem do Personagem Arrhenius.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Livros didáticos e suas respectivas bibliografias.	31
Tabela 2: Ocorrências de dados que caracterizam os critérios de análise	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 HISTÓRIA DA CIÊNCIA	15
3.2 LIVRO DIDÁTICO.....	16
3.3 HISTÓRIA DO CONCEITO DE ÁCIDO-BASE ATÉ TEORIA DE ARRHENIUS	18
4 METODOLOGIA.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 RESULTADOS	35
5.1.1 Livro 1 (LD1)	35
5.1.2 Livro 2 (LD2)	38
5.1.3 Livro 3 (LD3)	39
5.1.4 Livro 4 (LD4)	42
5.1.5 Livro 5 (LD5)	45
5.1.6 Livro 6 (LD6)	48
5.2 DISCUSSÃO	50
6 CONCLUSÃO.....	54
7 REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

Os ácidos e bases são duas das mais importantes categorias de compostos em toda a química. Os mesmos participam de um vasto número de reações e procedimentos analíticos nos laboratórios, na indústria e nos organismos vivos. Segundo Mahan (1995), talvez, não exista uma classe de equilíbrio tão importante quanto aquela envolvendo ácidos e bases, percebe-se que nos estudos da química, as reações ácido-base incluem uma grande quantidade de transformações químicas. Os equilíbrios entre ácidos, bases e água em células animais e vegetais são essenciais para a sobrevivência dos organismos. Para manter a espécie humana e proteger nosso ecossistema, precisa-se controlar a acidez da chuva, das águas naturais dos lagos e rios, e da água corrente fornecida nas cidades, para tais controles, utiliza-se os conceitos de ácido-base.

Os termos ácido e base são estudados desde muito tempo. Os próprios nomes são de origem medieval, a palavra ácido tem origem do latim *acidus*, significando azedo, e bases/álcali tem origem árabe *al qaliy*, significando cinzas vegetais. Tais palavras são de uso comum, ou seja, não fazem parte apenas do vocabulário científico/químico.

Porém, apesar de certa familiaridade, em especial com o termo “ácido” de maneira geral a compreensão da palavra acaba não se vinculando com o seu significado científico. Dentre os diversos motivos para tal, está a forma como os conceitos químicos tem sido apresentados nas escolas. Atualmente o ensino de química é visto como um amontoado de teorias sem sentido material, abstrato, fictício, sem aplicabilidade e envolvimento com o cotidiano (SILVA, apud ALVES et.al. 2012). Ações que induzem a memorização de informações, fórmulas, símbolos entre outros, que limitam a construção do conhecimento científico (MIRANDA; COSTA apud ANDRADE et.al. 2015). Nessa perspectiva, quem estuda os conceitos químicos não compreende os verdadeiros motivos para o ensino de química. A motivação que se tem relaciona-se a compreensão do conhecimento para realização de vestibulares e para a futura profissão a ser seguida. Essas limitações são decorrentes da descontextualização do ensino.

Segundo Rocha e Vasconcelos (2016), o ensino de química é tratado de maneira tradicional de forma descontextualizada e não é interdisciplinar, gerando desinteresse, e dificuldades de aprender a relacionar o conteúdo com o cotidiano. Essas limitações segundo Andrade e colaboradores (2013), estão relacionadas com as dificuldades de abstração de

conceitos, elaboração e compreensão de modelos científicos e o surgimento de concepções alternativas.

Há muitos questionamentos do porque se estudar química, presumem que a química é uma ciência limitada à pesquisa de laboratórios e a produção industrial. Mas, a química é a ciência que estuda a estrutura das substâncias, a composição e as propriedades das diferentes matérias, suas transformações e a variação de energia, ela faz parte do dia-a-dia, sem percebermos. O simples fato de estarmos vivos indica que reações químicas estão acontecendo dentro de nós, o tempo todo. Aprendendo química, é possível entender melhor o mundo ao nosso redor. Com ela sabe-se porque o detergente retira a gordura de utensílios domésticos, porque as folhas mudam de cor no outono e como a cerveja é produzida, por exemplo (SOARES, 2014). Independente da carreira que cada estudante almeja seguir, os conhecimentos químicos podem auxiliar na tomada de decisões ao se fazer uma compra de produto de limpeza por exemplo, ou evitar que se cometa um erro grosseiro como a acontece na notícia apresentada na figura 1.



Figura 1: Controvérsia de termos ácido-base em notícia.

Fonte: G1 – O portal de notícias da Globo, notícia corrigida disponível em:

<https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/rodovia-dos-bandeirantes-tem-trechos-bloqueados-apos-vazamento-de-soda-caustica.ghtml>.

Para que não ocorram erros como o da reportagem da figura 1, a História da Ciência surge para auxiliar no processo de ensino/aprendizagem, ela tem a capacidade de provocar reflexões sobre a natureza da ciência, o estudo sobre a elaboração das transformações dos conceitos, e ainda, de analisar relações entre a sociedade e ciência, o que remete-se a ideia de reconhecê-la como atividade humana (SILVA & SANTIAGO, 2012).

Beltran et. al. (2010), expressa ter consciência de que a História da Ciência pode ser uma forma de promover a aprendizagem de ciências, mas não é um método de ensino. Ela encaminha as discussões sobre o processo de construção do conhecimento científico. O que irá auxiliar para mudanças de ideia da superioridade e predestinação gerando diferentes modelos de conhecimento.

Entretanto, segundo Vidal (2009), não é qualquer história da ciência que estará adequada aos objetivos atuais da educação em ciência. Tal constatação se deve a análises de como essa área do conhecimento se desenvolveu, em particular ao conceito de ácido-base. A partir de reflexões da história do conceito, é que se pode investigar, quais as contribuições que a história da ciência pode oferecer ao ensino de ciências.

Segundo Navarro et.al. (2015), a inserção da História da Ciência no ensino de química é importante para que os alunos possam compreender como os conceitos químicos foram construídos, a química não surgiu de modo simples e repentino, existe uma história sobre ela. Os estudantes da Educação Básica dificilmente conseguem relacionar o Ensino de Ciência e a História da Ciência, mas quando conseguem estabelecer tal relação, concebem de forma equivocada, imediatista, como se a História da Ciência estivesse somente relacionada a descobertas geniais de fórmulas e teorias. As teorias não vieram por acaso. Para cada teoria, houve um tempo bastante considerável de estudos e pesquisas para que as propostas teóricas fizessem sentido e fossem aceitas pela comunidade.

Os alunos vêm as ciências como um campo em que as respostas simplesmente acontecem, e no livro didático estas respostas já vêm prontas, não exigidos raciocínio a respeito da teoria, e os alunos precisam saber como a ciência foi desenvolvida, que a ciência é passível de erros e mudanças, e que sofre influências de aspectos econômicos, políticos e sociais (NAVARRO et.al. 2015).

Navarro et. al. (2015) em seu trabalho remete o livro didático como grande influência no ensino, pois muitos professores são dependentes destes recursos, se apoiando totalmente

nele, tanto no preparo de suas aulas quanto na elaboração de programas escolares. Com essa dependência, sugere uma estreita relação entre o que está no livro didático e o que é abordado em sala de aula.

Assim, tem-se a importância de investigar como a história da ciência está presente em livros didáticos brasileiros de química, voltados para alunos do ensino médio. De modo específico, foram analisadas as obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático de 2018 (BRASIL, 2017), utilizando como instrumento crítico os acontecimentos históricos do conceito específico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo adequar critérios metodológicos para identificar e analisar como a História da Ciência é abordada nos diferentes livros didáticos aprovados no último Plano Nacional do Livro Didático (PNLD2018, 2017), especificamente sobre o desenvolvimento do conceito de ácido-base da antiguidade até teoria de Arrhenius.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adequar critérios metodológicos, readequando-os para análise do conteúdo histórico nos livros didáticos da disciplina de Química;
- Identificar como a História da Ciência está presente nos livros didáticos aprovados no PNLD-2018;
- Analisar segundo critérios metodológicos como é abordada a História da Ciência em relação ao conceito de ácido-base entre diferentes exemplares de livros didáticos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Alfonso-Goldfarb em sua obra *O QUE É História da Ciência*, sugere que não deveria ser difícil compreender a História da Ciência, pois acredita-se que o próprio nome já explica seu sentido. Ciência e História são conhecimentos que grande parte das pessoas, possuem alguma afinidade. O problema que surge, é de tentar exemplificar o que é História da Ciência. Não basta juntar os dois conhecimentos (história e ciência) para se obter o produto final (história da ciência). A combinação dos dois conhecimentos diferentes, irá produzir um terceiro, com características próprias, ainda que se pareçam com os que deram sua origem (ALFONSO-GOLDFARB, 1994).

Alfonso-Goldfarb (1994) coloca em sua obra (p.35), que existe “[...] uma forma muito especial de fazer História da Ciência: falar dos erros do passado e assim destacar os acertos do presente”.

A inclusão de História da Ciência no ensino, se fundamenta na Filosofia e Epistemologia. As concepções de ciência interferem na seleção e na abordagem dos conteúdos. A incorporação da História da Ciência é considerada indispensável para a humanização da ciência e para o enriquecimento cultural, acoplando ciência e sociedade, mudando as concepções simplistas sobre a ciência para posições mais relativistas e contextualizadas sobre esse tipo de conhecimento (OKI & MORADILLO, 2008).

Oki e Moradillo, citam Michael Matthews, pesquisador que defende a relevância da História e da Filosofia no ensino de ciências. Para Matthews (1994), ensinar sobre as ciências inclui tanto a discussão da dinâmica da atividade científica e de sua complexidade manifestada no processo de geração de produtos da ciência (hipóteses, leis, teorias, conceitos, etc.) quanto a validação e divulgação do conhecimento científico, envolvendo alguma compreensão da dinâmica inerente a sua legitimação (OKI & MORADILLO, 2008).

A História da Ciência permite que o professor possa compartilhar com seus alunos determinados aspectos da ciência em sala de aula, como o fato do conhecimento científico

envolver conflitos e debates, assim como ocorre em qualquer outra área da atividade humana (BELTRAN, ORTIZ & RODRIGUES, 2011). O objetivo de utilizar a História a Ciência no ensino não é apenas conceitos e teorias de maneira pronta, mas sim na apresentação da construção desses conceitos e teorias.

Muitos professores vêem a História da Ciência no ensino como uma barreira, pois são raros os materiais disponíveis nesta área e também por não conseguirem dar conta de todo o conteúdo curricular, não têm tempo suficiente para abordar a História da Ciência (BELTRAN, ORTIZ & RODRIGUES, 2011).

Beltran, Ortiz e Rodrigues (2011) propõem a utilização da História da Ciência no ensino como uma importante ferramenta ao professor em sala de aula. A História da Ciência no ensino não incide em ensinar a ciência do passado, no entanto, com a utilização adequada de fontes, o professor pode auxiliar seus alunos a possuírem uma visão crítica em relação à ciência e a construção do conhecimento científico.

Na proposta para o ensino de Beltran e colaboradores. Os materiais didáticos disponíveis para o professor, raramente abordam a História da Ciência e, quando há esta abordagem, é através de pequenas biografias, separadas do texto principal, que dão ao aluno uma visão distorcida da ciência, de que ela é neutra, livre de erros, que é apenas constituída pelos acertos de poucos e raros gênios.

3.2 LIVRO DIDÁTICO

Segundo BRASIL (2017), o livro didático é um importante instrumento para que professores de todas as áreas desenvolvam seu trabalho nas escolas de Educação Básica. Para a disciplina de química, os livros didáticos apresentam conceitos, procedimentos e informações sobre a ciência, a tecnologia, o ambiente, a indústria, entre outros. A abordagem presente nos livros didáticos pode contribuir para que os/as estudantes percebam as relações entre os níveis macroscópico, teórico e representacional, que são próprios do conhecimento químico.

Itamar Freitas (2009) em sua discussão, definiu operacionalmente o livro didático como sendo:

[...] Um artefato impresso em papel, que vincula imagens e textos em formato linear e sequencial, planejado, organizado e produzido especificamente para uso em

situações didáticas, envolvendo predominantemente alunos e professores, e que tem a função de transmitir saberes circunscritos a uma disciplina escolar[...] (ITAMAR FREITAS, 2009).

O livro didático exerce grande influência no ensino, e muitos professores utilizam o livro didático como uma “bíblia”, não conseguindo ministrar suas aulas sem seu apoio. O livro didático e sua acessibilidade facilita o trabalho em sala de aula por apresentar figuras, exercícios, esquemas e explicações. Muitos desses livros didáticos apresentam a História da Ciência de forma equivocada. Navarro et.al. (2015) citam Caluzi & Marques (2005) que a história da ciência não é a que muitos livros apresentam, pois valorizam apenas um feito científico importante, uma descoberta com “data e hora marcada” e que foi aceita pela comunidade científica da época. Um problema para inserir a História da Ciência nos livros didáticos é a metodologia do ensino ser muito conteudista ou tradicional, segundo Ferraz (2016), modelo mais comum nas escolas públicas e particulares brasileiras.

O método conteudista ou tradicional, segundo Kruger e Ensslin (2013, p. 222) “o professor é o sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem, repassando seu conhecimento aos alunos, normalmente por meio de aula teórica”, já os alunos, segundo Fernandes (1998), são “passivos, que absorvem quantidades de informações que serão cobradas posteriormente “ao pé da letra” e que são esquecidas tempos depois, por terem sido transmitidas com muita rapidez e superficialidade”.

Embora o método mais comum nos processos de ensino-aprendizagem sejam conteudistas, os livros atuais de Química têm abordado o nível macroscópico por meio da proposição de experimentos, da contextualização e da valorização da história da ciência (BRASIL, 2017).

Segundo Brasil (2017), a história da química é uma das maneiras de compreender a natureza da ciência com a produção do conhecimento químico, das influências do seu desenvolvimento e a construção coletiva da ciência. O Guia do PNL D 2018, reconhece que não é algo trivial e simples de se trabalhar com a história da química. Porém a história da química pode fazer parte do conteúdo dos livros didáticos e colaborar para melhor compreensão da natureza da ciência.

[...]os livros atuais têm buscado apresentar a história da ciência a partir de fatos que consideram a diversidade e a pluralidade do desenvolvimento da química na humanidade [...] (BRASIL, 2017, p.12).

Por fim, trabalhar com História da Ciência, não é uma tarefa fácil, mas deve ser superada nas aulas de química, pois é com o auxílio dela que os alunos podem compreender a verdadeira

evolução da ciência, da relação dos cientistas com a produção do conhecimento químico, e entender a natureza da ciência.

3.3 HISTÓRIA DO CONCEITO DE ÁCIDO-BASE ATÉ TEORIA DE ARRHENIUS

As noções de ácido e base existem há muito tempo, na pré-história, pode-se imaginar que ao saborear uma fruta, nota-se algumas mudanças do sabor, conforme a variedade, época da produção ou de estágio de amadurecimento. Acredita-se que qualquer ancestral saberia diferenciar, independente das condições, as diferenças de acidez de alguns alimentos (MORENO et.al., 2015).

Mais tarde, o vinagre pode ser considerado como o único ácido conhecido pelos antigos egípcios, gregos e romanos, derivado da oxidação do suco de fruta fermentado, o próprio vinho. A palavra ácido tem origem do latim *acidus*, significando azedo, ácido. Já os álcalis conhecidos pelos antigos era o potássio (carbonato de potássio), adquirido pelas cinzas de madeira. Álcali tem origem árabe *al qaliy*, significando cinzas vegetais (CHAGAS, 2000). A soda (carbonato de sódio) produzido pela evaporação da águas alcalinas, e cal (óxido de cálcio) produzida por conchas de assar. Soda cáustica e potássio cáustico (hidróxido de sódio e potássio), foram produzidos pela ação da cal sobre a soda e potássio. Durante a Idade Média, os alquimistas aprenderam a produzir *aqua fortis* (ácido nítrico), *aqua regia* (mistura de ácido nítrico com ácido clorídrico) e o *óleo de vitriol* (ácido sulfúrico) (KOLB, 1978).

Johann Rudolph Glauber (por volta de 1600), realizou muitos experimentos com os ácidos e álcalis. Reconheceu que os sais eram compostos de duas partes, sendo uma de um ácido e a outra um metal ou seu óxido (um álcali), e que eram os ácidos que diferenciam em forças (KOLB, 1978).

Os ácidos proporcionaram a produção e caracterização dos sais cada vez mais diversificados, e espíritos, partes espirituais do corpo que a destilação permite separar, cada vez mais numerosos. Assim, os alquimistas desenvolveram métodos para atribuir identidades operacionais às substâncias.

Alfonso-Goldfarb, relata, que no século XVII, havia uma desordem para a classificação das substâncias conhecidas, uma das tentativas coincidia em classificar pela teoria ácido-alcalino, de origem vitalista e holista. Essa teoria, elaborada por van Helmont, propõe que a

digestão seria congruente à fermentação, assim as secreções viscerais seriam classificadas como produtos finais da fermentação, em ácido e alcalino (SILVA E SANTIAGO, 2012).

Com as analogias de Helmont, para unificar a química e a fisiologia, Otto Tanchenius publicou um estudo afirmando que se ambas poderiam igualar-se pela teoria de ácido-alcalino, poderiam ser compreendidas para o desdobramento do mundo orgânico e inorgânico. Assim, todas as substâncias careceriam de um elemento ácido ou um alcalino (SILVA E SANTIAGO, 2012).

Boyle (1627-1691), sempre convicto que o termo elemento usado na época era um conceito errado. Para ele, nunca sentiu falta de qualquer elemento, com exceção dos corpúsculos (partículas pequeníssima dos corpos). Mas, sua descrença não lhe impediu de reconhecer algumas substâncias. Ele chegou a sua classificação através de experiências comuns e de uma investigação física e química combinadas (OLIVEIRA, 1992).

As mudanças de cor que observava nas reações químicas, sempre lhe chamava atenção. Em seu livro *Sceptical Chymist*, descreve várias reações que envolve mudanças de cor, mas foi na obra *Experiments and Considerations Touching Colours* que descreve vários modos de se produzir cores, o que indicou essas transformações de cores como: classificação química e identificação (OLIVEIRA, 1992).

Boyle rejeitou a teoria ácido-álcali da química, embora reconhecesse ácidos e álcalis como classes importantes de substâncias. Em 1663, ele observou que os ácidos, além de seu sabor amargo tinha excepcional poder solvente, possibilidade de colorir certos corantes vegetais azuis vermelhos e uma ação precipitante sobre o enxofre dissolvido. Álcalis, por outro lado têm uma sensação escorregadia e propriedades detergentes, a capacidade de dissolver óleos e enxofre, e a capacidade de neutralizar o ácido e destruir suas propriedades. Os testes de Boyle mostraram que algumas substâncias eram neutras e não classificavam como ácido ou como álcalis (KOLB, 1978).

Estes mesmos testes permitiam a Boyle determinar a pureza das substâncias químicas. Também descobriu que bases diferentes davam diferentes precipitados coloridos com a sublimação do mercúrio. Agora, poderia distinguir todos os tipos de base (OLIVEIRA, 1992).

Com esses testes, Boyle confiou na sua importância para as descobertas, pois no século XVII, havia muita confusão em relação a identidade e composição de várias substâncias simples (OLIVEIRA, 1992).

Em seu trabalho com ácidos e bases, Boyle acrescentou diversos outros testes específicos. Estes testes proporcionaram-lhe a capacidade de discutir a composição das substâncias, que poderiam ser chamados apenas de termos positivistas. Isso poderia ser a maior contribuição de Boyle a química, que tornou mais fácil o trajeto para os grandes passos para a realização da química experimental no século XVIII (OLIVEIRA, 1992).

Após seu trabalho de testes com indicadores, tornou-se frequente o uso dessa prática, o que fez Bergman escrever que os ácidos são sensíveis a extrato de plantas azuis, e que há uma graduação de cores, podendo diferenciar ácidos fortes de fracos (SILVA & SANTIAGO, 2012).

O estudo dos álcalis feitos por Joseph Black foi fundamental para a compreensão da química moderna. Black estabeleceu experimentos de análises qualitativas e quantitativas, utilizando a balança para argumentar algumas teorias. Confiou em uma teoria que foi abandonada, mas obteve resultados muito decisivos para o pensamento da química moderna (SICCA & GONÇALVES, 2002).

Quando Black iniciou suas investigações, havia muito debate para a produção e uso de remédios para tratar a acidez estomacal e dissolução de cálculos renais. Black desenvolveu uma investigação detalhada sobre a produção de *magnésia alba* (carbonato hidratado de magnésio) (SICCA & GONÇALVES, 2002). Ele também fez uma investigação sobre a natureza e virtudes do pó assim preparado. E observava que é uma terra absorvente, que se une facilmente com todos os ácidos (ácido vitriólico, nítrico, espírito de sal e vinagre destilado), e necessariamente destrói qualquer acidez que encontre no estômago. Mas, seu poder purgativo é incerto, pois as vezes não tem menor efeito desse tipo. Segundo seu raciocínio, é um purgante somente quando convertido em uma espécie de sal neutro por um ácido no estômago, seu efeito é proporcional a quantidade desse ácido (BLACK, 1755 p.6)

Utilizando-se de outro processo para obtenção da magnésia, assegurou através do experimento, que o produto de ambos era exatamente o mesmo, e a partir disto, passou a investigar as propriedades químicas da magnésia alba (BLACK, 1755 p.7).

Em sua obra: “*Experiments upon Magnesia Alba*” (1755) Joseph Black coloca:

“Minha curiosidade levou-me, há algum tempo atrás, a investigar mais particularmente a natureza da magnésia e, sobretudo, a comparar suas propriedades com as de outras terras absorventes, das quais me pareciam claramente tipos muito diferentes, embora comumente confundidos sob

um nome. De fato fui levado e esse exame das terras absorventes, em parte pela esperança de descobrir uma nova espécie de cal e de água de cal que poderia ser um solvente mais poderoso da pedra do que a comumente usada; Mas fiquei desapontado com as minhas expectativas”. (p.7)(tradução própria)

Em relação às propriedades químicas da magnésia, pretendia-se saber que tipo de sais neutros poderiam ser obtidos unindo a cada ácido já citado. E o que pode-se perceber é que a magnésia é rapidamente dissolvida com violenta efervescência, ou explosão de ar, pelos ácidos de vitriol, nitre, sal comum (espírito de sal) e pelo vinagre destilado. Os licores salinos neutros produzidos, tiveram sua propriedade peculiar, quanto as cores, tipos de cristais e propriedades dos mesmos.

Analisando-se os dados concluiu que magnésia diferencia-se de terras alcalinas comuns. E iniciou procedimentos de identificação de substâncias, através de processos de calcinação, destilação, dissolução e cristalização. Com isso percebeu que a magnésia alba perdia peso quando calcinada com ácido, retornando sua investigação para as partes voláteis, que provocavam o desprendimento de calor, e esse calor era atribuído as partículas de fogo adquiridas pelo óxido durante sua obtenção pela calcinação do carbonato.

Black verificou que a magnésia calcinada era mais leve que a magnésia alba. Observou também que se dissolvermos a magnésia calcinada em espírito de vitríolo produz um pó branco, que tem as mesmas propriedades da magnésia alba, o que concluiu que esta tinha se regenerado, recuperando suas propriedades perdidas na calcinação (SICCA & GONÇALVES, 2002)

Black mostrou que a magnésia Alba ($x\text{MgCO}_3$, $y\text{Mg(OH)}_2$, $z\text{H}_2\text{O}$) ao ser calcinada liberava um gás que ele chamou de ar fixo (CO_2), pois estava fixo na pedra (SILVA & SANTIAGO, 2012). Ele provou por meio de experimentos gravimétricos que o ar fixo não era o ar ordinário, mas uma substância diferente, dos materiais já estudados. Tentando com água de cal, percebeu-se que o fluído liberado era o mesmo produzido na fermentação alcoólica, queima de carvão e em grande parte na respiração de animais (SICCA & GONÇALVES, 2002).

Essa descoberta contribuiu para o desenvolvimento da Química Pneumática, e sucessivamente, contribuiu para a descoberta do oxigênio, denominado na época como ar vital (SICCA & GONÇALVES, 2002).

Até metade do século XVIII, não se tinha uma definição precisa do que eram os ácidos, álcalis e nem sobre os sais. O que se tinha, eram apenas tentativas de identificar tais compostos (SILVA & SANTIAGO, 2012).

A explicação de Lavoisier (1743-1794) sobre a acidez e a alcalinidade era, portanto, semelhante da teoria do flogisto, baseada no conceito ou nos princípios de propriedades. Na prática, no entanto, sua identificação do nitrogênio com o princípio da alcalinidade mostrou-se apenas tentativas, e seu sistema final baseava-se apenas num princípio universal de acidez “oxigênio” (JENSEN, 1979 p.18).

Viu-se que o ar da atmosfera era principalmente composto de dois fluidos aeriformes ou gases, um respirável, capaz de manter a vida dos animais, no qual os metais se calcinam e os corpos combustíveis podem queimar; o outro tem propriedades de todo oposta, nele os animais não podem respirar, não pode manter a combustão etc. Deu-se a base da porção respirável do ar o nome de oxigênio (duas palavras do grego: *ácido* e *eu engendro*—formador de ácido), porque de fato uma das propriedades mais gerais dessa base é formar ácidos com a maior parte das substâncias. Chamaremos, portanto, de gás oxigênio a reunião dessa base com o calórico (calor) (LAVOISIER; tradução 2007, p.51).

Não conhecendo muito bem as propriedades do ar não respirável, deduziu-se apenas o nome da base cuja propriedade é a de privar da vida os animais que a respiram, chamou-se de azoto (do α , negação para gregos, vida), assim essa parte não respirável do ar fara o gás azótico. (LAVOISIER; tradução 2007, p.51)

Através dos experimentos de Lavoisier com combustão, verificou-se que o fósforo pela sua combustão, seja no ar comum, seja no gás oxigênio, transforma-se em um material branco flocoso muito leve e com propriedades novas: antes insolúvel em água, após a combustão ele se torna não apenas solúvel mas atrai a umidade contida no ar com surpreendente rapidez e se transforma em um licor muito mais denso do que a água e de peso específico muito maior. Antes da combustão o fósforo não tinha quase nenhum gosto. Pela reunião com o oxigênio, ele adquire sabor extremamente ácido e picante. Da classe dos combustíveis, ele passa a ser das substâncias incombustíveis e se torna o que se chama de ácido (óxidos aquosos) (LAVOISIER; tradução 2007, p. 56).

A conversão de uma substância combustível em ácido pela adição do oxigênio, é uma propriedade comum a muitos corpos. Essa conversão chamou-se de oxigenação, em geral, a

combinação de um corpo combustível qualquer com o oxigênio (LAVOISIER; tradução 2007, p. 56).

O ácido aeriforme, produzido através de carvão e oxigênio, era chamado de ar fixo ou ar fixado. Ignoravam, se esse ar, era o semelhante aquele da atmosfera ou a outro fluido elástico, viciado e gasto pela combustão. Lavoisier relata em seu trabalho que:

“Visto que é sabido hoje que essa substância aeriforme é um ácido, pois se forma, como todos os outros ácidos, pela oxigenação de uma base, é fácil ver que o nome de ar fixo não lhe convém” (LAVOISIER; tradução 2007, p. 57)

Os três exemplos citados em seu livro (fósforo, enxofre e carvão), Lavoisier mostra por uma série de fatos, que a formação dos ácidos ocorre pela oxigenação de uma substância qualquer. Estes exemplos, bastam para dar uma ideia clara e precisa da maneira pela qual se formam os ácidos. Vê-se que o oxigênio é o princípio comum a todos e ele constitui a sua acidez; que são diferenciados uns dos outros pela natureza da substância acidificada. Portanto, é preciso distinguir, em todo ácido, a base acidificável, e o princípio acidificante, isto é, o oxigênio. Chamou, portanto, ácidos de forma geral o resultado da combustão ou da oxigenação. (LAVOISIER; tradução 2007, p. 57-58).

Assim como o ácido de enxofre, que era chamado de ácido vitriólico e o ácido aeriforme, como o nome de ar fixo, ignorava-se que esses ácidos eram o resultado da combustão, e da combinação do carbono com o oxigênio. Converteu-se o nome ácido vitriólico para o de ácido sulfúrico, e o de ar fixo para ácido carbônico; mas não foi possível seguir o mesmo plano no que se refere aos ácidos cuja base era desconhecida (LAVOISIER; tradução 2007, p. 59).

Embora não se tenha chegado nem a compor e nem a decompor o ácido que se retira do sal marinho, não se pode duvidar, entretanto, que ele é formado, como todos os outros, da reunião de uma base acidificável com o oxigênio. Chamou-se essa base desconhecida de base muriática, radical muriático. Assim, sem poder determinar qual é exatamente a composição do ácido muriático, designaremos sob essa denominação um ácido volátil, cujo estado natural é a forma gasosa no grau de calor e de pressão que sentimos, que se combina com a água em grande quantidade e com muita facilidade. Até aquele momento, não havia um meio de separar o radical acidificável, tão fortemente ligado ao oxigênio. O ácido muriático apresenta, uma característica muito notável: tem diferentes graus de oxigenação, assim como o ácido do enxofre, mas com o excesso de oxigênio, produz um efeito contrário aquele que causa no ácido enxofre (LAVOISIER; tradução 2007, p.60).

Mesmo enquanto Lavoisier estava formulando sua teoria do oxigênio da acidez, evidências contra ela estavam se acumulando. Já em 1787, Berthollet havia demonstrado que o ácido cianídrico não continha oxigênio e, mais tarde, chegou à mesma conclusão com relação ao sulfeto de hidrogênio; Mas essas observações levaram pouco à frente da unificação esmagadora que o sistema de Lavoisier parecia prometer (JENSEN, 1979 p.22).

Os hidrácidos dos halogêneos (HF, HCl, HBr e HI), não apresentaram originalmente um problema. HBr e HI ainda não eram conhecidos, o flúor não deveria ser isolado até 1886, e Lavoisier, de acordo com seu sistema, simplesmente postulou que o cloro era o óxido ainda não decomposto de um elemento que ele chamou de radical muriático ou muriaticum (JENSEN, 1979 p.22).

No entanto, tentativas repetidas de detectar a presença de oxigênio no cloro e cloreto de hidrogênio finalmente o levaram a concluir em 1810 que, com base na definição operacional de Lavoisier, o cloro era um elemento. A descoberta do iodo em 1811 e o subsequente trabalho de Gay-Lussac sobre a acidez do iodeto de hidrogênio e sua confirmação do trabalho anterior de Berthollet sobre o cianeto de hidrogênio (HCN), que o ácido prússico (HCN) não continha oxigênio, mas tinha propriedades de ácido fraco que foi concluído que não era um ácido verdadeiro, deram suporte adicional a esta conclusão (JENSEN, 1979 p.22).

A resposta a essas descobertas foram variadas. Berthollet, Davy e Gay-Lussac expressaram dúvidas a respeito de uma ou outra vez quanto à existência de um único princípio acidificante (JENSEN, 1979 p.22). Davy, em seu trabalho original sobre o ácido muriático (HCl), que é um ácido muito forte que contém o óxido do elemento “murium”. Mostrou que o ácido continha apenas hidrogênio e um outro elemento, que ele chamou de cloro. O ácido muriático não continha oxigênio; portanto o “princípio acidificante” não poderia ser o oxigênio. Sugeriu que poderia ser hidrogênio, o verdadeiro princípio acidificante no composto, mas, havia muitos compostos de hidrogênio que não eram ácidos (KOLB, 1978).

Mais tarde, em seus estudos sobre o iodo e os compostos de flúor, atribuiu a acidez a uma combinação particular de hidrogênio e halogênio, escrevendo que “a acidez não depende de quaisquer substâncias elementares peculiares, mas de combinações peculiares de várias substâncias” (JENSEN, 1979 p.22).

Em 1833 Thomas Graham conseguiu desvendar a química complexa dos fosfatos. Sua solução era completamente dualista por natureza. Os “ácidos” fosfóricos atuais foram

formulados como hidratos ácidos envolvendo o óxido de ácido P_2O_5 e quantidades variáveis de H_2O fracamente “básico” (JENSEN, 1979 p.22):

Modern Name and Formula		Graham's Formula (using modern atomic weights)
Orthophosphoric acid	H_3PO_4	$P_2O_5 \cdot 3H_2O$
Pyrophosphoric acid	$H_4P_2O_7$	$P_2O_5 \cdot 2H_2O$
Metaphosphoric acid	HPO_3	$P_2O_5 \cdot H_2O$

Figura 2: Nome e Fórmula Moderna.

Fonte: JENSEN, 1979 p.22.

No caso dos dois primeiros ácidos, pode-se produzir uma série de sais de acidez decrescente substituindo progressivamente cada uma das moléculas H_2O fracamente básicas por uma base forte como Na_2O . Por exemplo;

Modern Formula	Graham's Formula (using modern atomic weights)
NaH_2PO_4	$P_2O_5 \cdot 2H_2O \cdot Na_2O$
Na_2HPO_4	$P_2O_5 \cdot H_2O \cdot 2Na_2O$
$Na_2H_2P_2O_7$	$P_2O_5 \cdot H_2O \cdot Na_2O$

Figura 3: Fórmula Moderna.

Fonte: JENSEN, 1979 p.22.

Note que todas as fórmulas de Graham são consistentes com os fatos da estequiometria (JENSEN, 1979 p.22).

Nos primeiros anos do século XIX, a ideia de ácidos polibásicos era desconhecida. Quando Graham estudou os ácidos de fósforo, ele decidiu que os ácidos orto-, meta- e pirofósforico (H_3PO_4 , HPO_3 e $H_4P_2O_7$) eram diferentes devido as quantidades variáveis de água que continham, mas ele também observou que variaram no número de unidades de base que poderiam neutralizar. Pouco depois, Justus von Liebig fez um estudo semelhante com alguns ácido orgânicos. Ele descobriu, por exemplo, que os ácidos cianóicos, tartárico e cítrico

parecem ser capazes de reagir com uma, duas e três unidades de base, respectivamente. Logo, estava pensando em termos de ácidos monobásicos, dibásicos e tribásicos (KOLB, 1978).

Liebig (1838) despertou a ideia de Davy de que o hidrogênio era o componente essencial nos ácidos. Apoderou-se de que todos os ácidos eram “compostos de hidrogênio nos quais o hidrogênio poderia ser facilmente substituído por metais”. O número de tais átomos de hidrogênio substituíveis determinou se o ácido era monobásico ou polibásico. Já as bases continuaram a ser consideradas simplesmente como qualquer substância que poderia neutralizar os ácidos, formando sais (KOLB, 1978).

Os requisitos específicos de composição para as bases, por outro lado, não foram tão rigorosamente definidos como os dos ácidos. Em geral, o termo aplica-se tanto a óxidos metálicos como a hidróxidos metálicos, independentemente da sua solubilidade em água (JENSEN, 1979 p.26).

Alguns químicos haviam mantido a teoria do hidrogênio de ácidos e sais antes de Liebig e foram também formulados aproximadamente ao mesmo tempo pelo eletroquímico inglês Daniell (JENSEN, 1979 p.26).

Após o desenvolvimento da bateria por Alessandro Volta (1800) os químicos começaram a usar este novo dispositivo para decompor todos os tipos de substâncias. Muitos compostos ao serem submetidos a uma corrente elétrica se romperiam para produzir novos materiais nos dois eletrodos. Jons Jacob Berzelius e William Hisinger (1803) descobriram que quando as soluções de sal foram submetidas a eletrólise, as bases foram encontradas no pólo negativo e nos ácidos no pólo positivo. Eles interpretaram isso como significando que ácidos e bases devem carregar cargas elétricas opostas (KOLB, 1978).

As contribuições de Jöns Jacob Berzelius (1779–1848) à Química foram inúmeras, nos mais variados campos de atuação dessa ciência, entre elas a Teoria Dualística. Essa teoria explica como os corpos simples se unem para formar corpos compostos. Utiliza da natureza elétrica de cada corpo para justificar a ligação entre os corpos simples. Berzelius acreditava que os corpos possuíam características elétricas (CEDRAN, 2015).

Na imagem a seguir, representa a demonstração da Teoria Dualística de Berzelius, na qual representa uma molécula de água em diferentes campos elétrico. Para a primeira figura, Fig.1, a molécula de água representada por pequenos círculos, equivale as duas partes contituíntes dos corpos, proposto por Berzelius, e esta não possui nenhum campo elétrico. Jána figura do meio Fig. 2, a molécula de água é submetida a um campo elétrico por meio de dois

eletrodos (+E e -E). Com o campo ativo, o oxigênio é atraído pelo polo positivo, enquanto que o hidrogênio é atraído pelo polo negativo. E a terceira figura Fig.3, representa o comportamento de um sal genérico na presença de um campo elétrico.

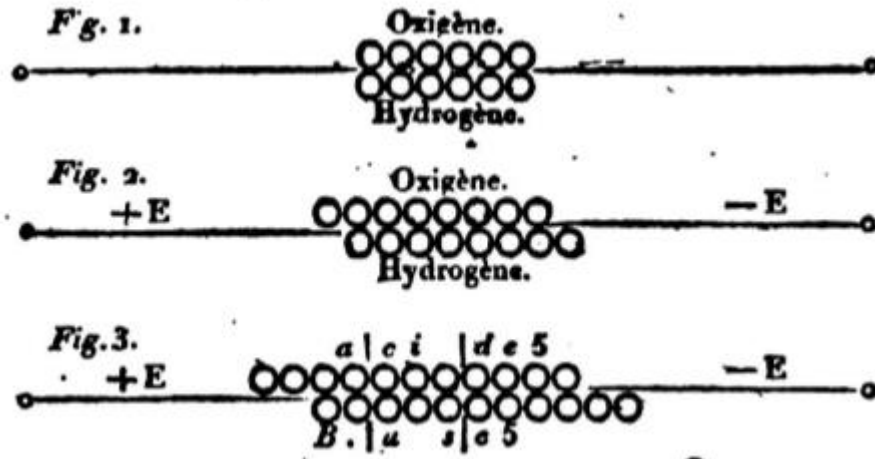


Figura 4: Representação de Berzelius para explicar sua Teoria Dualística.

Fonte: CEDRAN, 2015.

Esta representação, indica que a parte ácida, componente do sal, é atraído pelo polo positivo enquanto que a parte básica, é atraída para o polo negativo. Portanto, para o exemplo utilizado da água, o oxigênio é a parte ácida do sal e apresenta caráter negativo, já o hidrogênio e a parte básica do sal, o qual possui caráter positivo. Segundo Cedran (2015), tal conclusão foi possível devido ao deslocamento de cada espécie química quando foram submetidos aos campos elétricos. As cargas atribuídas às diversas espécies químicas não são quantitativas, apenas indicativas. Elas não poderiam ser determinadas, pois a noção da existência de uma partícula carregada eletricamente só foi introduzida no final do século XIX, com a descoberta do elétron, cerca de 70 anos depois do modelo proposto de Berzelius (CEDRAN, 2015).

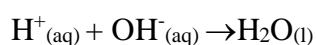
Berzelius concluiu que as reações ácido-base eram simplesmente o resultado de atrações elétricas, e estendeu esta idéia a outros tipos de reações químicas também. Sua teoria dualista (1812) explicou todas as interações químicas em termos de neutralização de cargas elétricas opostas (KOLB, 1978).

Svante August Arrhenius publicou em 1887 a Teoria Química dos Eletrólitos com hipóteses como a de que os eletrólitos consistiam de moléculas ativas e inativas. Contudo, apenas as ativas conduziam eletricidade e que eram na realidade os eletrólitos, as moléculas poderiam decompor-se assim que dissolvidas em água formando os eletrólitos.

Arrhenius definiu ácido como sendo um composto que contém hidrogênio e reage com a água para formar íons hidrogênio. HCl é um ácido de Arrhenius, pois libera íons H^+ quando dissolvido em água, já CH_4 não é um ácido pois não libera os íons hidrogênio na água. Base é um composto que produz íons hidróxido na água. O NaOH é uma base de Arrhenius porque íons OH^- vão para a solução quando dissolvida, a amônia também se enquadra nessa definição, pois íons OH^- são produzidos pela reação com a água.



O sódio metálico, embora produza íons OH^- quando reage com a água, não conta como uma base de Arrhenius porque é um elemento, e não um composto como requer a definição. A neutralização seria a reação entre os íon H^+ e OH^- produzindo água, conforme a seguinte equação:



Svante August Arrhenius, durante seu estudo de eletroquímica, observou que soluções de sais, ácidos e bases eram os únicos líquidos que conduziriam uma corrente elétrica. Sugeriu (1887) que quando esses compostos se dissolviam em água, eles se dissociavam em partículas carregadas, que ele chamava de “íons”. Arrhenius teorizou que os íons formam-se logo que os compostos são dissolvidos em água (KOLB, 1978).

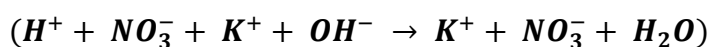
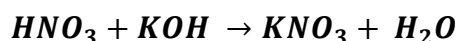
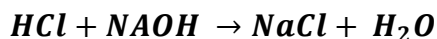
De acordo com a teoria de Arrhenius, que é utilizado nos dias de hoje, os ácidos são compostos que produzem íons de hidrogênio em solução aquosa



E bases são substâncias que fornecem íons de hidróxido em solução aquosa.



Quando um ácido e uma base neutralizam outro, os produtos são um sal e água.

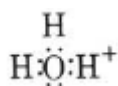


Em forma generalizada, a reação ácido-base de Arrhenius poderia ser escrita



Os íons de hidrogênio do ácido combinando com íons hidróxido da base para produzir água (KOLB, 1978).

Talvez devesse ser mencionado que os cations H^+ são únicos em não ter elétrons. Seu tamanho pequeno faz sua densidade de carga muito alta. O íon H^+ é um próton e os protons livres não existem na solução de água. Embora muitas vezes escrito como H^+ por uma questão de simplicidade, os íons de hidrogênio em soluções ácidas são realmente ligados a moléculas do solvente. Uma maneira de indicar isso nas equações é escrevendo $H^+(aq)$ para significar a solvação “aquosa” do íon. Outra maneira é usando o íon hidronio H_3O^+ , que é um próton ligado a uma molécula de água (KOLB, 1978).



O íon hidronium enfatiza o papel do solvente em reações de ácidos que ocorrem em solução aquosa.



Uma vez que as moléculas de água líquida existem em grupos ligados a hidrogênio, com cerca de quatro unidades de H_2O num grupo médio à temperatura ambiente, pode ser que a fórmula atual para o hidrogênio aquoso esteja mais próxima de $H_9O_4^+$ (embora raramente seja escrita desta forma). Em qualquer caso, esse fato não diminui a utilidade do íon hidrônio, que continua a ser a maneira mais simples e prática de indicar a ligação covalente dos íons H^+ à água (KOLB, 1978).

Através do desenvolvimento da teoria de dissociação eletrolítica de Arrhenius, foi possível explicar a condutividade elétrica das soluções, teve ampla aplicação em vários campos da ciência. A teoria de Arrhenius foi um sucesso para explicar as reações ácido-base em meio aquoso, mas não incluía reações semelhantes que ocorriam em solventes não aquosos (SILVA & SANTIAGO, 2012).

O desenvolvimento das teorias ácido-base, como outras teorias, se faz no sentido de procurar sistematizar e explicar o maior número possível de fatos químicos, bem como prever novos fatos e resolver outros problemas químicos. Considerando a teoria de Arrhenius, à medida que estes novos resultados foram se acumulando a teoria foi se mostrando incapaz de dar conta dos mesmos, a partir disso, surgiram outras duas novas teorias: a teoria protônica (1923) e a teoria dos sistemas solventes (1920). Estas por sua vez se desenvolveram e passaram pela mesma situação (CHAGAS, 2000).

Segundo Martins e colaboradores (2015) acredita que nos dias de hoje, a definição de Arrhenius tornou-se obsoleta para a pesquisa acadêmica, aplica-se apenas casos particulares, mas continua sendo bastante estudada no Ensino Médio, possivelmente por ser prática, simples e, por isso, funcional, além da sua presença maciça nos livros didáticos de Química. Ou seja,

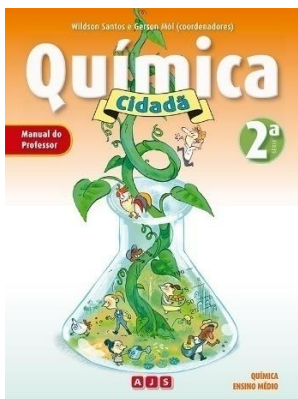
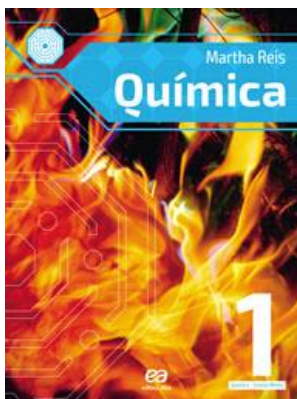
geração após geração, seu uso se renova. A definição de Arrhenius é, contudo, uma curiosidade histórica que, por inépcia ou vício de nosso sistema educativo, permanece sem o *status* de atualidade. Estudos posteriores como as teorias protônicas de Brønsted e Lowry e a teoria eletrônica de Lewis são modelos de maior aplicabilidade e reconhecimento no meio científico e, quando muito, são superficialmente abordadas no Ensino Médio, usualmente nas aulas de Química Orgânica (MARTINS, MORENO & RAJAGOPAL, 2015).

4 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho, consiste em uma pesquisa bibliográfica. Segundo Antonio Carlos Gil (2008), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Propõe ainda, que é indispensável o uso da pesquisa bibliográfica para estudos históricos, pois não há outra maneira de conhecer os fatos passados senão com base em dados secundários.

Para a seleção das obras analisadas, foi feito um levantamento dos livros didáticos dirigidos para o ensino médio no Brasil, exemplares aprovados no Plano Nacional do Livro Didático - PNLD, para serem utilizados no ano de 2018. Essa análise ocorreu com seis livros didáticos de química (Tabela 1), que apresentam o conceito de ácido-base, e que são para o uso do professor (manual do professor).

Tabela 1: Livros didáticos e suas respectivas bibliografias.

LIVROS DIDÁTICOS	
Livro 1 (LD1)	Livro 2 (LD2)
<p>Referência: SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. (coord.) Química cidadã: volume 2. 3ª ed. – São Paulo: Editora AJS, 2016.</p> 	<p>Referência: FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: volume 1. 2ª ed. – São Paulo: Ática, 2016.</p> 
Livro 3 (LD3)	Livro 4 (LD4)
Referência:	Referência:

<p>LISBOA, Julio Cezar Foschini. Ser Protagonista: química: volume 1. 3^a ed. – São Paulo: Edições SM, 2016.</p> 	<p>CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHAMELLO, E. & PROTI, P. B. Química: volume 1. 1^a ed. – São Paulo: Moderna, 2016.</p> 
Livro 5 (LD5)	Livro 6 (LD6)
<p>Referência: NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. Vivá: química: volume 1. 1^a ed. – Curitiba: Positivo, 2016</p> 	<p>Referência: MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química: volume 2. 3^a ed. – São Paulo: Scipione, 2016.</p> 

Fonte: Autoria própria.

No presente trabalho, cada livro foi analisado qualitativamente, de acordo com critérios fundamentados na história da ciência e em aspectos do ensino de química pertinentes à temática de ácido-base, com ênfase até a teoria de Arrhenius. A análise ou pesquisa qualitativa segundo Neves (1996), costuma ser direcionada, ao longo do seu desenvolvimento, além de não enumerar ou medir eventos e, geralmente não emprega instrumentos estatísticos para análise de dados. Seu foco de interesse é amplo e parte de uma perspectiva diferenciada da adotada pelos métodos quantitativos. Faz parte a obtenção de dados descritivos mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo.

Os critérios utilizados para análise do conteúdo relacionado a história da ciência nesse livros foram baseados no trabalho de Laurinda Leite (2002) e Paulo Henrique Oliveira Vidal (2009). Seguindo suas sugestões, optou-se por modificar algumas dimensões desenvolvidas por Leite (2002) e Vidal(2009), no sentido de adequar algumas categorias ao interesse da pesquisa. Para a qual analisaremos o capítulo específico do conceito de ácido-base.

Assim sendo, apresentamos a seguir as categorias utilizadas, e as modificações introduzidas.

TIPO E ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO HISTÓRICA

Critério: 1. Personagens da ciência

Subcritérios:

1. Vida dos personagens (filósofos, pensadores ou cientistas);
2. Biografia (nome, data de nascimento e morte);
3. Episódios/curiosidades (casado com..., decapitado por...);
4. Famoso/genial (inteligente, brilhante, o mais importante...);
5. Pessoa comum (reprovado em exames, precisava trabalhar para sobreviver);
6. Não há dados que caracterizem.

Critério: 2. Abordagem da ideias/descobertas

Subcritérios:

1. Menção a uma descoberta científica (uma descoberta ou ideia histórica é mencionada);
2. Descrição de uma descoberta científica (descreve-se como uma certa descoberta foi feita);

Critério: 3. Evolução da ciência (tipo de evolução e pessoas responsáveis)

Subcritérios:

1. Menção a períodos discretos (dois ou mais períodos/descobertas são mencionados, mas não são relacionados);
2. Linear e direta (um período está relacionado ao seguinte, mantendo a direção);
3. Evolução real (movimento de “idas e vindas” entre opiniões, incluindo controvérsias);

Critério: 4. Quem faz a ciência**Subcritérios:**

1. Cientistas, filósofos ou pensadores individuais (mostra-se um único cientista como o único responsável pela descoberta);
2. Grupo de cientistas (dois ou mais cientistas conhecidos trabalharam juntos para o mesmo propósito);
3. Comunidade científica (citam-se os cientistas daquela época como os responsáveis pelo acontecimento).

Critério: 5. Materiais usados para apresentar a informação histórica**Subcritérios:**

1. Imagens dos personagens/responsáveis (retratos, gravuras, fotografias, desenhos);
2. Imagens de máquinas, equipamentos de laboratórios (usados ou descobertos por cientistas do passado);
3. Documentos ou textos originais (produzidos pelos próprios cientistas; podem estar traduzidos);
4. Experimentos históricos (experimentos realizados ou atribuídos a cientistas do passado);
5. Fontes secundárias (textos, modelos, desenhos de equipamentos – que não foram produzidos nem pelos cientistas, nem pelos autores do livro didático);
6. Textos do próprio autor do livro didático (ensaaios sobre um tópico ou cientista; dados biográficos mínimos não são considerados um texto);
7. Outros (por exemplo: selos, poemas, pinturas).

Critério: 6. Status do Conteúdo Histórico - Papel do conteúdo histórico no ensino e aprendizagem de ciências;**Subcritérios:**

1. Fundamental (conteúdo a ser estudado);
2. Complementar (conteúdo opcional, ao menos para alguns estudantes).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RESULTADOS

As análises foram realizadas individualmente a cada livro didático, relacionando os fatos/conteúdos apresentados nas obras, com os critérios e/ou subcritérios elaborados e já citados neste trabalho, na metodologia.

É importante ressaltar que, em um mesmo parágrafo, citações ou trechos, pode ocorrer o vínculo de mais de um critério, pois os mesmos, estão ligados entre si.

5.1.1 Livro 1 (LD1)

O Guia PNLD 2018 no início da apresentação de cada obra aparece uma visão geral do livro em discussão. Neste texto conta que o LD1 valoriza o estudo e a compreensão da Química de modo a promover a formação para a cidadania e o protagonismo do estudante. Ao longo dos três volumes, a coleção situa os conceitos químicos em diferentes contextos, considerando as dimensões sociais, econômicas e culturais, assim como a dimensão ambiental e os processos humanos subjacentes. A organização dos conteúdos e das atividades busca associar as dimensões fenomenológicas e teóricas da química integradas a uma perspectiva sócio histórica.

O capítulo analisado para esta obra foi o 3º, referente a “Classes de substâncias: funções orgânicas, ácidos, bases e sais” página 99, com ênfase ao 3º subcapítulo de “Ácidos e bases” página 109.

O primeiro critério a ser analisado na obra, condiz com os personagens da ciência. Brevemente ao decorrer do texto geral de ácidos e bases, cita o nome de alguns personagens, remetendo a eles apenas dados como carreira (alquimista, químico, físico, matemático),

nacionalidade (belga, irlandês, sueco) e ano de nascimento e morte. Outros dados como episódios/curiosidades, se famoso/genial ou pessoa comum, não há dados que caracterizam tal critério.

Conforme o segundo critério de análise, ao decorrer do texto é abordado uma sequência de ideias/descobertas e teorias feitas sobre os ácidos e bases, mas sem relação com períodos:

Das ideias do alquimista vitalista belga Johan Baptist van Helmont [1580-1644] surgiu uma teoria ácido-base que classificava as substâncias de acordo com esse critério. [...] (SANTOS, 2016, p. 112).

Critério esse, de classificação das substâncias pela alteração que produziam na cor de certos vegetais.

[...] Boyle [1627-1691] considerava um erro generalizar que todas as substâncias poderiam ser explicadas pela teoria ácido-alcalino[...] (SANTOS, 2016, p. 112).

Com essa posição de Boyle para a teoria de van Helmont propõe a sua ideia:

[...] Segundo ele, o melhor método para identificar a acidez ou alcalinidade de substâncias era por meio de testes químicos bastante difundidos naquela época, como da efervescência, do gosto e da mudança de cor [...] (SANTOS, 2016, p. 112).

Seguindo o critério sobre a evolução da ciência, ele dá um salto na história, colocando o seguinte:

Antoine Lavoisier considerava que todos os ácidos eram formados pela combinação de oxigênio, sendo este o responsável pela acidez [...] [...] considera-se que elaborou o primeiro conceito científico para ácidos e bases quando afirmou que “o oxigênio é princípio acidificante[...] (SANTOS, 2016, p. 112).

Em seguida, os autores do livro colocam novamente de forma linear a evolução da ciência:

[...] Anos depois, Humphry Davy [1778-1829] demonstrou que vários ácidos não possuem oxigênio em suas estruturas [...] (SANTOS, 2016, p. 112).

Em todos os casos citados e aos que remetem a teoria de ácido-base de Arrhenius, seguindo o quarto critério sobre quem faz ciência, colocam os cientistas de forma individual, como sendo os únicos responsáveis pela descoberta.

Quando o livro remete a teoria de Arrhenius, ele não faz nenhuma correlação com as demais teorias citadas, apresenta a sua teoria da seguinte forma:

Svante August Arrhenius [1859-1927], químico, físico e matemático sueco, desenvolveu, entre 1880 e 1890, a teoria da dissociação iônica. Segundo essa teoria, o íon de hidrogênio H^+ , que, na presença de água forma cátion hidrônio (H_3O^+), é responsável pelas propriedades ácidas; enquanto o ânion hidroxila (OH^-) é responsável pelas propriedades básicas. (SANTOS, 2016, p. 121).

Novamente, Arrhenius como único responsável pela teoria, sem fazer relações a evolução da ciência, é mencionada a descoberta, mas não é descrita de que forma chegou a essa teoria.

Para o critério 5, sobre materiais utilizados para apresentar a informação histórica, para o capítulo analisado, apresentou apenas uma imagem do cientista Arrhenius (p. 121), e outra sobre os alquimistas trabalhando com vários ácidos, um detalhe do quadro “O Alquimista de David Teniers” [1610-1690] (p.112).



▲ O conceito mais usual para ácido e base foi estabelecido pelo químico **Arrhenius**.

Figura 5: Imagem cientista Arrhenius

Fonte: SANTOS, 2016, p. 121.



▼ Os alquimistas trabalhavam com vários ácidos. Este é um detalhe do quadro *O Alquimista* de David Teniers [1610-1690], que retrata o ambiente de trabalho dos alquimistas. Óleo sobre tela, 73 x 92 cm. Grohmann Museum, Milwaukee, Wisconsin.

Figura 6: Quadro “O Alquimista de David Teniers” (1610-1690)

Fonte: SANTOS, 2016, p. 112

A figura utilizada para demonstrar os alquimistas trabalhando com vários ácidos, figura 6, pode ser considerada com uma fonte secundária, embora esta figura, não tenha nenhuma relação direta com o texto fundamental do livro.

O conteúdo histórico citado acima que é apresentado no livro, aparece no transcorrer do conteúdo, sendo considerado como conteúdo fundamental, conteúdo a ser estudado por todos que o lerem.

O LD1 apresenta dados significativos sobre a história dos ácidos e bases, mas não há a relação de um período com o outro, deixando de lado que são anos de estudos e testes para que se chegasse as teorias que se tem nos dias de hoje ou até a teoria de Arrhenius que é citada no livro.

5.1.2 Livro 2 (LD2)

Conforme o Guia PNLD 2018, o LD2, considera a importância da contextualização, seja social, seja histórica, do conhecimento químico. Compreende um rol amplo de atividades envolvendo estratégias de ensino que incluem a leitura de textos de diversas naturezas, propostas de trabalhos individuais e em grupo, discussões e debates, apresentações orais, atividades experimentais, bem como exercícios variados. A obra apresenta qualidade para o desenvolvimento do currículo da Química, como promoção adequada da natureza do conhecimento científico, abordagem da dimensão ambiental dos problemas contemporâneos, contextualização dos conceitos químicos em diferentes situações da vivência cotidiana, apresentação de imagens e figuras que colaboram para o ensino dos conteúdos, articulação dos códigos próprios da Química com os campos teóricos e empírico dos fenômenos.

Considerando o capítulo 10 da obra, sobre “Ligação iônica e compostos inorgânicos”, não obteve-se nenhum dado que possa caracterizar qualquer informação histórica para o conceito de ácido-base.

Portanto, analisou-se outros capítulos da obra, assim, encontrou-se alguns dados do químico Arrhenius no capítulo 6 sobre “Eletricidade e radioatividade”, no qual coloca dados sucintos de sua vida, que pode-se relacionar com o primeiro critério:

[...] O químico sueco Svante August Arrhenius (1859-1927) começou, em 1881, uma série de experimentos na tentativa de compreender o fenômeno da condução elétrica [...] (FONSECA, 2016, p. 141).

A citação a cima não faz nenhuma correlação com outros períodos da história da evolução da ciência, ou com outro cientista, sem dados para caracterizar o terceiro critério.

Sobre a dissociação iônica, a autora descreve sucintamente nas suas palavras como Arrhenius explicou o fenômeno de corrente elétrica, fazendo uma menção a descoberta e descrevendo-a.

Outros critérios não foram identificados/caracterizados.

Como as obras analisadas são de uso para o professor (manual do professor), ao final da obra, o manual oferece algumas sugestões que possam guiar o trabalho do professor em sala de aula, de capítulo a capítulo. Apesar de não ser do capítulo analisado, o manual propõe para o capítulo 4 sobre “Transformações da Matéria”, uma discussão sobre Boyle.

Alguns estudiosos da história da Química defendem a ideia de que a Química não se originou da alquimia, mas surgiu como um movimento diferenciado, a partir do século XVII, com a figura marcante de Robert Boyle e seus estudos de base “mecanicista”. Robert Boyle nasceu no castelo de Lismore, na Irlanda, em 25 de janeiro de 1627. Em 1645, foi morar no castelo de Dorset, na Inglaterra, dedicando-se à Teologia e à Química. Interrompia os estudos apenas para procurar, pela Europa, novos aparelhos para suas experiências. Também estudou anatomia quando esteve na Irlanda. A Química passou a consumir a maior parte de seu tempo e interesse quando começou a procurar um conceito mais preciso de elemento, que ele mesmo havia definido como “os corpos mais simples que constituem os corpos complexos e aos quais finalmente se chega decompondo estes últimos”.

Assim, Boyle preparou o terreno para as pesquisas de Lavoisier e de Dalton. (FONSECA, 2016, p. 322)

Posto que este conteúdo não está presente nos textos do capítulo analisado, nem do material dos alunos, ou até mesmo para o capítulo 4, a obra ao menos orienta o professor sobre alguns aspectos históricos que podem ser trabalhados nas aulas com o conteúdo científico.

5.1.3 Livro 3 (LD3)

Para o LD3, o Guia do PNL 2018 (2017), sugere que a obra apresenta o conhecimento químico e situações cotidianas na abertura das unidades e dos capítulos. Em seções especiais como “Ciência, tecnologia e sociedade” e “Química tem história”, são trazidos textos atuais e de circulação social, enfatizando a relevância do conteúdo abordado e incentivando a discussão do assunto em uma visão crítica. Cada *boxe* e seção da obra são fundamentados em um dos

quatro pilares: contextualização e interdisciplinaridade; compromisso; visão crítica; e, iniciativa. A organização dos conteúdos favorece o desenvolvimento conceitual dos estudantes.

A análise ocorreu no capítulo 11 da obra, referente a Funções da Química Inorgânica. Seguindo os critérios elaborados, para esta obra obteve-se poucos dados para caracterizar a história da ciência.

O que abrangeu, em relação ao primeiro critério de análise, foi em relação ao personagem Arrhenius, e sobre o segundo critério, faz uma menção a sua Teoria da Dissociação Iônica:

[...] Em 1884, o sueco Svante Arrhenius (1859-1927) propôs uma teoria – a Teoria da Dissociação Iônica – para explicar a condutibilidade elétrica de algumas soluções [...] (LISBOA et.al., 2016, p. 199).

Sobre a teoria citada acima, ela é vinculada ao químico Arrhenius, conforme o critério 4, coloca-o como único responsável. E sobre a sua teoria, não há descrição de como foi desenvolvida, apenas relata como foi testada:

[...] Em seus experimentos, ele realizou testes que, atualmente, podem ser feitos com a utilização da montagem mostrada nas fotografias abaixo [...]” (LISBOA et.al., 2016, p. 199).

São fotografias referentes a condutibilidade elétrica utilizando soluções e uma lâmpada.

Não há nenhuma relação com outros períodos da história, nem contribuições de outros cientistas. Nenhuma imagem para Arrhenius foi colocada neste capítulo, nem a seus experimentos ou anotações. Essa menção a história da teoria de Arrhenius é apresentada no conteúdo a ser estudado, considerando assim de forma fundamental, mas de forma sucinta.

Mais cinco trechos do livro foram identificados em relação a história da ciência, mas todos estes são apresentados em forma de *boxes* (Química tem História) ou como textos complementares, no qual é considerado como um conteúdo opcional.

Dos cinco *boxes* apresentados, apenas três fazem correlação com o proposto para a teoria de ácido-base.

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.



Observe que as lâmpadas só acendem quando o HCl e o NaOH estão dissolvidos em água. Representação em cores-fantasia e fora de proporção.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

A alquimia e a Química



Gravura retratando Lavoisier (1743-1794), século XIX.

A palavra "química" é derivada da latina *chimica*, a qual se origina de *alchimia*, degeneração do vocábulo árabe *al-kimiya*, ou seja, grande arte dos filósofos herméticos da Idade Média. [...]

A química moderna se inicia no século XVIII com os trabalhos de Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) [...].

Lavoisier esteve envolvido com a descoberta do elemento oxigênio, estabeleceu uma nomenclatura química, estudou as propriedades dos ácidos, desenvolveu técnicas calorimétricas, investigou a respiração animal e humana, as fermentações, fez a análise quantitativa da água e seus estudos mais destacados colocaram por terra a teoria do flogístico.

[...] O entendimento da intervenção do oxigênio nas reações constituiu-se na essência da teoria antiflogística, [...] abrindo de vez as portas para a ciência moderna.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Ácidos e bases

Desde a Antiguidade, o ser humano já utilizava os termos "ácido" e "álcalis" (base). A palavra ácido deriva do latim *acidus*, que significa "azedo" – propriedade característica de muitas substâncias na época, como o vinagre e o *aqua fortis* (ácido nítrico), entre outras. Já o termo "álcalis" deriva do árabe *al kali*, que significa "cinzas" – isso porque na época essas substâncias eram extraídas da queima de plantas.

Com o passar dos séculos houve a necessidade de identificar essas funções nos compostos. Cientistas começaram a utilizar certos corantes – denominados **indicadores** – para reconhecer ácidos e bases. Um dos mais conhecidos é o tornassol, que fica vermelho em meio ácido e azul em meio básico.



A cor vermelha no papel de tornassol indica que o meio em que foi colocado é ácido; a cor azul indica um meio básico.

Diversos cientistas debateram sobre os conceitos de acidez e basicidade antes de chegarem a definições mais precisas. Entre elas, cabe ressaltar a que decorria das teorias propostas pelo químico sueco Svante Arrhenius. Porém, esses conceitos estavam limitados pelo uso da água como solvente.

Figura 7: Boxes sobre Química tem História

Fonte: LISBOA et.al., 2016, páginas: 202, 203 e 210.

O primeiro, referente a “Dissociação eletrolítica” (página 202), remete um pouco a história de Arrhenius sobre o seus estudos e dificuldades para sua teoria ser aprovada, direcionado ao primeiro critério de análise sobre o personagem da ciência como uma pessoa comum, que enfrentou dificuldades.

O segundo remete a “A alquimia e a Química” (página 203), com relação a descoberta do elemento oxigênio feita pelo Lavoisier, estabelecendo um estudo as propriedades dos ácidos, direcionado ao segundo critério de análise, sobre abordagem de ideias/descobertas.

E o terceiro *boxe* relevante, condiz a “Ácidos e bases” (página 210), no qual remete os termos ácidos e bases a antiguidade, uso de indicadores para reconhecer ácidos e bases, mas sem remeter a nenhuma personagem individual mas sim, como um grupo de cientistas. A obra coloca que vários cientistas debateram sobre o conceito de ácidos e bases até chegar a conceitos mais precisos como a teoria de Arrhenius, mas que esta é limitada ao uso da água como solvente. Este último *boxe*, embora sucinto, pode-se perceber mais de um critério de análise, no qual relata uma evolução da ciência a períodos discretos e quem faz a ciência, um grupo de cientistas ou até mesmo uma comunidade científica.

Embora o LD3 apresenta informações da história, a maioria está na forma complementar, dissociada da ciência, e nem sempre são feitas a leitura destes textos, nem mesmo nos textos fundamentais há um direcionamento para fazer a leitura. O contexto presente nos *boxes* da figura 7 deveriam estar no contexto fundamental, ou cabe ao professor orientar a leitura com os alunos e discuti-los.

5.1.4 Livro 4 (LD4)

Para o LD4, o Guia do PNLD 2018 (2017), indica que os conceitos químicos são situados em diferentes contextos e situações da vivência cotidiana e abordam 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, como também, os processos humanos subjacentes aos modos de produção do mundo do trabalho.

O capítulo analisado para esta obra, foi o capítulo 4 “A chuva ácida e o estudo das substâncias envolvidas em sua formação” a partir da página 140.

Iniciando a análise no Tema 1, a obra retrata o personagem da ciência de maneira bem sucinta, na qual expõe apenas a sua biografia, com nome, data de nascimento e morte, e sua nacionalidade: “o filósofo natural inglês Robert Boyle (1627-1691) lançou uma das primeiras definições sobre ácidos, bases e materiais neutros” (CISCATO et.al. 2016, p. 144).

Já para o segundo critério de análise, apresenta mais conteúdo, pois faz a menção aos estudos de Boyle com os ácidos e bases, do qual foi um dos primeiros a lançarem uma definição sobre os mesmos. Assim como descreve a sua definição:

Os ácidos, segundo a definição de Boyle, tinham sabor azedo, produziam gases em contato com alguns metais como zinco, mudavam a cor de certos extratos vegetais (como o de pau-brasil) e reagiam com substâncias de caráter básico, produzindo materiais com diferentes propriedades. Já as bases, de acordo com Boyle, apresentavam sabor amargo, mudavam também a coloração de alguns extratos vegetais (de modo diferente em relação aos ácidos) e reagiam com substâncias de caráter ácido (CISCATO et.al., 2016, p. 144).

Para o terceiro critério de análise, em relação a esse tema, não faz nenhuma relação a evolução da ciência, o que a obra apresenta é apenas que estima-se que os termos ácidos e bases já eram conhecidos desde a antiguidade, sem relacionar a tempo ou pessoas responsáveis para a evolução da ciência. Nesse trecho apresenta apenas o filósofo Boyle como sendo o único responsável pela descoberta. Não é apresentado nenhum tipo de material, imagem que apresente informações históricas, nem mesmo do pesquisador.

Esse conteúdo histórico é apresentado de forma fundamental na obra, está presente no conteúdo a ser estudado. Embora as informações históricas são concisas, ela encontra-se em mais de um trecho do conteúdo do primeiro tema.

O segundo tema do capítulo, remete-se “O comportamento ácido-base segundo Arrhenius” (página 151). De início ele faz uma breve menção aos períodos da evolução da ciência, mas, segundo o terceiro critério de análise, de forma discreta, pois os mesmos não são relacionados:

Além de modificar as cores dos indicadores ácido-base, outras propriedades dos ácidos e bases foram investigadas experimentalmente ao longo do tempo. Os resultados obtidos contribuíram para a elaboração de diferentes teorias sobre o comportamento de ácidos e bases. Uma dessas teorias, desenvolvida em estudos sobre a condutibilidade elétrica das soluções pelo cientista sueco Svante Arrhenius (1859-1927) [...] (CISCATO et.al., 2016, p. 151).

Considerando o primeiro critério de análise, a obra apresenta a sua vida e biografia, com nome, data de nascimento e morte, e sua nacionalidade, da forma que está descrita na citação acima, e também relata um pouco do cientista como sendo famoso/genial:

Com base nas hipóteses levantadas por seus colegas, Arrhenius apresentou, em sua tese de doutorado, de 1887, a intitulada teoria da dissociação eletrolítica, a qual lhe rendeu, em 1903, o prêmio Nobel de Química[...] (CISCATO et.al., 2016, p. 155).

Assim como se pode perceber na citação, neste tema, em coerência com o quarto critério de análise, de quem faz a ciência, é colocado como um grupo de cientistas, assim como em outro trecho que refere aos estudos da condutibilidade elétrica de Arrhenius estarem relacionadas com os trabalhos de outros cientistas, “o físico e químico inglês Michael Faraday (1791-1867)” e “o físico alemão Johann W. Hittorf (1824-1914)” (página 155).

Sobre o segundo critério de análise, a obra descreve como a descoberta científica foi feita, mas utilizando as palavras do autor, e não do cientista em si:

[...] Por volta de 1830 já havia sido constatado que substâncias consideradas ácidas (pelos testes com indicadores ácido-base) tinham o elemento hidrogênio em sua composição. E, como considerava Arrhenius, elas também conduziam corrente elétrica em solução aquosa, embora com grau de condutibilidade variável. Conforme já visto, a condutibilidade em solução aquosa poderia ser explicada pela hipótese que a relacionava com a presença de íons livres. Como, a princípio, os ácidos tinham hidrogênio e em água formavam íons, Arrhenius propôs que os ácidos formavam íons hidrogênio em água. Observe a seguir uma possível representação para o que aconteceria, de acordo com o cientista sueco, com uma molécula de cloreto de hidrogênio em água. (CISCATO et.al., 2016, p. 156)

Além da descrição da descoberta científica, o autor relaciona novamente a períodos discretos. Todo o contexto histórico apresentado neste tema, apresenta-se de forma fundamental, tanto para as definições de ácidos como para definições de bases, embora nas definições de base, não possuí tanto contexto histórico como no início para os ácidos.

Em relação a materiais utilizados para apresentar informações histórica (quinto critério de análise), não há materiais que caracterizam.

5.1.5 Livro 5 (LD5)

O LD5 apresenta, segundo o Guia do PNLD 2018 (2017), a química como ciência de natureza humana marcada pelo caráter provisório, enfatizando as limitações de cada modelo explicativo, por meio de exposição de suas diferentes possibilidades de aplicação. O conhecimento químico é abordado de forma contextualizada, considerando dimensões sociais, econômicas e culturais da vida humana, não se restringindo à menção de exemplos ilustrativos. Essas abordagens contribuí para superação da crença de que a química é a responsável pelas catástrofes ambientais, processos de poluição e pela artificialidade de produtos.

A análise a esta obra, ocorreu na unidade 3, “Eletrólitos e reações químicas: fundamentos qualitativos e quantitativos”, a partir da página 138. Com relevância ao capítulo 7 sobre “Ácidos, bases e sais” a partir da página 140.

Diferente das demais obras já analisadas, o LD5 apresenta a História da Ciência, segundo o sexto critério de análise, de forma complementar, como um conteúdo opcional, em forma de *boxes*, intitulados de “Viagem no tempo”. Para o capítulo analisado, estão presentes apenas dois *boxes* com este tema.

O primeiro *boxe* refere-se a história dos conceitos de ácido e base. Com relação ao primeiro critério de análise, o *boxe* descreve apenas a vida e biografias básicas de alguns personagens da ciência, como: “irlandês Robert Boyle (1627-1691)”, “brasileiro Vicente Coelho de Seabra Silva Telles (c. 1764-1807), graduado em Medicina e Filosofia pela Universidade de Coimbra, em Portugal” (NOVAIS & ANTUNES, 2016, p. 143). Relatando apenas, nomes, datas de nascimento e morte, nacionalidade e para Vicente Telles, sua formação.

Para o segundo critério de análise ao primeiro *boxe* analisado, é mencionado que Boyle foi um dos primeiros a propor uma forma de classificar substâncias. Dessa forma, descreve-se sucintamente como Boyle classificava as substâncias ácidas:

[...] as substâncias que apresentavam caráter ácido – e não apenas algumas delas – provocavam o efeito da mudança de cor no xarope de violetas (nessa época, já se conhecia um teste de mudança de cor, feito com xarope de violetas, que ficava vermelho em meio ácido e verde em meio alcalino). Ele realizou ampla pesquisa, usando vários extratos vegetais [...] (NOVAIS & ANTUNES, 2016, p. 143).

Em relação a evolução da ciência (terceiro critério de análise), o *boxe* apresenta de forma discreta, na qual dois ou mais períodos são mencionados, mas não são relacionados, como “antigas civilizações já conheciam substâncias de caráter ácido e de caráter básico”, “embora tentativas de classificar as substâncias quanto a acidez e a basicidade tenham sido feitas anteriormente” (NOVAIS & ANTUNES, 2016, p. 143). Logo após os estudos de Boyle já é tratado as propostas de Lavoisier, que também não é feita uma relação à períodos, como se tivesse dado um salto na história, pois começa a tratar da identificação de ácidos e bases através da sua composição.

Para Lavoisier, neste *boxe* não traz nenhum dado da sua vida, devido ser trabalhado nos capítulos anteriores ao analisado. A menção que se faz para Lavoisier era que a presença de oxigênio nas substâncias que estava ligada a acidez.

Em contradição a Lavoisier, e fazendo uma relação à evolução real da ciência, o *boxe* apresenta o seguinte parágrafo:

Pesquisadores posteriores verificaram que o responsável pelo caráter ácido de uma substância é o hidrogênio, e não o oxigênio, ao constatar que existem ácidos, como o clorídrico (HCl), por exemplo, que não possuem oxigênio em sua composição (NOVAIS & ANTUNES, 2016, p. 143).

Considerando o mesmo parágrafo citado acima, percebe-se quem faz a ciência, a obra deixa entender que é uma comunidade científica que trabalha para o mesmo propósito.

Para o quinto critério, referente aos materiais usados para apresentar a informação histórica, não é utilizado nenhuma imagem ou documentos originais, o que foi utilizado, consistiu em uma fonte secundária para elaboração do *boxe*, uma biografia de Vicente Coelho de Seabra, pelo autor António Amorim da Costa, disponível em: <http://www.spq.pt/files/docs/Biografias/Vicente%20Coelho%20de%20Seabra%20%20port.pdf>.

Para o segundo *boxe* apresentado no LD5 sobre a História da ciência, é intitulado como “um jovem que abalou uma crença”, a partir da página 147. A leitura deste *boxe* é sugerido no texto fundamental. O *boxe* “Viagem no tempo”, dedicado a Arrhenius e sua contribuição para o conceito de ácido-base.

O segundo *boxe* analisado descreve a vida e biografia do personagem Arrhenius:

[...] 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 – capaz de explicar de modo coerente um fato que desafiava os cientistas da época [...] (NOVAIS & ANTUNES, 2016, p. 147).

Neste mesmo trecho citado, percebe-se o segundo critério de análise, na qual os autores do livro fazem menção a descoberta científica a Arrhenius, sem fazer uma relação a outros períodos da evolução da ciência, e coloca o cientista como único responsável pela descoberta, embora, em outro trecho do *boxe*, cita Michael Faraday, que introduziu o termo íons para a ciência.

Em outro trecho do *boxe*, os autores da obra, apresentam mais um pouco da vida do personagem, considerando-o como uma pessoa comum e após como um famoso/genial:

[...] em 1884, Arrhenius apresentou a teoria da dissociação iônica a comunidade acadêmica, que lhe outorgou o título de Ph.D. (equivalente ao título de doutor). Essa conquista deveu-se muito mais ao caráter lógico de seu trabalho do que a aceitação de sua teoria. Ela não foi bem recebida porque punha em xeque a crença no átomo indivisível, considerada indiscutível pelos cientistas da época. As descobertas de Thomson no final do século XIX e início do XX – das quais tratamos no capítulo 4 – contribuíram para que a teoria de Arrhenius obtivesse credibilidade, e o cientista recebeu o Prêmio Nobel de Química duas décadas depois, em 1903 [...] (NOVAIS & ANTUNES, 2016, p.147).

Assim como o outro trecho, a menção a descoberta é toda para Arrhenius, sem fazer uma relação à outro período da evolução da ciência.

Para o quinto critério de análise, o *boxe* apresenta apenas uma foto do personagem Arrhenius:



Figura 8: Foto do Personagem da Ciência, Arrhenius

Fonte: NOVAIS & ANTUNES, 2016, p. 147.

Conforme já foi citado no início da análise do LD5, o conteúdo histórico apresenta-se apenas na forma de conteúdo complementar. É pouco conteúdo histórico trabalhado no capítulo, não há nenhum outro dado que caracterize tema durante o capítulo analisado, ou de forma fundamental.

5.1.6 Livro 6 (LD6)

Para o último livro didático, LD6, o Guia do PNLD 2018 (2017), profere que a obra apresenta a opção teórica e metodológica de forma a valorizar o pensamento dos estudantes e a introdução de um modo de ver e pensar o mundo, que se contrapõe ao ensino excessivamente conceitual, cuja inter-relação é dificilmente percebida durante as aulas de química. Ao romper com o ensino de conteúdos por meio da memorização, traz propostas de atividades investigativas, contextualização e abordagens temáticas.

O capítulo analisado no LD6, é intitulado “Uma Introdução ao Estado do Equilíbrio Químico” a partir da página 160. Com ênfase ao subcapítulo intitulado de “Ácidos e Bases e o Comportamento Químico da Água” a partir da página 171. Analisando o LD6, obteve-se poucos

resultados referentes a História da Ciência. O único fato descrito de forma fundamental no subcapítulo é sobre Arrhenius, e sobre ele, se tem apenas dados do ano de nascimento e morte: “Essa definição foi proposta por Arrhenius (1859-1927), em 1887, como parte de sua teoria de dissociação eletrolítica” (MORTIMER & MACHADO, 2016, p. 173).

Com base na citação acima, também percebe-se a menção a descoberta científica da definição de ácido e base a partir do comportamento de algumas substâncias em água para o personagem Arrhenius. E assim, os autores da obra descrevem a teoria de forma sucinta:

[...] Segundo essa teoria, ácido é toda substância que em água produz íons H^+ , e base é aquela que produz íons OH^- . A neutralização de um ácido por uma base, ou vice-versa, seria, a reação entre essas duas espécies iônicas produzindo água [...]
(MORTIMER & MACHADO, 2016, p. 173).

Não é feita nenhuma menção a períodos da evolução da ciência, único dado que possa caracterizar que ocorreu outros estudos é: “Antes de Arrhenius, pensava-se que as substâncias ácidas seriam aquelas que continham hidrogênio” (MORTIMER & MACHADO, 2016, p. 173).

Com relação ao quarto critério de análise, os autores colocam Arrhenius como sendo o único responsável pela descoberta científica, em nenhum momento dos textos há a ocorrência de outro personagem da ciência. Sobre os materiais utilizados para apresentar informação histórica, exibe apenas uma figura da imagem do personagem Arrhenius.



Figura 9: Imagem do Personagem Arrhenius

Fonte: MORTIMER & MACHADO, 2016, p. 173.

No subtítulo “Construindo uma Escala de pH” (página 175), a obra traz um pouco sobre a escala de pH e indicadores ácido-base. O conteúdo é exposto como se fosse algo recente, não se faz uma relação com a história, com o que aconteceu no passado, o que apresenta é:

[...] Atualmente, a ideia de pH associada à medida de acidez e basicidade está incorporada na linguagem cotidiana, [...]Existem substâncias que são particularmente importantes para determinar a acidez ou a basicidade de uma espécie. Essas substâncias, conhecidas como indicadores ácido-base, mudam de cor conforme o meio se torne ácido ou básico [...] (MORTIMER & MACHADO, 2016, p 175).

O LD6 apresentou poucos dados que caracterizasse a história da ciência, e ainda, alguns dados podem ser compreendidos de forma errônea, como a citação acima, considerando que a ideia de pH é algo recente, e não há nenhuma relação com estudos feitos na antiguidade, que é um dos motivos dos termos acidez e basicidade estarem incorporados na linguagem cotidiana.

5.2 DISCUSSÃO

A partir das análises feitas sobre os seis critérios elaborados, em cada um dos seis livros didáticos aprovados no PNLD 2018, podemos tabelar as ocorrências dos fatos que foram comparados aos critérios.

Assim como já foi citado no presente trabalho, item 4 da página 30 (metodologia), cada critério de análise possui um subcritério, portanto para o preenchimento da tabela, utilizou a numeração da ordem dos subcritérios para indicar que tipo de ocorrência que há de cada livro para cada critério.

Tabela 2: Ocorrências de dados que caracterizam os critérios de análise

	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5	LD6
1.Personagens da ciência	1, 2	1*, 2* MP:1, 2, 3	1, 2, 5	1, 2, 4	1, 2, 4, 5	2
2.Abordagem das ideias/descobertas	1	1*, 2* MP: 1	1	1, 2	1, 2	1, 2
3.Evolução da ciência	1	-	1	1	1, 3	1
4.Quem faz ciência	1	1* MP: 1	1, 3	1, 2	1, 3	1
5.Materiais usados para apresentar a informação histórica	1, 7	-	1	-	1, 5	1
6.Status do Conteúdo Histórico	1	1* MP: 2	1, 2	1	2	1

*Dados encontrados em outro capítulo que não diz respeito diretamente ao conceito de ácidos e bases.

MP: Manual do Professor

Com ênfase ao conceito de ácido-base, analisando os capítulos que apresentam esse conteúdo e relacionando-o com a História da Ciência, apenas o LD2 não apresentou conteúdo histórico no capítulos específico de análise. Não pode-se generalizar, pois foi feita análise apenas em um capítulo e não no livro todo. Entretanto, o LD2 apresentou algumas informações históricas em outros capítulos observados, e também no manual do professor, embora não sendo no capítulo desejado, sugere algumas discussões sobre a História da Ciência.

O LD1, LD3, LD5 e LD6, foram as obras que puderam ser analisadas em todos os critérios. Sendo o LD5 com mais dados/informações característicos da História da Ciência, mas, esse conteúdo histórico é apresentado de forma complementar (conteúdo opcional), em forma de *boxes*, e muitas vezes esses *boxes* são deixados de lado durante as discussões do conteúdo científico.

Um dos critérios que pouco se teve dados para caracterização foi o quinto critério, referente aos “Materiais usados para apresentar a informação histórica”. Tal critério tem sete

subcritérios e os únicos identificados foram o 1, referente a imagens dos personagens/responsáveis, o 5, referente a fontes secundárias, e o 7 referente a outros (selos, poemas, pinturas), sendo que o LD2 e o LD4 não apresentaram nenhum tipo de material que representasse alguma informação histórica.

Segundo Vidal (2009), ele propõe em sua obra que a escassez de fontes primárias não faz diferença para os autores dos livros didáticos, sendo que a consulta a documentos é fundamental para o trabalho do historiador da ciência. Também cita em seu trabalho Martins (2001), que diz que a história da ciência não é feita apenas por opiniões, repetições e boatos, ela é desenvolvida a partir do estudo de documentos. A não utilização de fontes primárias aumenta o risco de se cometer erros de interpretações históricas, é o que diz Ramberg (2000), citado no trabalho de Vidal (2009).

Sobre os personagens da ciência, os livros analisados indicaram pelo menos a vida e biografias dos responsáveis, com exceção do LD2, que não foi apresentado no capítulo desejado. O LD3 e LD5 são os únicos livros que colocam o personagem Arrhenius como pessoa comum quando diz que “[...] apresentou uma teoria sobre dissociação eletrolíticas, sob muitas críticas, ele foi aprovado com nota mínima.” (LISBOA et al., 2016, p. 202) ou, com relação a aceitação de sua teoria “Ela não foi bem recebida porque punha em xeque a crença no átomo indivisível, considerada indiscutível pelos cientistas da época.” (NOVAIS & ANTUNES, 2016, p. 147). Já no LD4 e LD5, apresentam fatos do personagem Arrhenius sendo um famoso/genial, remetendo-o que com essa descoberta da teoria da dissociação iônica, rendeu-lhe o Prêmio Nobel de Química.

Sobre o segundo critério de análise, as abordagens das ideias/descobertas, todos os livros mencionam pelo menos uma descoberta científica, mas quando a descrevem, como no LD4, LD5 e LD6, os autores das obras representam de forma sucinta e com suas palavras.

Outro problema percebido nas análises dos livros, é a falta de linearidade de períodos históricos, com exceção ao LD2, todos os livros analisados apresentam a evolução da ciência a períodos discretos, no qual dois ou mais períodos/descobertas são mencionados, mas não há uma relação entre eles. Apenas o LD5 demonstrou a evolução da ciência como uma evolução real, movimentos de “idas e vindas” entre opiniões, incluindo controvérsias, quando cita em um dos seus *boxes*:

Pesquisadores posteriores verificaram que o responsável pelo caráter ácido de uma substância é o hidrogênio, e não o oxigênio, ao constatar que existem ácidos, como o clorídrico (HCl), por exemplo, que não possuem oxigênio em sua composição. (NOVAIS & ANTUNES, 2016, p. 143).

Para o quarto critério, com relação a quem faz a ciência, todos os livros remetem apenas a um responsável individual pela descoberta. Observou-se que no LD3 e LD5 teve a ocorrência de citações a comunidades científicas, quando citam “Desde a Antiguidade, o ser humano [...]”, “[...]Cientistas começaram a utilizar certos corantes[...]” e “Diversos cientistas debateram sobre os conceitos de acidez e basicidade [...]” (LD3 – LISBOA et. al., 2016, p. 2010) assim como “Pesquisadores posteriores verificaram[...]” (NOVAIS & ANTUNES, 2016, p. 143). Já o LD4, observou-se a ocorrência de citação de um grupo de cientistas, quando os autores do livro citam:

A partir dos estudos de condutibilidade elétrica dos materiais, Arrhenius percebeu que muitas de suas observações estavam relacionadas com os trabalhos de outros cientistas do século XIX, como físico e químico inglês Michael Faraday (1791-1867), [...] e o físico alemão Johann W. Hittorf (1824-1914) [...] (CISCATO et.al., 2016, p. 155).

O conteúdo histórico analisado nos livros didáticos, com exceção do LD5 e o LD2, apresentaram-se de forma fundamental, quando o conteúdo histórico está no conteúdo a ser estudado pelos alunos no transcorrer do conteúdo científico. O LD5, embora possui um dos melhores contextos históricos analisados, apresenta esse conteúdo histórico de forma complementar, quando o conteúdo é opcional, e está disposto a história dissociada da ciência. Muitas vezes esses textos são deixados de lado, principalmente se são extensos, geralmente esses textos não são indicados na leitura do conteúdo fundamental, o que diminuiu mais ainda a sua leitura. No caso do LD5, um dos textos não está sugerido pelo conteúdo fundamental, já o segundo texto sobre o personagem Arrhenius, o texto sugere a leitura com a seguinte frase: “Leia o *boxe* a seguir.” (NOVAIS & ANTUNES, 2016, p. 147).

6 CONCLUSÃO

Neste Trabalho de Conclusão de Curso, fez-se uma pesquisa para conhecimento da história do conceito de ácido-base, partindo da antiguidade até a teoria de Arrhenius. Sobre esse conhecimento, pode-se realizar a análise nos livros didáticos aprovados no PNLD 2018.

Tal análise ocorreu de forma qualitativa, e por critérios elaborados a partir de outros trabalhos já realizados.

Com as análises dos livros, percebeu-se que ainda pouco aparece sobre o conteúdo histórico, e quando é apresentado, não é da forma como se recomenda, pois apresenta muito o individualismo, como se as ideias fossem prontas ou que aconteceram “do nada”. Dificilmente retratam como realmente ocorreu para que se chegasse na teoria que se tem hoje. Com relação as ideias/descobertas, são apresentadas, mas quando descritas, são resumidas e escritas pelos autores dos livros, sem utilizar materiais ou fontes originais. Essa maneira de apresentar a história da ciência não contribui para compreender como é a evolução da ciência.

Dos seis livros analisados, o que mais se aproximou do modo como se sugere a literatura atual, foi o LD5, embora, dos seis livros analisados, nenhum apresentou a história da ciência como se espera.

O que os livros apresentam na grande maioria, são, a ideia da ciência como produção individual, descobertas sem relação uma com a outra, personagens dos saberes científicos como sendo um famoso genial.

Muitos dos contextos históricos relevantes das obras analisadas, encontram-se como textos complementares, assim, cabe ao professor discutir com seus alunos as reflexões históricas e culturais do conhecimento científico que apresentam. Como o contexto não é suficiente para que se compreenda a evolução da história da ciência, deve-se incorporar outros materiais ou fontes.

Dessa maneira, o presente trabalho, além da análise, traz um contexto histórico da evolução do conceito de ácido-base até a teoria de Arrhenius, o que pode auxiliar o professor à preparar suas aulas, os conceitos históricos. Assim seria possível favorecer a construção da ideia de que um conceito científico se desenvolve por meio de movimentos de “idas e vindas” para se chegar no conceito que se tem hoje, menção de quem faz ciência é uma comunidade científica, aperfeiçoam as definições através de muito estudos e colaborações, e que os responsáveis pelas descobertas científicas, são pessoas comuns e que também passaram por dificuldades.

Por fim, acredita-se que este trabalho possa contribuir para discussões referentes a abordagem do contexto histórico que os livros didáticos do PNLD 2018 apresentam, com relação ao ensino de química, mais específico do conceito de ácido-base até a teoria de Arrhenius, além de contribuir como um material de apoio de fontes secundárias para a história do conceito desse conceito.

7 REFERÊNCIAS

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. **O que é História da Ciência**. Brasiliense, 1 ed. São Paulo. 1994.

ALVES, M. M.; FERNANDES, A. C.; GAMELEIRA, S.T.; LIMA, V. M. M.; SILVA, O. G.; SOUSA, M. M. C. **Ensino de química: uma análise comparativa entre as redes públicas de ensino estadual e federal no município de Pau dos Ferros – RN**. Instituto Federal do Tio Grande do norte – IFRN. XVI ENEQ e X EDUQUI. Salvador – BA. 2012.

ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M.; SANTOS, A. O.; SILVA, R. P. **Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química)**. SCIENTIA PLENA, Vol. 9, num. 7. 2013.

ANDRADE, S.M.S.; CALIXTO, M. A. A.; CANDIDO, E. CORREIA, C. F. S.; DAMASCO, L.; GRACIETE, M. J. MARTINS, M. F.; OLIVEIRA, L.M.S.; RODRIGUES, V.A.; RUDEK, F.; SANTOS, R.A.; SCOLARI, P.; SERRANO, R.H.M.; SILVA, C.C. **O Estudo da Química no cotidiano: As dificuldades para os alunos no ensino de Química**. Colégio Estadual Santo Inácio de Loyola – Fênix – Paraná. 2015.

BELTRAN, M. H. R.; ORTIZ, C. E.; RODRIGUES, S. P. **História da Ciência em Sala de aula – Propostas para o ensino das Teorias da Evolução**. História da Ciência e Ensino Construindo interfaces. Vol. 4. P. 49-61. 2011.

BELTRAN, M. H.R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência e Ensino: ações e reflexões na construção da interfaces**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. XV ENEQ – Brasília – DF. 2010.

BLACK, Joseph. **Magnesia Alba, Quick-Lime, and other Alkaline Substances**. W. Creech: Edinburg. 1755.

BRASIL. **PNLD 2018: química – guia de livros didáticos – ensino médio**. SEB. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017. 56.

CEDRAN, Jaime da Costa. **O conceito de estrutura dos compostos orgânicos: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard**. UEM. Maringá – PR. 2015.

CHAGAS, Aécio Pereira. **O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX**. Química Nova. Vol. 23. Nº 1. P. 126-133. 2000.

FERNANDES, Giselle Castro. **Ensino conteudista versus Escola atual**. 1998. Disponível em: <http://www.apagina.pt/?aba=7&cat=69&doc=7368&mid=2>. Acesso em Outubro de 2017.

FREITAS, Itamar. **Livro didático de história: definições, representações e prescrições de uso**. In: OLIVEIRA, Margarida Dias de; OLIVEIRA, Almir Flélix Bueno de. *Livros didáticos de História: escolhas e utilizações*. Natal: Editora da UFRN. P. 11-19. 2009.

G1 – O portal de notícias da Globo. **Rodovia dos Bandeirantes tem trechos bloqueados após vazamento de soda cáustica**. 2017. Versão atualizada disponível em: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/rodovia-dos-bandeirantes-tem-trechos-bloqueados-apos-vazamento-de-soda-caustica.ghtml>. Acesso em outubro de 2017.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa. **O levantamento bibliográfico e a pesquisa científica**. USP. São Paulo. 2009.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. **Métodos de Pesquisa**. 1. Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. – São Paulo: Atlas. 2008.

JENSEN, Willian B. **The Lewis Acid-Base Concepts and Overview**. University of Wisconsin. Madison, Wisconsin. 1979.

KOLB, Doris. **Acids and Bases**. Journal of Chemical Education. Vol. 55. N°. 7 P. 459-464. 1978.

KRUGER, Leticia Meurer; ENSSLIN, Sandra Rolim. **Método Tradicional e Método Construtivista de Ensino no Processo de Aprendizagem**. Universidade Federal de Santa Catarina. Vol. 9, n. 18. 2013.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. Ed. São Paulo: Atlas. Cap. 9, p. 174-214. 2003

LAVOISIER, Antoine-Laurent, 1743-1794. **Tratado elementar de química**; tradução Fulvio Lubisco – São Paulo: Mandras. 2007.

LEITE, Laurinda. **History of science in Science education: development and validation of a checklist for analyzing the historical content of Science textbooks.** Science and Education, Vol. 11. P. 333-359. 2002.

MARTINS, Eduardo M.; MORENO, Esteban L.; RAJAGOPAL, Krishnaswamy. **Basicidade e Acidez, da Pré-História aos dias Atuais.** Revista Virtual de Química. Vol. 7. N° 3. P. 893-902. 2015.

MAHAN, Bruce M. **Química: um curso universitário.** Tradução português por Editora Edgar Blucher Ltda. São Paulo. 1995.

NAVARO, Manoela; FÉLIX, Marina; MILARÉ, Tathiane. **A História da Química em livros didáticos do Ensino Médio.** Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente, Vol. 1. N° 1. P. 55-61. 2015.

NEVES, José Luis. Pesquisa Qualitativa – Características, usos e possibilidades. Caderno de Pesquisas em Administração. São Paulo. Vol. 1. N° 3. 1996.

OKI, M. C. M; MORADILLO, E. F. **O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência.** Ciênc. Educ. Vol. 14 n°1 Bauru. 2008.

OLIVEIRA, Rogério Bozola de. **Boyle, Robert (1627-1691).** Unicamp. 1992. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/person/boyle.htm>. Acesso em 13 de abril de 2017.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. **Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências Sociais.** In I. BEUREN, I.M. (Ed.). *Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática.* 3ed. São Paulo: Atlas, Cap. 3, p. 76-97. 2006.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões.** Universidade Estadual da Paraíba. XVIII ENEQ. 2016.

SICCA, Natalina Aparecida L.; GONÇALVES, Pedro Wagner. **História da Química e da Geologia: Joseph Black e James Hutton como Referências para Educação em Ciências.** Química Nova. Vol. 25. Nº 4. P. 689-695. 2002.

SILVA, Marcos Paulo da; SANTIAGO, Maria Antoniete. **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. Vol. 5. P. 48-82. 2012.

SOARES, Rodrigo. **Por que estudar química?** Science Blogs, Ciência, Cultura, Política. 30 de maio de 2014. Disponível em: <http://scienceblogs.com.br/ensaios/2014/05/por-que-estudar-quimica/>. Acesso em outubro de 2017.

VIDAL, Paulo Henrique Oliveira. **A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007.** USP/IF/SBI – São Paulo. 2009.