



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

CAMPUS UNIVERSITÁRIO PROF. ALBERTO CARVALHO

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

CAMPUS DE ITABAIANA - DQCI

**ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA APROVADOS NO
PNLEM/2018 SOBRE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA: UM ENFOQUE
NA TEORIA ÁCIDO-BASE DE ARRHENIUS**

CARLOS ANDRÉ BARRETO SANTOS

ITABAIANA – SE

2019

CARLOS ANDRÉ BARRETO SANTOS

**ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA APROVADOS NO
PNLEM/2018 SOBRE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA: UM ENFOQUE
NA TEORIA ÁCIDO-BASE DE ARRHENIUS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado na disciplina Pesquisa em Ensino de Química II do Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para aprovação, conforme Resolução 055/2010 do CONEPE.

Orientadora: Prof.^a Msc. Nirly Araujo dos Reis

ITABAIANA – SE

2019

CARLOS ANDRÉ BARRETO SANTOS

**ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA APROVADOS NO
PNLEM/2018 SOBRE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA: UM ENFOQUE
NA TEORIA ÁCIDO-BASE DE ARRHENIUS**

Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina Pesquisa em Ensino de Química II.

Orientadora:

Prof.^a Msc. Nirly Araujo dos Reis (Orientadora)

Universidade Federal de Sergipe

Trabalho Aprovado e Publicado nos Anais da XIII Escola de Verão em Química (XIII EVEQUIM) e XI Encontro Estadual de Química (XI ENESQUIM) em conformidade com a Resolução 55/2010/CONEPE, como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

ITABAIANA – SE

2019

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a DEUS, por toda sabedoria, discernimento e Fé ao longo dessa caminhada.

Agradeço também de forma especial a minha orientadora Profa. Nirly Araujo dos Reis essa sim, eu agradeço de todo coração, pelos ensinamentos, paciência e que sempre disse que eu era capaz, e aqui está esse trabalho escrito por mim e sobre a orientação dela. Ela que é uma professora/amiga/irmã e um amor de pessoa, sempre conquistando e encantando a todos com seu carisma gentil simples de ser obrigado Nirly por tudo mesmo.

Agradeço ao Prof. João Paulo, pelas orientações ao longo das disciplinas.

A minha Família agradeço por todo apoio, incentivo, preocupação e zelo que sempre tiveram comigo durante essa caminhada na UFS.

E por fim, agradeço a todos os professores (as) do DQCI, pelos ensinamentos, aprendizados e por toda formação que a mim foi proporcionada.

“Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo.”
Paulo Freire

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1: Fluxograma dos passos metodológicos que foram seguidos durante a aboração da pesquisa.....	13
Quadro 1: Livros Didáticos de Química Aprovados no PNLEM/2018.....	14
Figura 2: Critérios de análise dos Livros Didáticos de Química.....	15
Quadro 2: Definições acerca da teoria ácido-base de Arrhenius trazidas nos livros de Química.....	21
Figura 3: Análise dos capítulos dos LD que trazia a teoria ácido-base de Arrhenius.....	20
Figura 4 (a, b, c): Recortes dos livros: LD3, LD5 e LD6, na qual, fazem a abordagem da teoria ácido-base de Arrhenius e em paralelo contextualizam com o uso de HFC.....	23

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

HFC – História e Filosofia da Ciência

PNLD- Programa Nacional do Livro Didático

PNLEM- Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

AC – Abordagem Contextual ou Contextualista

MEC – Ministério da Educação

RESUMO: A História e Filosofia da Ciência (HFC) têm apontando diversos benefícios para o ensino: melhor compreensão acerca da ciência; maior significação aos conceitos; entendimento sobre a Natureza da Ciência Neste trabalho fez-se um levantamento sobre os estudos de ácido-base a fim de perceber como a teoria de Arrhenius tem sido abordada nos livros didáticos. Portanto, este texto tem como objetivo investigar conhecimentos sobre HFC nos Livros Didáticos de Química, aprovados no PNLEM/2018, no que trata da abordagem sobre a teoria Ácido-Base de Arrhenius. Durante a pesquisa bibliográfica, buscou em anais e revistas, fazer um levantamento histórico do uso de substâncias com características ácido-base e se comprovou que o uso e conhecimento de substâncias ácidas-básicas existe a tempos e tempos depois o cientista e físico Svante Arrhenius propôs uma definição do ponto de vista submicroscópico. A análise dos livros foi realizada a partir de critérios estabelecidos por Porto e Vidal (2008). Como resultados, observou-se que dos seis Livros Didáticos aprovados apenas três traziam o uso da História e Filosofia da Ciência e os outros três não faziam uso da História e Filosofia da Ciência. Na qual, os três livros que faziam uso da HFC, apresentavam biografia do cientista, trabalhos realizados pelo mesmo, e experimentos que o próprio cientista havia proposto na época para compreender a teoria.

PALAVRAS-CHAVE: História da Ciência, Livro Didático, Ácido-Base.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVO	12
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	12
3.3. Instrumento de coleta de dados	14
3.4 Instrumento de análise de dados	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
Breve Discussão Histórica acerca das definições de Ácidos e Bases e os Estudos de Arrhenius	16
Análise do conteúdo Ácidos e Bases nos Livros Didáticos do PNLEM/2018.....	19
5. CONCLUSÃO.....	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a Educação em Ensino de Ciências, tem buscado alternativas e tendências que possam auxiliar os professores durante suas atividades nas salas de aula. Martins (1996) demonstra que o uso de episódios históricos permite compreender as inter-relações entre Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS), apontando que a Ciência não é algo isolado do mundo em que se vive, pelo contrário, ela faz parte do desenvolvimento humano, o qual vem sofrendo transformações e influenciando, muitos aspectos da sociedade.

A utilização de questões oriundas da História e Filosofia da Ciências (HFC) vem evidenciando resultados que tem contribuído no processo de Ensino e Aprendizagem dos estudantes, pois permitem que estes possam adquirir uma imagem e concepção da Ciência contextualizada e humanista (OKI; MORADILLO, 2008). Segundo Matthews (1995) há uma necessidade de se utilizar a HFC a fim de colaborar para que tanto os professores como os alunos possam adquirir compreensões de como a ciência se desenvolveu e como ela influencia e sofre interferência dos aspectos sociais. Além disso, a HFC tem o papel de enriquecer e fornecer elementos para que o ensino científico explore as várias teorias, inclusive as que não “venceram” (CARNEIRO, et al., 2014).

Diante disso, há uma defesa do que se denomina como Abordagem Contextual ou abordagem contextualista, uma tendência no ensino que tem como pressuposto ensinar ciências através da HFC, isto é, uma educação em ciências considerando os diversos fatores (aspectos sociais, políticos, econômicos, éticos) que podem influenciar na construção do conhecimento (TEIXEIRA, 2009; REIS, 2017). A Abordagem Contextual permite conhecer o conceito, suas origens, hipóteses apontadas pelos cientistas durante seus estudos e o abandono de algumas ideias em favor de outras, demonstrando por quais razões algumas teorias foram aceitas pela comunidade científica, assim como o lado humano da ciência e suas transformações com o decorrer do tempo (GUERRA; MOURA, 2013).

Perspectivas próximas da Abordagem Contextual vêm sendo discutida pelos documentos como Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), assim como a defesa por seu uso nas salas de aula, a fim de fornecer

um maior entendimento dos conteúdos científicos e enriquecimento cultural (OKI; MORADILLO, 2008). Nesse sentido, o uso do Livro Didático (LD) adquire um papel importante para esta abordagem, pois este ainda é umas das ferramentas mais utilizadas nas salas de aula pelos professores e alunos durante as discussões de determinados conceitos.

Os LD, por sua vez, chegam as escolas por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que foi instituído em 1985. Anos depois, em 2004 é criado também o Programa Nacional do Livro Didático no Ensino Médio (PNLEM), e então, os livros são universalizados para todos os níveis da educação básica. Por meio desse programa, foi possível a distribuição gratuita de livros para as escolas públicas do país (MAIA, et al., 2011). Os LD devem apresentar um padrão mínimo de qualidade, por isso passam por uma análise criteriosa de especialistas e professores das áreas, a fim de serem aprovados e, posteriormente, chegarem até as instituições de ensino (MENDONÇA, et al., 2013).

Dessa maneira, os LD possuem um espaço importante na educação brasileira, além de ser um instrumento que tem despertado o interesse de pesquisadores de diversas áreas, por considerarem o papel fundamental desta ferramenta no processo de ensino e aprendizagem (GUIMARÃES, et al. 2009). Por este motivo, alguns trabalhos sobre HFC apontam que muitos livros didáticos costumam abordá-la em torno de alguns aspectos: história da ciência dos “vencedores” que sempre obtêm êxito, os cientistas “geniais”, ciência vista como imutável e linear, descrição histórica localizada em pequenos boxes ao final dos capítulos. Logo, muitos manuais didáticos inserem HFC em alguns capítulos, porém, em outros apenas é citam o sobre a HFC, mas não apresentam ao leitor e assim possa auxiliar na compreensão. (GUERRA; MOURA, 2013; SILVA, 2014a).

Diante disso, o interesse sobre essa temática surgiu após cursar uma disciplina de História e Epistemologia da Química durante a graduação, seguido da participação em um projeto de Iniciação Científica que trata da investigação histórica dos constructos em torno das definições de Ácidos e Bases com base na teoria de Arrhenius. Logo, surgiu a inquietação de investigar e analisar quais as discussões históricas têm sido

abordadas nos livros didáticos de Química com relação a teoria Ácido-Base de Arrhenius.

A ideia em pesquisar acerca da teoria Ácido-Base de Arrhenius se deu em virtude da necessidade de perceber evidências em torno do processo de elaboração da teoria de Arrhenius, além de uma investigação pela hipótese de que as definições da teoria Ácido-Base foram construídas ao longo do tempo, antes mesmo dos estudos desse cientista, diferente do que dar a entender em alguns manuais. E então surgiram os seguintes questionamentos: o que os livros didáticos vem abordando na última edição do PNEM/2018, com relação a teoria de Arrhenius? Quais fatos históricos têm sido apresentados? Quais influências a teoria Ácido-Base de Arrhenius sofreu durante seu desenvolvimento? .

2. OBJETIVO

Investigar e compreender o que de História e Filosofia da Ciência os Livros Didáticos de Química, aprovados no PNLEM/2018 têm trazido sobre a abordagem da teoria Ácido-Base de Svante Arrhenius.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos deste trabalho serão apresentados com base na Figura 1 a seguir, a qual descreve as etapas seguidas, desde a pesquisa bibliográfica até a análise dos livros didáticos.

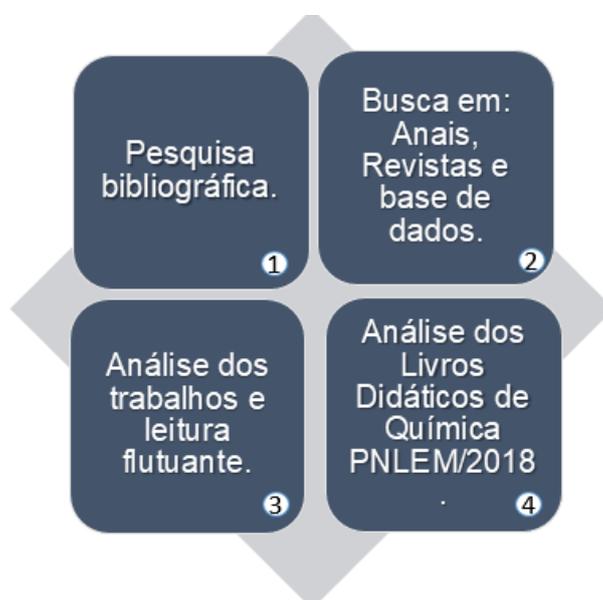


Figura 1: Fluxograma dos passos metodológicos que foram seguidos durante a elaboração da pesquisa.

Fonte: Autoria própria, (2019).

Com base na Figura 1, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica em bases de dados, revistas e anais de eventos, tais como: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), Revista de Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Escola de Verão em Educação Química (2014 e 2015), Periódicos da Capes, Repositório Institucional da UFS e Colóquio Internacional da UFS. A pesquisa bibliográfica foi realizada nessas revistas por serem consideradas Qualis A1 e A2, e por serem revistas que durante a pesquisa encontrou trabalhos que traziam uma discussão e abordagem próxima da nossa linha de pesquisa. Já a busca no ENEQ e ENPEC foi devido estes serem considerados os maiores eventos da área de Ensino de Química e Ciências. Além disso, tivemos a etapa de pesquisa e leitura de artigos e teses em língua inglesa que pertenceram a Arrhenius

Portanto, a pesquisa bibliográfica teve como o objetivo obter trabalhos que trouxessem uma abordagem e discussão sobre a história e o surgimento de substâncias com características ácido-base ao longo da história da humanidade. Na qual, pudéssemos obter informações de como a definição de ácido-base se deu ao longo da vida, até chegar a teoria estabelecida por Arrhenius.

Durante essa revisão foram utilizados dois parâmetros: 1) *intervalo de tempo*: 20 anos (1998-2018) escolhido em virtude do surgimento da pesquisa em HFC ser considerada recente, algo em torno de 30 anos, assim poucos ainda são os trabalhos publicados nessa linha temática (TEIXEIRA, 2009). 2) *palavras-chaves*: livro didático, ácido-base, história da ciência, Arrhenius e dissociação eletrolítica. Para este trabalho, apenas será apresentado um recorte da pesquisa bibliográfica, a qual faz parte de uma pesquisa maior.

Após a realização da pesquisa bibliográfica, os trabalhos encontrados foram analisados, por meio de uma leitura flutuante, essa leitura teve como objetivo compreender como os trabalhos estão organizados ao fazerem uso da HFC, com relação a outros conceitos.

3.3. Instrumento de coleta de dados

Os livros didáticos de Química escolhidos foram aqueles aprovados no PNLEM/2018, como estão apresentados na Quadro 1 a seguir, estes serão utilizados durante os anos de 2018, 2019 e 2020 nas salas de aulas. Os livros foram codificados da seguinte maneira, Livro Didático 1, da autora: REIS, M. Química: Volume 2. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2016; foi codificado como LD1 e assim utilizou esta codificação para os demais livros.

Quadro 1: Livros Didáticos de Química Aprovados no PNLEM/2018.

Livro Didático	Referências
LD1	REIS, M. Química : Volume 2. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2016.
LD2	MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química : Volume 2. 3ª ed. São Paulo: Scipione, 2016.
LD3	NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. Vivá: Química : Volume 1. Curitiba: Positivo, 2016.
LD4	CISCATO, C. A. M. et al. Química : Volume 1. 1ª ed. São Paulo: Moderna, 2016.
LD5	SANTOS, W.; MÓL, G. Química Cidadã : Volume 2. 3ª ed. São Paulo: AJS, 2016.
LD6	LISBOA, J. CEZAR F. et al. Ser Protagonista: Química , 1. Ano. 3ª ed. São Paulo: SM, 2016.

Fonte: A autoria própria, (2019).

Nos livros foram analisados os capítulos que traziam a discussão e abordagem sobre ácido-base de Arrhenius e o que de HFC está presente nestes capítulos. Além disso, é importante mencionar que o Quadro 1 apresenta livros com o volume 1 e outros com o volume 2, devido ao fato que o conteúdo de ácido-base está presente no volume 2 de alguns exemplares. A análise desses capítulos tinha como objetivo investigar os fragmentos históricos presentes nos livros para abordar o desenvolvimento da teoria ácido-base de Arrhenius.

Com a seleção dos LD (Quadro 1) realizada iniciou a busca pelos capítulos que trouxessem a abordagem e discussão sobre a teoria Ácido-Base de Arrhenius. Essa busca teve como objetivo analisar em quais capítulos dos LD estavam sendo abordados a teoria e quais os trechos da história da ciência os escritores estão fazendo menção em paralelo a teoria. Após essa etapa, fez a análise histórica dos capítulos que traziam as discussões da teoria e o uso da HFC com relação a teoria Ácido-Base de Arrhenius.

3.4 Instrumento de análise de dados

Após etapa de seleção dos LD, deu-se início a análise dos Livros Didáticos de Química aprovados no PNLEM/2018, com base nos critérios estabelecidos por Porto e Vidal (2008). Esta análise foi realizada para os livros que continha discussões históricas sobre a teoria Ácido-Base de Arrhenius, como apresentado na Figura 2. A escolha desses critérios foi devido que os mesmos já foram utilizados para analisar HFC em LD.

Critérios	Explicação
1) Simples menção a ideia/descoberta em ciência;	Faz uma simples menção sobre a ideia/descoberta e nenhuma informação mais é apresentada.
2) Descrição do ideia/descoberta;	Traz uma descrição da ideia/descoberta, ou seja, apresenta detalhes e passos até chegar a ideia.
3) Cientistas isolados são responsáveis pela evolução da ciência;	Cientistas isolados e externos (aqueles que deram alguma contribuição) são responsáveis pelo desenvolvimento da ciência.
4) Informação histórica não inserida em contexto social ou tecnológico;	As informações históricas não são inseridas no contexto social em que a teoria foi desenvolvida.
5) Documentos ou textos originais (fontes primárias);	Utiliza documentos ou textos de fontes primárias, ou seja, documentos que pertencem aos próprios cientistas.

Figura 2: Critérios de análise dos Livros Didáticos de Química.

Fonte: Adaptado de Porto e Vidal (2008).

Deste modo, os critérios escolhidos foram os que estão apresentados na Figura 2, elaborado por Porto e Vidal (2008). São cinco critérios, os quais buscam analisar informações acerca do uso da HFC em livros didáticos. Essa análise buscou investigar o conteúdo da teoria Ácido-Base de Arrhenius e o que de HFC usam para contextualizar o ensino e aprendizado. Além do mais, esses critérios buscam analisar o que tipo de HFC os livros abordam por meio dos seus critérios propostos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este tópico está organizado com base nos resultados encontrados na pesquisa bibliográfica realizada e os resultados das análises dos Livros Didáticos de Química.

Desse o modo, o primeiro refere-se a uma breve discussão histórica acerca das definições de ácido-base e os estudos de Arrhenius e o segundo corresponde a análise do conteúdo de ácido-base nos LD aprovados no PNLEM/2018.

Breve Discussão Histórica acerca das definições de Ácidos e Bases e os Estudos de Arrhenius

Estudos realizados por Nunes (2016) aponta que os povos medievais, gregos e egípcios faziam uso de substâncias com características ácidas e básicas para atividades medicinais e para a culinária da época: vinho, vinagre, álcool, pães e até mesmo remédios. Além disso, durante o período alquimista, já eram conhecidos o uso de diversos tipos de ácidos e bases, entretanto, estes não possuíam a nomenclatura atual, tais como: água ácida, água forte ou espírito de nitro) (atual ácido nítrico - HNO_3), (espírito do sal) (atual ácido clorídrico - HCl) e (espírito do vitríolo) (atual ácido sulfúrico - H_2SO_4)), essas eram as denominações para cada espécie, devido ao aspecto que cada substância apresentava conhecida naquela época (PINHEIRO, et al. 2016).

Na verdade, uma análise do período alquímico demonstra o uso de diferentes ácidos e bases em diversos experimentos, inclusive na busca pela pedra filosofal (JUNIOR, 2005). Durante o período pós-alquimia, surge também diversos cientistas com teorias e definições em torno de substâncias com características ácido-base. Entre alguns é possível citar; Jean B. von Helmont, químico, físico, médico e escritor (1580-1644), o qual propôs a teoria ácido-alcalino, segundo ele, a digestão seria o equivalente a fermentação, na qual, as secreções viscerais formadas após a fermentação seriam substâncias ácidas e básicas (PINHEIRO, et al. 2016; PORTO, 1997). Robert Boyle, filósofo natural, químico e físico (1627-1691), demonstrou que a teoria ácido-alcalino apresentava equívocos, e realizou vários testes comprovando que nem todas as substâncias seriam ácidas ou básicas, como a teoria proposta por Helmont classificava, pois existia substâncias com características neutras. Nicolas Lémery, cientista e químico francês (1645-1715), apresenta uma das primeiras explicações que pode ser consideradas algumas tentativas de explicações em nível abstrato submicroscópico, propondo que os ácidos seriam partículas ácidas (pontagudas) e as bases seriam porosas. Sendo assim, o processo de neutralização ocorreria pela junção dos dois tipos, a partícula pontaguda e a superfície porosa, que resultaria em substâncias neutras. Étienne G. S. Hilaire, naturalista e zoólogo francês (1772-1844), realiza a primeira

titulação ácido-base, a fim de identificar a quantidade de ácido em determinada substância (PINHEIRO, et al. 2016).

Svante August Arrhenius nasceu em Wijk, na Suécia, filho de Svante Arrhenius Gustav, seu pai era um agrimensor (ciência, que se utiliza de conhecimentos da geomática, como ferramenta para a aquisição e organização de dados espaciais necessários como parte de operações científicas, administrativas, legais e técnicas, envolvidas no processo de produção e gerenciamento de informação espacial, notadamente de campos ou propriedades rurais) da cidade, sua mãe Carolina Christina Thunberg, dona do lar. Sua família mudou para Uppsala, uma cidade da Suécia para melhores perspectivas em 1860. Segundo Arrhenius (1912) ele aprendeu a ler aos três anos de idade. Ele frequentou a escola da catedral de Uppsala e formou-se em 1876 com um bom histórico em matemática e física. Arrhenius ingressou na Universidade de Uppsala para estudar Química, mas em 1881, ele transferiu sua graduação para o curso de física e juntou-se ao professor Thalen (ARRHENIUS, 1864; GADRE, 1903).

Nesse contexto dos estudos dos ácidos e das bases, anos depois, surge o Sueco Svante August Arrhenius (1859-1927), físico, matemático e químico, que desenvolvia estudos sobre dissociação eletrolítica, nascido na Suécia e de família simples e trabalhadora. Ao estudar as propriedades de uma solução de cloreto de sódio (NaCl), Arrhenius percebeu que os sais de cloreto de sódio comportam-se como duas partes, ou melhor duas “coisas” diferentes, uma chamada de íons positivos e a outra de íons negativos, ou radical, e as propriedades destes radicais são sempre as mesmas (ARRHENIUS, 1912). Arrhenius propôs uma definição de substâncias dissociadas em solução, na qual, seriam denominadas de “ativas” e “inativas”. Além disso, buscava-se compreender sobre o grau de condução de eletricidade, ou seja, medir a condutividade eletrolítica de um grande número de ácidos, bases e sais em solução (ARRHENIUS, 1864; GADRE, 1903).

Segundo Arrhenius (1912), existiam questionamentos naquela época em busca dos motivos de substâncias em meio aquosos se comportar de duas maneiras diferentes, uma em íons positivos e outra em íons negativos. Um exemplo bem claro era sobre o por que o sódio (sódio sólido), ao ser dissolvido em meio aquoso apresentava propriedades diferentes (os íons), e era portadores de uma quantidade de energia elétrica. Então, Arrhenius chegou a definição sobre dissociação eletrolítica de

substâncias, pois segundo seus relatos, os estudos da obra de Claude Louis Berthollet (1748-1822), químico francês, sobre termoquímica mostrou que os ácidos que conduzem melhor a eletricidade também são quimicamente o mais forte. Portanto, para Arrhenius todas as substâncias que estão ativas, ou seja, os eletrólitos são compostos de moléculas que conduzem eletricidade, por exemplo, o cloreto de sódio é um composto formado por duas moléculas, o íon sódio e o íon cloro. (ARRHENIUS, 1912; KOUSATHANA, 2005).

Além do mais, é importante destacar que Arrhenius percebeu que outros cientistas faziam estudos sobre a condutividade elétrica e sobre dissociação de íons em solução, demonstrando que estudos naquela época sobre essa temática já existia, e então, ele deu continuidade em seus estudos, na qual em 1887 surge a teoria ácido-base definido que um ácido ou base, dissolvido em água, se dissocia espontaneamente em íons positivos (H^+) e negativos (OH^-), dando ideia do que sua tese de doutorado (1884) estaria discutido e apresentando uma teoria do ponto de vista submicroscópico, e assim satisfazendo os estudos daquela época, pois buscavam compreender o comportamento de substâncias em solução e suas propriedades (BOAVIDA, 2011). Ao apresentar essa teoria vários cientistas da época fizeram duras críticas, pois a teoria se limita ao meio aquoso (PINHEIRO, et al. 2016).

A teoria de dissociação eletrolítica buscou compreender e estudar o comportamento de substâncias dissociadas, ou seja, compreender a condutividade elétrica destas substâncias em meio aquoso proposta por Arrhenius algumas contribuições e avanços foram possíveis para o ramo da Química, com teorias e formulações, pois Arrhenius ao estudar sobre a condutividade elétrica e dissociação de eletrolítica, pode-se compreender que as substâncias diluídas apresentam características diferentes, do seu estado fundamental. Além disso, Arrhenius foi uns dos primeiros cientistas a dar início aos estudos na área de físico-química (ARRHENIUS, 1912; KOUSATHANA, 2005).

Durante sua vida, Arrhenius desenvolveu estudos sobre condutividade elétrica das substâncias em meio aquoso e a lei da ação das massas, os quais podiam ser aplicados às reações iônicas, supondo que algumas das moléculas de um eletrólito seriam dissociadas em seus íons, por serem partículas carregadas, passíveis de movimento independente sob ação de um campo elétrico. Com isso, os ácidos seriam as

espécies que em solução produzem íons hidrogênio, e conseqüentemente, bases seriam espécies que produziriam íons hidroxilas na solução (AFONSO; GAMA, 2007).

É importante destacar que durante seus estudos Arrhenius mencionou vários nomes de cientistas e pesquisadores da época que desenvolviam linhas de pesquisas sobre a dissociação eletrolítica, o que demonstra o caráter dinâmico e coletivo da atividade científica, tais como: Michael Faraday (1791-1867), físico e químico britânico, que trabalhou na teoria de fenômenos eletroquímicos, juntamente com o filósofo, teólogo, padre anglicano e historiador William Whewell (1794-1866), em estudos sobre eletrólito, eletrodo, ânodo e cátodo. Outra influência foi Jons Jacob Berzelius (1779-1848), químico sueco, que apresentou estudos sobre a existência de ligação entre a eletricidade a afinidade química. Jacobus Henricus van't Hoff (1852-1911), químico neerlandês, e primeiro químico vencedor do Prêmio Nobel de Química, François Marie Raoult (1830-1901) e Friedrich Kohlrauch (1840-1910), físico alemão, estes três cientistas estavam ativamente engajados nos estudos sobre a condutividade eletrolítica de soluções. Além de outros pesquisadores da época, como: Josiah Willard Gibbs (1839-1903) físico, químico e matemático americano; Hermann Ludwig F. von Helmholtz (1821-1894) matemático, físico e médico alemão; Rudolf Julius Emanuel Clausius (1822-1888), físico e matemático alemão, os quais realizaram estudos sobre a condutividade elétrica, dando sua contribuição para Arrhenius. O próprio Arrhenius em sua obra cita a contribuição desses cientistas para suas pesquisas. Dessa forma, é possível compreender o quanto a ciência é uma atividade coletiva e construída por seres humanos (ARRHENIUS, 1912; GADRE, 1903; ARRHENIUS, 1864). Além do mais, buscou-se compreender a partir de que momento da história da humanidade se tinha conhecimento de substâncias com características ácido-base e suas aplicações e então assim, analisar como os LD tem feito o uso de HFC sobre ácidos-bases.

Análise do conteúdo Ácidos e Bases nos Livros Didáticos do PNLEM/2018

Esse subtópico está voltado para as investigações realizadas nos livros didáticos com base na análise dos critérios apresentados por PORTO e VIDAL (2008). A Figura 3 a seguir apresenta a análise dos livros, com destaque aos que possui HFC e os que não

possui discussão histórica no que trata da teoria Ácido-Base de Arrhenius.

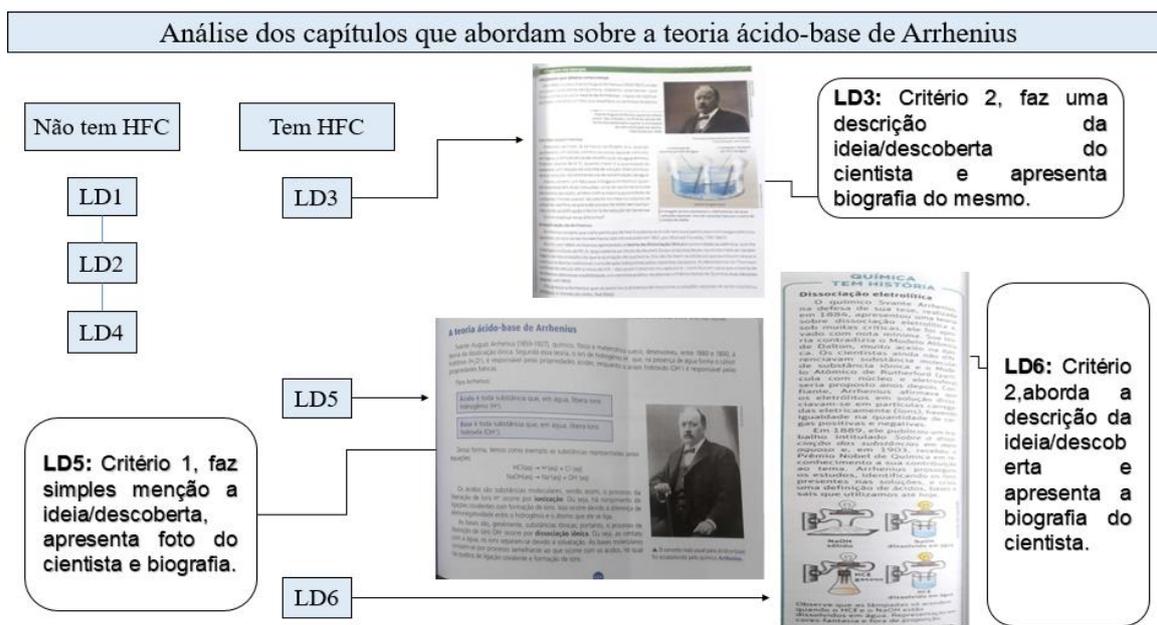


Figura 3: Análise dos capítulos dos LD que trazia a teoria ácido-base de Arrhenius.

Fonte: Autoria própria, (2019).

Na Figura 3 acima estão apresentados os livros que fazem o uso de HFC e aqueles que não abordam. Esta Figura apresenta recortes dos livros no que se refere a teoria de Arrhenius e qual critério se encaixa esses capítulos dos livros.

Com relação aos LD que não possuem fragmentos históricos o Quadro 2 abaixo, traz as definições da teoria Ácido-Base de Arrhenius presentes nos LD. Nele, está apresentado a obra e as definições existentes sobre a teoria de Arrhenius.

Quadro 2: Definições acerca da teoria ácido-base de Arrhenius trazidas nos livros de Química.

Obras	LD1	LD2	LD4
Definição	<p>“Um ácido é definido como fixo ou volátil de acordo com o valor de sua temperatura de ebulição. Essa informação é importante por questões de segurança, uma vez que líquidos voláteis liberam vapores que podem ser tóxicos.</p> <p>“[...] Bases são compostos capazes de se dissociar na água liberando íons, mesmo em pequena porcentagem, dos quais o único ânion é o hidróxido, OH⁻. ”</p>	<p>“[...] Ácido é toda substância que em água produz íons H⁺. ”</p> <p>“[...] E a base é aquela que produz íons OH⁻. A neutralização de um ácido por uma base, ou vice-versa, seria, portanto, a reação entre duas espécies iônicas produzindo água”.</p> <p>$H^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)}$</p>	<p>“[...] Arrhenius formulou, então, simplificadamente, a seguinte hipótese: ácidos são substâncias que em água produzem íons H⁺.</p> <p>$HCl_{(g)} \rightleftharpoons H^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$</p> <p>“[...] As bases foram classificadas por Arrhenius como substância que em água produzem íons OH⁻. O hidróxido de sódio é um exemplo.</p> <p>$NaOH_{(s)} \rightleftharpoons Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$</p>

Fonte: Aatoria própria, (2019).

Com a análise dos livros didáticos de Química, os livros didáticos LD1, LD2 e LD4 (Quadro 2), apresentam em seus capítulos a teoria ácido-base de Arrhenius, mas não fazem uso da HFC, eles mencionam a teoria, abordam do ponto de vista químico, com fórmulas, definição e citam o cientista, químico e físico Sueco Svante Arrhenius como promotor dessa definição, porém, não trazem aspectos históricos, sociais e tecnológicos, de como esse conceito se desenvolveu e quais as implicações enfrentou até chegar a essa definição. Nesse caso, a ideia que pode passar ao aluno está ligada a uma concepção de ciência pronta e acabada (REIS, 2017; SILVA, 2014a).

A Figura 4a, 4b, e 4c a seguir apresenta recortes dos LD analisados, em que fazem o uso de HFC atrelado a teoria ácido-base de Arrhenius. Com isso, o livro didático 3 (Figura 4a) apresenta uma discussão histórica por meio de um trecho do livro que se inicia com uma “viagem no tempo”, em que é apresentado a biografia do cientista Arrhenius, um fato experimental, no qual discute que (moléculas diferentes, mas de mesmo volume de solvente apresenta temperatura de solidificação diferentes).

Além disso, traz a discussão sobre a teoria do ponto de vista científico (Arrhenius propôs que cada partícula de NaCl poderia se dividir em duas partículas com cargas elétricas opostas: os íons (o termo íon havia sido introduzido em 1821, por Michael Faraday)), essa seria a explicação do cientista Arrhenius do ponto de vista científico. Com isso, o LD3 se enquadra no critério 2, na qual, faz uma descrição da ideia/descoberta, apresenta quem foi o cientista responsável, suas explicações para essa definição e informações experimentais como citadas anteriormente. Portanto, é possível perceber que no LD3 faz-se o uso de HFC, mas aponta uma visão de ciência neutra, na qual, a teoria proposta pelo cientista sueco Arrhenius, não foi muito bem aceita pela comunidade acadêmica, pelo fato deles terem a concepção do átomo ser indivisível.

Já a análise do Livro Didático 5 (Figura 4b), ao mencionar a teoria do cientista Svante Arrhenius, apresenta sua fotografia e sua biografia (*Svante August Arrhenius [1859-1927], químico, físico e matemático sueco, desenvolveu, entre 1880 e 1890, a teoria da dissociação iônica*). O LD5 não apresenta um aprofundamento na contextualização histórica, com trechos sobre como esses estudos se desenvolveram, quais as implicações durante sua teoria e quais aspectos, seja ele econômico, social ou cultural influenciou o cientista para que ele pudesse realizar os estudos e chegar a essa teoria. Dessa maneira, o LD5 está classificado dentro do critério 1, na qual, faz uma simples menção da ideia/descoberta em ciência, apresentando apenas a foto e a biografia, mas sem trazer nenhuma informação de cunho histórico, social ou tecnológico. Isso demonstra que é preciso utilizar-se de aspectos históricos da ciência, (de como a teoria se desenvolveu; quais suas influências no contexto da época; que cientistas tiveram participação e dentre outros;) com relação a teoria ácido-base de Arrhenius e assim possibilitará uma contextualização no livro e ao leitor.

Viagem no tempo

Um jovem que abalou uma crença

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.

Svante August Arrhenius, químico e físico sueco. Seu trabalho, no final do século XIX, foi fundamental para superar a concepção de indivisibilidade do átomo. Foto tirada em 1909.

Um fato experimental

Naquele período, já se havia verificado que, quando se dissolve um sólido, como a sacarose (açúcar comum), em água, a temperatura de solidificação da água diminui, ficando abaixo de 0 °C; quanto maior é a quantidade de sacarose, em relação ao volume da solução, mais acentuada é a redução da temperatura de solidificação da água.

Havia, porém, um fato que intrigava Arrhenius: quando se preparam duas soluções, uma de sacarose e outra de cloreto de sódio, ambas com a mesma quantidade de unidades “moleculares” de soluto no mesmo volume de solvente, verifica-se que a de cloreto de sódio tem temperatura de solidificação inferior à da solução de sacarose.

Como explicar essa diferença?

A explicação de Arrhenius

Arrhenius propôs que cada partícula de NaCl poderia se dividir em duas partículas com cargas elétricas opostas: os íons (o termo íon havia sido introduzido em 1821, por Michael Faraday, 1791-1867).

Assim, em 1884, Arrhenius apresentou a **teoria da dissociação iônica** à 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 à 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 acabou recebendo o Prêmio Nobel de Química duas décadas depois, em 1903.

Foi graças a Arrhenius que se associou a presença de íons livres a soluções aquosas de ácido clorídrico, HCl(aq), e cloreto de sódio, NaCl(aq).



Ilustração produzida para este conteúdo. Cores fantasia, sem escala.

x moléculas de sacarose por litro de água

x “unidades” de NaCl por litro de água



banho de gelo-seco

A imagem acima representa o resfriamento de duas soluções aquosas: uma de sacarose (açúcar) e outra de cloreto de sódio.

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.

A teoria ácido-base de Arrhenius

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 o cátion hidrônio (H₃O⁺), é responsável pelas propriedades ácidas; enquanto o ânion hidróxido (OH⁻) é responsável pelas propriedades básicas.

Para Arrhenius:

Ácido é toda substância que, em água, libera íons hidrogênio (H⁺).

Base é toda substância que, em água, libera íons hidroxila (OH⁻).

Dessa forma, temos como exemplo as substâncias representadas pelas equações:

$$\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$$

$$\text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$$

Os ácidos são substâncias moleculares, sendo assim, o processo da liberação de íons H⁺ ocorre por **ionização**. Ou seja, há rompimento de ligações covalentes com formação de íons. Isso ocorre devido à diferença de eletronegatividade entre o hidrogênio e o átomo que ele se liga.

As bases são, geralmente, substâncias iônicas; portanto, o processo de liberação de íons OH⁻ ocorre por **dissociação iônica**. Ou seja, ao contato com a água, os íons separam-se devido à solvatação. As bases moleculares ionizam-se por processo semelhante ao que ocorre com os ácidos, no qual há quebra de ligação covalente e formação de íons.



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

b

Figura 4 (a, b, c): Recortes dos livros: LD3, LD5 e LD6, na qual, fazem a abordagem da teoria ácido-base de Arrhenius e em paralelo contextualizam com o uso de HFC.

Fonte: Adaptado dos Livros Didáticos, (2019).

Por fim, o Livro Didático 6 (Figura 4c), ao abordar a teoria ácido-base de Arrhenius apresenta a definição por meio de fórmulas, reações químicas em um trecho ao lado do conceito (box) intitulado de ‘Química Tem História’, apresenta sua conquista durante seus estudos (Prêmio Nobel de Química, em 1903) e um trabalho publicado em 1903 por Arrhenius (Trabalho intitulado Sobre a dissociação das substâncias em meio aquoso) e suas contribuições para área da química. Por este

motivo, o LD6 está dentro do critério 2, onde faz uma descrição da ideia/descoberta, apresentado a teoria e seu desenvolvimento ao longo do tempo, mas de forma breve. Dessa forma, há presença de HFC, mas com uma descrição breve e informações curtas, logo, ainda é preciso utilizar de fatos históricos, que se relacione com a teoria, como aspectos sociais e econômicos, influência nos estudos do cientistas e informações que possam ajudar na melhor compreensão do conceito abordado.

Dessa forma é importante mencionar que os livros didáticos (LD3, LD5, LD6) que fazem uso da HFC nos capítulos ainda é preciso uma maior exploração dos aspectos históricos, utilizando também de questões sociais, filosóficas e éticas que estejam relacionados a teoria e seu desenvolvimento durante aquele tempo, pois como foi mencionado anteriormente, o conhecimento de substâncias ácido-base, existe desde os tempos mais antigos, pelos povos medievais, gregos e egípcios que já faziam uso e conheciam substâncias com essas características. Portanto, é interessante que os livros didáticos ao fazerem uso da HFC, considerem os aspectos envolvidos durante a elaboração do conceito. Além disso, é importante salientar que o uso da História da Ciência, possibilita uma visão de como a ciência se constrói. Além do mais, durante a pesquisa bibliográfica, descobrimos que o uso de substâncias com características ácido-base existia a tempos, e então Arrhenius apresenta séculos depois sua teoria.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que, após as análises dos livros didáticos de Química aprovados no PNLEM/2018, das seis obras, apenas três (LD3, LD5, LD6), faziam o uso da HFC com relação a teoria ácido-base de Arrhenius, pois alguns utilizavam de trechos sobre sua biografia, como também fazia uso de sua imagem para exemplificar, outros utilizavam de trechos que apresentavam suas conquistas, trabalhos publicados, fatos experimentais e menção da teoria definida por Arrhenius.

Além do que, os outros três livros (LD1, LD2 e LD4) abordam a teoria, mas nessa edição não fazia nenhum uso da contextualização apenas mencionavam a teoria de Arrhenius, trazendo definições, fórmulas, reações químicas e discussão acerca da teoria.

É importante mencionar que a HFC que foi encontrada nos livros didáticos, com base nos critérios estabelecidos por Porto e Vidal (2008), foram apenas história de simples menção ou descrição da ideia/descoberta (critérios 1 e 2), com isso, é preciso é

que os LD façam um maior uso da história da ciência e assim, possibilitem aos seus leitores um maior entendimento do conceito e amplie suas visões sobre a ciência.

Observou-se também que os LD, os quais trazem o uso da HFC, costumam utilizar-se ao lado da teoria em um box ou um trecho histórico, demonstrando que essas edições de certa forma, vem contribuindo só pelo fato de já inserir, mesmo que breve alguns aspectos históricos. Dessa forma, as breves discussões históricas que estavam presentes nos livros, são importantes para uma melhor aprendizado e entendimento do leitor, entretanto, é preciso que façam um maior uso dos trechos históricos, considerando todos os aspectos da história e assim possa demonstrar uma ciência mais humana, mutável e social, que existe erros e acertos, que é formada por seres humanos e por pessoas “comuns”.

Por fim, concluímos que com a pesquisa bibliográfica realizada foi possível, perceber e compreender o surgimento e a evolução de substâncias com características ácido-base ao longo da história da humanidade e como também o avanço dos conceitos para as substâncias.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, J. C.; GAMA, M. S. De Svante Arrhenius ao Peagâmetro Digital: 100 anos de medida de Acidez. **Química Nova na Escola**, [S.I.], v. 30, n. 1, p. 232-239, ago. 2007.

ARRHENIUS, S. A. Electrolytic dissociation. **American Chemical Society**, [S.I.], n. 1, v.2, p. 1-13, 1912.

ARRHENIUS, S. A. **Conductivity of Aqueous Solutions Extremely Determined by Polarizer Mode**. 1864. 168 f. Doctoral Thesis (Doctor in Physics) - University of Upssala - Sweden, 1864

BOAVIDA, L. M. P. P. D. **Evolução do conceito Ácido-Base no ensino Básico e Secundário nos últimos Cem Anos**. 2011 100 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário) – Universidade da Beira Interior – Corvilhã. Portugal, 2011.

CARNEIRO, M. H. S., SANTOS, W. L. P., CAHVES, L. M. M. P. História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos em Livro Didático de Química e Concepções de Ciência. **Química Nova na Escola**, [S.I.], v. 36, n. 4, p. 269-279, nov. 2014.

GRADE, S. R. Century of Nobel Prizes: Svante August Arrhenius. **Chemistry Award**, [S.I.], n.1, v. 2, p. 1-8, 1903.

GUERRA, A., MOURA, B. C. Modelos atômicos em livros didáticos de química do PNLEM 2012: uma análise qualitativa à luz da história e filosofia da ciência. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9. 2013, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: ENPEC, 2013. p. 1-8.

GUIMARÃES, O. M., AIRES, J. A., CASTRO, L. Modelos atômicos nos Livros Didáticos de Química: Obstáculos à Aprendizagem? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7. 2009, Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina: ENPEC, 2009. p. 1-9.

JÚNIOR, W. A. F. Boyle: A Introdução do Mecanismo na Química. **Vaira Scientia**. [S.I.]. v. 05, n. 09, p. 139-156, 2005

KOUSATHANA, M. DEMEROUTI, M. TSAPARLIS, G. Instructional misconceptions in acid-base equilibria: An analysis from a history and philosophy of science perspective. **Science & Education**, v. 14, n. 2, p. 173-193, 2005.

MARTINS, R. A. Introdução: A História das Ciências e seus usos na Educação. **Artigo Científico**, [S.I.], v. n. p. 1-14. 1996.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência atual de reaproximação, **Caderno Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 12, n. 3, p. 164-214. 1995.

MENDONÇA, P. C. C., SANTOS, C. G., SILVA, C. M. Análise da História da Ciência em livros didáticos de Química aprovados no PNLD 2012. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9. 2013, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: ENPEC 2013. p. 1-8.

MAIA, J. O., SÁ, L. P., MASSENA, E. P., WARTHA, E. J. O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia. **Química Nova na Escola**, [S.I.], v. 33, n. 2, p. 115–124, 2011.

NUNES, A. O. Revisão no Campo: O Processo de Ensino-Aprendizagem dos Conceitos Ácido e Base entre 1980 e 2014. **Química Nova na Escola**, [S.I.], v. 38, n. 2, p. 185-196, mai. 2016.

OKI, M. C. M., MORADILLO, E. F. O Ensino de História da Química: Contribuindo para a Compreensão da Natureza da Ciência. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 67-88. 2008.

PORTO, P. A., VIDAL, P. H. O. A História da Ciência e os Livros Didáticos de Química do PNLEM 2007. In: ENCONTRO NACIONAL NO ENSINO DE QUÍMICA, 14, 2008, Curitiba. **Anais...** Paraná: ENEQ, 2008. p. 1.

PINHEIRO, B. C. S. BELLAS, R. R. D. SANTOS, L. M. Teorias Ácido-Base: aspectos históricos e suas implicações pedagógicas. In: ENCONTRO NACIONAL NO ENSINO DE QUÍMICA, 18. 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENEQ, 2016. p. 1-11.

PORTO, P. A. Os três princípios e as doenças: a visão de dois filósofos químicos. **Química Nova na Escola**, [S.I.], v. 20, n. 5, p. 589-572, jan. 1997.

REIS, N. A. **Abordagem Contextual no Âmbito do Processo Formativo do PIBID**. 2017.143 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

SILVA, E. L. **Contribuições da Elaboração de Sequência de Ensino Aprendizagem Tratando das Tendências Interdisciplinaridade, Cotidiano e História da Ciência no Âmbito da Formação de Professores da Universidade Federal de Sergipe**. 2014. 184 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2014a.

SILVA, L. A. et al., Obstáculos Epistemológicos no Ensino-Aprendizagem de Química Geral e Inorgânica no Ensino Superior: Resgate da Definição Ácido-Base de Arrhenius

e Crítica ao Ensino das “Funções Inorgânicas”. **Química Nona na Escola**, [S.I.], v. 36, n. 4, p. 261-266, nov. 2014b.

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

TEIXEIRA. E. S., JR. O. F., EL-HANI. C. N. A Influência de uma Abordagem Contextual sobre as Concepções acerca da Natureza da Ciência de Estudantes de Física. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 529-556. 2009.